



Datum 17 juni 2024

Onderwerp Deelbesluit 1 - bodemanalyses 2023

Behandeld door

Ons kenmerk Z23-9170 / D24-16095

Uw kenmerk -

Bijlagen 29

Geachte

Op 21 november 2023 heeft u een verzoek op grond van de Wet open overheid (Woo) ingediend. Uw Woo-verzoek gaat onder andere over bodemanalyses van alle gebieden die bij Staatsbosbeheer in beheer zijn. U heeft gevraagd om de gegevens, die hier betrekking op hebben, van de afgelopen dertig jaar. De behandelaar destijds, de heer heeft wegens de omvang van het verzoek met u afgesproken het jaar 2023 als eerste te behandelen.

Op 18 april 2024 heb ik derde-belanghebbenden om hun zienswijze gevraagd, volgens art. 4:8 van de Algemene wet bestuursrecht (Awb). Per abuis is deze brief pas op 26 april 2024 naar één van de belanghebbenden verzonden. Ik heb u op de hoogte gesteld dat deze belanghebbende in de gelegenheid zijn gesteld om een zienswijze te geven. Twee van de belanghebbenden hebben aangegeven geen problemen te hebben met openbaarmaking van de voorgelegde stukken. Eén van de belanghebbenden heeft geen reactie gegeven op het verzoek om zienswijze. Ik ga er daarom van uit dat deze organisatie geen bezwaren heeft tegen openbaarmaking van de stukken.

### **Uw Woo-verzoek**

Het moment waarop u uw verzoek heeft gedaan, heeft gevolgen voor naar welke documenten zijn gezocht. Een Woo-verzoek kan nooit gaan over documenten die na het opsturen van uw verzoek zijn geschreven.<sup>1</sup> Dit houdt in dat documenten die later zijn gemaakt dan de datum van uw verzoek, 21 november 2023, niet zijn meegenomen bij de behandeling van uw Woo-verzoek.

### **Resultaten onderzoek**

Ik heb uitgebreid onderzoek gedaan of Staatsbosbeheer de documenten heeft waarop uw informatieverzoek betrekking heeft. Ik heb hiervoor het (digitaal) archief, de systemen en de betrokken collega's geraadpleegd. Aangezien uw verzoek ziet op alle gebieden die Staatsbosbeheer in beheer heeft, gaat het hierbij om medewerkers van Staatsbosbeheer uit heel Nederland.

---

<sup>1</sup> ECLI:NL:RVS:2015:623

Ik heb 28 documenten gevonden.

### **Overwegingen**

*De eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer, art. 5.1, lid 2 sub e, Woo*

De documenten die vallen onder uw verzoek bevatten persoonsgegevens. Deze persoonsgegevens worden op grond van artikel 5.1, tweede lid, aanhef en sub e, Woo niet openbaargemaakt als het belang daarvan niet opweegt tegen het belang van de bescherming van de persoonlijke levenssfeer. In de documenten staan persoonsgegevens zoals namen en e-mailadressen. Van openbaarmaking hiervan wordt, in lijn met vaste rechtspraak, meestal afgezien.<sup>2</sup> Namen van personen die in hun functie in de openbaarheid treden worden wel openbaar gemaakt.

*De bescherming van het milieu, art. 5.1, lid 2 sub g, Woo*

De documenten die vallen onder uw verzoek bevatten gegevens die zien op voortplantingsgebieden van beschermde diersoorten. Op het moment dat deze informatie openbaar wordt, kan dit mogelijk leiden tot verstoring in deze gebieden. Dit kan mogelijk negatieve invloed hebben op voortplanting van deze dieren. Daarom ben ik van mening dat de bescherming van het milieu in dit geval zwaarder weegt dan het openbaar maken van deze informatie.

### *Conceptdocumenten*

Ik heb van een aantal documenten alleen een conceptversie aangetroffen. Daarom heb ik besloten om in dit geval de conceptversies wel openbaar te maken, met inachtneming van de uitzonderingen uit artikel 5.1 Woo.

### **Deelbesluit 1**

Deel 1 van uw Woo-verzoek ziet op bodemanalyses uit het jaar 2023 over alle gebieden die bij Staatsbosbeheer in beheer zijn. Onder deel 1 van uw Woo-verzoek vallen 28 documenten. Ik heb besloten tegemoet te komen aan uw verzoek en de documenten (deels) openbaar te maken. In de bijlage bij dit besluit treft u de documenten en een overzicht aan. Ik heb voor de duidelijkheid de bijlagen genummerd. De nummers op het overzicht komen overeen met de nummers op de documenten.

Ik heb de in de bijgevoegde stukken sommige gegevens onleesbaar gemaakt. Voor de motivering verwijs ik u naar de overwegingen. Per onleesbaar gemaakt onderdeel is zichtbaar op basis waarvan de informatie niet openbaar wordt gemaakt.

Ik stuur de documenten gelijk bij dit besluit mee, omdat ik nadat ik de zienswijzen heb gelezen niet verwacht dat er bezwaar is tegen openbaarmaking van de documenten.

### **Vervolg**

Over de verdere afhandeling van uw verzoek zijn nog geen afspraken gemaakt. Graag treedt de behandelaar van dit verzoek hierover met u in overleg. Om te bespreken of de openbaar gemaakte informatie is waar u naar op zoek bent en zo ja om verder afspraken te maken over welk onderdeel prioriteit voor u heeft en welke volgorde verder zal worden gehanteerd in afhandeling van uw verzoek.

Graag verneem ik van u of het u schikt om op woensdag 3 juli om 10.00 telefonisch contact te hebben. U kunt uw reactie sturen naar [woo@staatsbosbeheer.nl](mailto:woo@staatsbosbeheer.nl). Indien het voorgestelde moment u niet schikt, wil ik u vragen een tegenvoorstel te doen. Voor de goede orde merk ik op dat behandelaar van dit verzoek normaliter niet werkzaam is op woensdagen.

---

<sup>2</sup> ECLI:NL:RVS:2018:321

## Rechtsmiddelen


Indien u het met dit besluit niet eens bent, kunt u binnen zes weken na verzending van dit besluit schriftelijk bezwaar maken. Ook een andere belanghebbende kan tegen dit besluit bezwaar maken. Het bezwaarschrift kan worden gestuurd aan de Directeur Staatsbosbeheer, Postbus 2, 3800 AA Amersfoort. U kan uw bezwaarschrift ook per mail versturen naar [info@staatsbosbeheer.nl](mailto:info@staatsbosbeheer.nl). U wordt verzocht een afschrift van dit besluit bij het bezwaarschrift te voegen.

Een bezwaarschrift moet zijn ondertekend en bevat tenminste:

- uw naam en adres;
- een datum;
- een omschrijving van het besluit waartegen het bezwaar is gericht;
- de redenen waarom u het niet eens bent met het besluit.

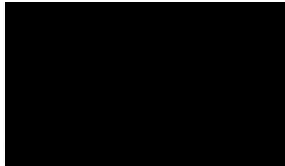
Het niet voldoen aan deze eisen kan leiden tot niet-ontvankelijkheid van het bezwaarschrift. Dat betekent dat uw bezwaar niet inhoudelijk wordt behandeld.

Een kopie van dit besluit zend ik aan de betrokken personen/organisaties.

Als u nog vragen hebt dan kunt u contact opnemen met  of [Woo@staatsbosbeheer.nl](mailto:Woo@staatsbosbeheer.nl).

Met vriendelijke groet,

de directeur Staatsbosbeheer, namens deze,



drs. B.A. Revis  
directeur Terreinbeheer & Ontwikkeling

**Documentenoverzicht Woo-besluit  
Zaaknummer**

Bodemanalyses heel Nederland - 2023  
Z23-9170

Nummer	Naam / kernwoorden	d.d. document	openbaar gemaakt?	Zienswijze
Z23-9170-1	Grondanalyse - Vaals		2023 ja	n.v.t.
Z23-9170-2	Eindrapport: Bodemchemisch onderzoek stikstofgevoelige habitats nabij Vaals		30-1-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-3	LESA Pilot Natuurbank Meinweg		6-2-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-4	Eindrapportage onderzoek tbv herstelmaatregelen in het Molenveld		23-2-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-5	Eindrapport: Bodemchemisch onderzoek natuurpotenties Koolmansdijk		14-3-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-6	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756663		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-7	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756674		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-8	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756626		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-9	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756647		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-10	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756631		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-11	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756654		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-12	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756648		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-13	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756680		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-14	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756649		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-15	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756665		15-3-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-16	Eindnotitie: bodemchemisch onderzoek natuurpotenties De Kinsel & De Munt		4-4-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-17	Analyse Winnebroek		6-4-2023 ja	n.v.t.
Z23-9170-18	Eindrapportage: bodem- en hydrochemisch onderzoek natuurpotenties Wilnisse bo		24-4-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-19	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756416		1-5-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-20	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756424		1-5-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-21	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756396		1-5-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-22	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756439		1-5-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-23	Rapport Eurofins grondonderzoek - bemestingsonderzoek 756451		1-5-2023 ja, deels	Provincie Overijssel
Z23-9170-24	Eindrapportage: aanvullend bodemonderzoek Oeffelter Meent		12-7-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-25	Dennendiekse - bodem in relatie tot landschapsecologie		8-8-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-26	Eindrapportage: biogeochemisch onderzoek Varkensland <i>status:concept</i>		15-9-2023 ja, deels	n.v.t.
Z23-9170-27	Eindnotitie v2: bodem- en hydrochemisch onderzoek natuurpotenties Kamerik-Teyli Conceptrapportage: bodemonderzoek Chaamse bossen en Strijbeekse heide		11-10-2023 ja, deels	Provincie Utrecht
Z23-9170-28	<i>Status: concept</i>		22-10-2023 ja, deels	BWZ Ingenieurs

## Organische stof gehalte

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	Organische stof gehalte (%w/v) vochtige grond
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	5.1
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	3.6
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	7.6
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	7.6
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	4.4
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	5.6
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	6.7
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	3.7
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	3.5
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	7.0
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	2.9
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	4.0
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	6.7
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	3.2
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	2.6
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	9.2
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	2.5
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	7.4
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	3.4
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	11.3
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	2.8
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	7.0
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	3.8
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	4.9
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	2.7
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	5.3
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	4.2
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	4.5
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	7.3
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	2.5
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	5.7
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	6.9
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	8.2
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	14.3
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	3.5
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	7.0
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	1.6
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	2.5
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	4.5
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	4.7
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	4.8
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	6.3
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	4.3
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	3.5
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	7.3
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	3.5
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	22.0
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	2.1
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	6.6
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	6.8
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	7.5
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	4.9

## Droge stof gehalte - 40 graden

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	Droge stof gehalte (%)	Bulk density nat (g/mL)	Bulk density droog (g/mL)
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	78.7	0.85	0.59
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	79.8	0.91	0.74
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	52.8	0.97	0.51
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	62.8	0.76	0.48
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	73.6	0.76	0.69
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	80.7	0.88	0.78
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	67.5	0.71	0.50
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	79.5	0.88	0.68
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	66.8	0.69	0.46
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	81.9	1.01	0.82
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	69.7	0.65	0.45
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	77.1	0.83	0.68
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	67.8	1.11	0.69
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	80.0	0.83	0.66
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	83.2	0.96	0.79
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	71.7	0.78	0.56
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	79.3	0.94	0.76
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	73.9	0.83	0.62
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	82.5	0.83	0.68
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	70.3	0.81	0.60
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	80.2	0.84	0.67
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	80.7	0.87	0.71
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	70.3	0.83	0.63
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	69.5	0.69	0.47
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	75.3	0.73	0.58
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	70.2	0.71	0.54
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	76.6	0.75	0.58
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	72.2	0.81	0.63
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	79.1	0.92	0.75
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	69.9	0.97	0.49
76	Vaals	16-2	2100315289	BL-2023-2188	76.5	0.90	0.57
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	79.8	0.90	0.71
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	80.3	0.72	0.72
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	76.8	0.97	0.68
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	82.7	0.79	0.79
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	68.0	0.82	0.62
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	81.2	0.89	0.72
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	83.1	0.83	0.67
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	76.3	0.72	0.54
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	82.3	0.86	0.70
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	70.4	0.90	0.69
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	79.6	0.95	0.77
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	68.5	0.92	0.70
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	73.3	0.84	0.68
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	79.0	0.82	0.65
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	81.4	0.94	0.75
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	80.2	0.75	0.58
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	75.7	0.66	0.47
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	82.6	0.87	0.72
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	78.3	0.73	0.56
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	81.3	0.86	0.69
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	76.8	0.72	0.55

## Olsen-P

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	P ( $\mu\text{mol/L}$ ) in vochtige grond
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	302
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	<100
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	179
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	<100
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	133
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	<100
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	298
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	111
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	677
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	348
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	<100
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	<100
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	255
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	960
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	537
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	836
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	984
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	372
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	<100
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	586
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	390
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	118
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	393
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	596
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	122
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	1303
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	443
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	1261
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	1543
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	1559
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	576
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	809
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	462
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	<100
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	<100
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	472
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	205
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	465
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	468
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	364
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	144
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	<100
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	401
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	735
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	1071
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	1077
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	689
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	517
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	111
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	740
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	401
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	444

## ICP Analyse

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	Elementen (mmol/L) in vochtige grond										
					Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn	P	S
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	430.3	48.2	224.1	39.4	68.2	4.95	1.60	76.7	1.72	13.6	34.0
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	556.5	44.2	320.5	49.4	74.2	4.95	1.69	143.2	0.97	6.9	28.6
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	531.7	57.4	339.8	54.8	77.2	2.73	2.57	163.2	2.05	13.3	39.0
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	404.4	33.2	516.6	36.0	60.3	3.05	0.93	118.4	0.77	5.3	16.2
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	369.7	23.2	285.5	59.5	68.9	4.55	0.97	208.6	1.07	11.1	20.6
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	733.7	73.4	439.2	122.9	136.8	5.20	2.22	116.9	1.35	10.8	34.1
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	300.2	26.4	185.2	49.2	55.2	2.19	1.16	133.9	0.99	12.2	20.1
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	457.8	27.7	289.0	76.8	82.7	4.69	1.40	282.3	0.91	8.5	22.4
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	321.6	76.4	158.6	39.9	56.9	4.27	1.68	122.3	1.64	14.3	20.7
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	613.7	60.4	354.8	87.3	102.5	29.22	2.27	138.2	0.65	11.2	22.6
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	462.4	37.5	278.3	37.6	66.5	5.88	4.42	207.2	0.92	17.2	20.6
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	895.2	71.2	459.0	64.0	122.1	10.50	6.65	259.6	0.90	19.1	27.5
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	536.3	47.4	392.8	75.1	95.6	2.19	1.71	70.5	1.27	10.5	45.4
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	391.9	28.8	204.7	45.8	64.5	6.84	1.07	94.5	0.86	10.2	18.8
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	655.6	41.5	288.0	67.4	97.3	14.84	1.96	137.1	0.85	9.4	25.6
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	287.5	28.9	150.9	31.8	44.5	4.88	0.93	40.9	0.75	9.3	20.5
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	511.0	44.9	278.4	59.8	81.1	8.89	1.64	97.2	1.25	14.2	28.3
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	368.2	21.0	183.1	49.0	58.4	3.23	1.40	49.4	0.68	7.7	21.3
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	575.8	28.5	257.9	64.4	88.4	5.19	1.59	71.7	0.63	4.9	19.9
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	351.7	22.1	161.7	46.4	52.4	4.54	1.54	54.2	0.89	9.3	20.9
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	336.7	20.2	157.3	38.8	52.1	5.50	1.09	71.0	0.80	6.2	15.3
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	331.0	19.2	212.3	40.4	63.6	7.79	5.45	306.3	0.61	19.7	14.4
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	476.7	37.6	305.9	56.7	85.9	8.79	6.64	304.1	1.34	31.6	30.1
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	592.7	71.5	317.8	74.2	92.2	4.14	2.15	104.8	2.33	22.6	30.8
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	685.5	66.1	366.1	74.5	107.4	3.25	5.92	179.0	1.75	23.0	26.1
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	548.1	66.3	359.3	137.9	123.4	5.34	2.31	171.3	1.32	18.1	27.1
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	391.2	45.8	360.0	117.4	104.8	1.13	4.48	84.2	0.52	12.2	17.0
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	265.6	21.8	136.4	39.9	44.3	1.73	0.98	47.3	0.43	7.1	15.2
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	522.8	42.8	313.6	86.5	96.5	3.82	6.21	106.4	0.97	25.1	20.0
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	952.2	61.9	481.3	103.5	134.7	13.27	2.74	119.1	1.66	18.6	42.2
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	347.5	23.3	214.2	44.5	62.4	4.47	0.90	108.6	0.54	3.3	16.9
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	644.5	80.9	396.8	112.8	125.6	5.19	1.55	150.4	1.49	16.2	31.4
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	805.5	47.8	387.1	80.1	109.2	8.96	2.40	68.1	1.15	11.8	31.3
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	451.8	26.1	209.5	51.1	66.0	7.96	1.56	91.0	0.97	9.6	24.1
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	486.8	28.3	203.0	50.8	64.3	9.54	1.69	50.0	0.45	4.9	20.2
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	124.9	6.0	53.4	10.3	18.6	1.70	< 0.5	24.5	0.26	< 2	< 5
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	635.3	24.1	273.1	47.4	93.5	9.53	1.44	130.3	0.75	8.4	21.3
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	737.3	25.9	303.1	65.8	86.2	10.25	2.45	128.2	1.11	14.9	37.3
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	401.1	18.8	157.4	33.3	47.0	7.96	1.62	62.9	0.66	9.1	22.0
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	499.4	18.4	235.5	35.2	74.5	7.04	0.98	119.1	0.57	7.4	20.0
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	429.2	13.3	173.3	41.2	59.2	8.07	1.30	66.0	0.62	6.9	17.4
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	370.8	9.7	164.0	33.4	55.9	6.38	0.91	79.2	0.44	4.4	15.1
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	620.3	29.0	220.9	44.7	64.7	8.01	3.69	71.5	0.97	14.7	26.6
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	502.9	33.7	327.9	83.3	91.6	9.57	1.37	312.8	1.40	19.7	27.1
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	475.7	25.3	266.0	66.0	71.8	10.67	1.70	197.0	1.37	22.8	22.2
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	702.9	44.2	378.2	96.3	98.2	15.59	3.00	143.0	2.06	29.3	42.6
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	550.4	36.0	298.5	77.6	75.4	10.59	2.40	19.7	1.47	21.9	34.0
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	496.6	33.7	280.1	77.3	81.6	9.00	1.92	188.3	1.07	14.5	20.5
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	766.4	43.6	337.0	82.9	113.1	20.81	2.48	260.8	0.84	9.2	21.5
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	307.7	31.3	243.8	62.1	68.6	3.97	0.88	47.2	0.81	< 2	< 5
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	420.1	40.2	375.6	107.7	106.6	2.02	0.82	71.4	0.61	5.0	23.7
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	320.2	30.9	334.7	71.3	76.3	2.64	0.74	45.2	0.81	7.2	19.4

## NaCl extract 0.2M: Ammonium-Nitraat-pH

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	Ammonium ( $\mu\text{mol/L}$ ) in vochtige grond	Nitraat ( $\mu\text{mol/L}$ ) in vochtige grond	pH
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	<30	< 20	4.55
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	<30	22	4.50
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	30	26	4.52
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	<30	< 20	5.90
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	<30	< 20	6.25
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	<30	< 20	6.25
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	<30	< 20	5.81
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	<30	< 20	4.73
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	<30	< 20	4.38
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	<30	< 20	4.45
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	<30	< 20	5.01
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	<30	< 20	5.13
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	33	< 20	4.25
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	<30	64	4.77
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	<30	54	4.41
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	<30	57	4.73
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	<30	107	4.29
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	<30	102	4.40
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	<30	< 20	5.76
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	39	78	5.97
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	32	57	4.47
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	<30	< 20	4.49
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	<30	21	4.67
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	<30	< 20	4.45
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	<30	< 20	4.85
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	<30	58	4.25
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	67	< 20	4.38
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	<30	< 20	5.23
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	34	27	4.13
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	93	196	5.39
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	73	120	5.46
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	<30	148	5.52
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	<30	45	5.04
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	36	177	5.57
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	<30	58	4.98
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	58	89	5.79
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	<30	< 20	5.51
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	66	112	5.18
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	698	74	4.58
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	<30	< 20	5.80
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	37	32	4.54
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	<30	< 20	4.84
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	55	159	4.49
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	<30	67	4.12
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	49	125	4.02
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	<30	47	4.47
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	321	< 20	4.42
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	<30	< 20	4.71
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	<30	< 20	4.24
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	<30	97	4.80
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	<30	33	4.87
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	<30	63	4.72

## ICP NaCl extracten

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	Elementen (mmol/L) in vochtige grond									
					Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Si	Zn	P	S
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	0.055	11.8	0.002	0.14	2.43	0.043	2.39	0.0818	< 0.002	0.085
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	0.024	13.8	< 0.001	0.10	1.97	0.005	2.50	0.0365	< 0.002	0.038
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	0.033	11.5	0.004	0.10	2.18	0.050	2.76	0.0804	< 0.002	0.248
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	0.001	9.5	4.22	0.08	1.75	0.315	2.62	0.0065	< 0.002	0.075
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	0.118	4.9	< 0.001	0.07	1.15	0.084	0.86	0.0467	< 0.002	0.022
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	0.041	6.2	< 0.001	0.08	1.34	0.006	1.00	0.0220	< 0.002	0.039
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	0.108	8.7	0.002	0.10	1.93	0.114	1.43	0.0734	< 0.002	0.038
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	0.121	8.6	< 0.001	0.48	1.84	0.061	1.40	0.0455	< 0.002	0.034
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	0.003	11.9	0.001	0.15	1.36	0.004	2.72	0.0071	< 0.002	0.027
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	0.002	14.0	< 0.001	0.25	1.61	< 0.0001	2.32	0.0006	< 0.002	0.183
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	0.118	14.7	0.003	0.08	3.30	0.067	2.61	0.0584	< 0.002	0.047
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	0.042	13.3	< 0.001	0.06	1.61	0.021	2.16	0.0124	< 0.002	0.050
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	0.043	8.5	0.001	0.13	1.74	0.075	1.61	0.0376	< 0.002	0.057
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	0.002	7.7	< 0.001	0.18	2.58	0.001	1.52	0.0057	< 0.002	< 0.005
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	0.003	10.4	< 0.001	0.29	4.34	< 0.0001	3.97	0.0009	< 0.002	< 0.005
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	< 0.001	7.9	< 0.001	0.23	1.83	0.001	1.88	0.0048	< 0.002	< 0.005
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	< 0.001	10.6	< 0.001	0.19	2.43	0.001	2.60	0.0051	< 0.002	< 0.005
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	0.116	8.9	0.001	0.12	2.52	0.016	1.47	0.0482	< 0.002	< 0.005
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	0.060	9.4	< 0.001	0.10	1.95	0.005	1.72	0.0177	< 0.002	< 0.005
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	0.147	8.7	0.001	0.82	2.40	0.012	1.67	0.1042	< 0.002	< 0.005
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	0.058	8.2	0.001	0.13	2.09	0.003	1.76	0.0627	< 0.002	< 0.005
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	0.290	5.5	< 0.001	0.10	1.19	0.010	1.13	0.0256	< 0.002	0.016
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	0.235	8.4	< 0.001	0.14	1.83	0.016	0.14	0.0493	0.002	0.032
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	0.002	14.7	0.001	0.08	2.73	0.002	2.61	0.0143	< 0.002	0.018
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	0.030	11.2	0.005	0.10	1.68	0.021	1.55	0.0057	< 0.002	0.037
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	0.003	14.7	0.001	0.23	4.14	0.002	3.58	0.0089	0.012	0.020
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	0.004	20.8	0.002	0.21	4.72	0.001	6.22	0.0055	0.007	0.022
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	0.005	8.7	0.001	0.40	2.60	0.002	1.98	0.0034	< 0.002	< 0.005
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	0.002	8.3	< 0.001	0.12	2.05	0.001	1.96	0.0015	< 0.002	0.008
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	0.008	18.4	0.004	0.85	2.17	0.000	6.04	0.0014	< 0.002	0.040
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	0.003	18.1	0.001	0.94	2.16	< 0.0001	6.44	0.0010	< 0.002	0.024
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	0.008	12.1	0.003	3.06	1.81	0.000	2.91	0.0011	0.006	0.040
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	< 0.001	15.1	< 0.001	1.43	2.24	0.000	2.08	0.0022	< 0.002	0.008
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	0.199	8.2	< 0.001	0.18	2.14	0.020	1.66	0.0614	< 0.002	0.036
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	0.063	8.6	< 0.001	0.11	1.72	0.012	1.98	0.0205	< 0.002	0.024
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	0.189	6.2	< 0.001	0.23	1.80	0.019	0.94	0.0440	< 0.002	0.039
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	0.254	6.0	0.002	0.10	1.02	0.004	1.27	0.0175	< 0.002	0.034
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	0.886	8.8	0.002	0.28	2.47	0.074	0.25	0.0586	0.004	0.054
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	0.147	3.7	< 0.001	0.18	1.39	0.016	0.82	0.0139	< 0.002	0.062
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	0.235	5.6	< 0.001	0.08	1.31	0.004	0.92	0.0061	< 0.002	0.023
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	1.161	1.5	< 0.001	0.32	0.72	0.026	0.75	0.0196	< 0.002	0.034
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	1.984	1.7	< 0.001	0.80	0.58	0.014	1.37	0.0301	< 0.002	0.065
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	0.258	4.1	< 0.001	0.10	1.07	0.013	0.96	0.0177	< 0.002	0.038
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	0.196	7.0	< 0.001	0.14	1.31	0.026	0.92	0.0434	< 0.002	0.061
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	0.384	6.6	0.001	0.51	1.32	0.054	1.26	0.1002	< 0.002	0.037
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	0.224	6.5	< 0.001	0.30	1.24	0.023	1.27	0.0732	< 0.002	0.034
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	0.108	7.4	< 0.001	0.26	1.57	0.040	0.83	0.0666	< 0.002	0.043
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	0.074	7.6	< 0.001	0.12	1.19	0.018	1.02	0.0284	< 0.002	0.019
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	0.019	8.0	< 0.001	0.08	1.28	0.003	1.38	0.0085	< 0.002	0.011
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	0.041	13.7	< 0.001	0.26	2.63	0.019	2.43	0.0323	< 0.002	< 0.005
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	0.011	16.3	< 0.001	0.15	2.67	0.002	3.11	0.0048	< 0.002	< 0.005
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	0.006	12.4	< 0.001	0.43	2.49	0.004	2.39	0.0159	< 0.002	< 0.005

## Strontium extracten - pH

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	pH
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	4.37
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	4.34
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	4.31
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	4.32
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	4.27
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	4.64
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	4.20
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	4.34
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	5.20
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	5.29
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	4.17
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	4.50
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	4.84
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	4.90
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	5.28
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	4.88
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	5.18
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	4.29
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	4.58
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	4.39
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	4.56
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	4.38
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	4.27
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	4.85
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	4.74
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	4.79
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	5.12
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	4.65
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	4.86
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	5.32
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	5.31
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	5.23
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	5.44
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	4.33
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	4.62
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	4.44
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	4.48
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	4.23
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	4.49
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	4.54
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	4.19
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	4.19
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	4.40
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	4.27
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	4.24
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	4.27
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	4.40
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	4.30
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	4.85
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	4.41
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	4.77
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	4.55

## ICP Analyse - 0.2 M Strontium extracten

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	Elementen (mmol/L) in vochtige grond										
					Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Na	Si	Zn	P	S
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	0.50	20.7	< 0.05	< 0.5	3.85	0.026	0.125	1.01	0.209	< 0.2	< 0.5
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	< 0.1	11.1	< 0.05	< 0.5	1.64	0.004	< 0.1	< 1	0.026	< 0.2	< 0.5
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	0.49	18.4	< 0.05	< 0.5	3.24	0.048	0.326	1.32	0.220	< 0.2	< 0.5
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	0.29	41.5	< 0.05	< 0.5	2.84	0.842	0.224	2.04	0.093	< 0.2	< 0.5
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	1.49	12.3	< 0.05	< 0.5	2.89	0.057	0.138	< 1	0.135	< 0.2	< 0.5
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	0.45	13.1	< 0.05	< 0.5	2.79	0.015	0.126	< 1	0.066	< 0.2	< 0.5
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	1.04	16.5	< 0.05	< 0.5	2.98	0.054	0.123	< 1	0.176	< 0.2	< 0.5
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	1.24	12.9	< 0.05	0.53	3.13	0.050	0.109	1.04	0.121	< 0.2	< 0.5
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	< 0.1	27.2	< 0.05	< 0.5	2.83	< 0.002	0.147	1.25	0.078	< 0.2	< 0.5
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	< 0.1	31.0	< 0.05	< 0.5	2.57	0.002	0.173	1.43	< 0.005	< 0.2	< 0.5
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	1.39	22.8	< 0.05	< 0.5	4.30	0.062	< 0.1	1.09	0.127	< 0.2	< 0.5
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	0.37	14.1	< 0.05	< 0.5	1.80	0.006	< 0.1	1.14	0.101	< 0.2	< 0.5
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	0.42	26.8	< 0.05	< 0.5	4.08	0.055	0.237	1.05	0.087	< 0.2	< 0.5
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	< 0.1	24.6	< 0.05	< 0.5	6.29	0.005	0.213	< 1	0.039	< 0.2	< 0.5
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	< 0.1	22.9	< 0.05	0.65	7.85	< 0.002	0.157	1.44	0.009	< 0.2	< 0.5
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2168	< 0.1	18.8	< 0.05	< 0.5	3.09	0.013	0.190	< 1	0.065	< 0.2	< 0.5
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	< 0.1	28.3	< 0.05	0.53	5.61	0.006	0.296	1.39	0.055	< 0.2	< 0.5
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2169	1.48	23.4	< 0.05	< 0.5	4.79	0.036	0.193	< 1	0.130	< 0.2	< 0.5
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	0.44	27.6	< 0.05	< 0.5	4.39	0.011	0.176	< 1	0.037	< 0.2	< 0.5
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	0.84	14.5	< 0.05	1.61	3.18	0.019	0.320	< 1	0.183	< 0.2	< 0.5
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	0.50	20.1	< 0.05	4.53	3.73	0.008	2.828	< 1	0.216	< 0.2	< 0.5
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	2.02	13.2	< 0.05	< 0.5	1.84	0.014	0.102	< 1	0.043	< 0.2	< 0.5
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	1.91	13.3	< 0.05	< 0.5	2.30	0.016	0.131	< 1	0.080	< 0.2	< 0.5
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	< 0.1	31.9	< 0.05	< 0.5	4.11	0.004	< 0.1	1.26	0.129	< 0.2	< 0.5
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	0.19	18.3	< 0.05	< 0.5	2.74	0.005	< 0.1	< 1	0.011	< 0.2	< 0.5
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	< 0.1	39.3	< 0.05	0.79	8.90	0.006	0.231	1.57	0.059	< 0.2	< 0.5
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	< 0.1	40.2	< 0.05	< 0.5	8.56	< 0.002	0.168	2.43	0.013	< 0.2	< 0.5
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	0.21	20.8	< 0.05	1.23	5.19	0.009	0.351	< 1	0.027	< 0.2	< 0.5
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	< 0.1	28.1	< 0.05	< 0.5	6.80	0.004	< 0.1	1.65	0.016	< 0.2	< 0.5
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	< 0.1	36.0	< 0.05	2.71	4.23	< 0.002	0.120	1.83	0.015	< 0.2	< 0.5
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	< 0.1	49.5	< 0.05	1.62	6.04	< 0.002	0.225	2.37	0.016	< 0.2	< 0.5
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	< 0.1	23.6	< 0.05	6.83	3.38	< 0.002	< 0.1	1.28	0.008	< 0.2	< 0.5
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	< 0.1	27.1	< 0.05	2.97	3.71	< 0.002	0.158	1.16	0.026	< 0.2	< 0.5
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	1.62	11.1	< 0.05	< 0.5	3.11	0.039	0.161	< 1	0.129	< 0.2	< 0.5
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	0.30	13.4	< 0.05	< 0.5	2.55	0.005	< 0.1	1.02	0.023	< 0.2	< 0.5
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	1.35	10.3	< 0.05	0.97	3.16	0.029	0.206	< 1	0.083	< 0.2	< 0.5
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	1.82	13.6	< 0.05	< 0.5	1.95	0.007	0.135	< 1	0.034	< 0.2	< 0.5
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	5.86	14.8	< 0.05	< 0.5	2.61	0.078	0.184	< 1	0.074	< 0.2	< 0.5
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	1.70	9.0	< 0.05	< 0.5	2.06	0.023	0.348	< 1	0.034	< 0.2	< 0.5
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	2.45	13.3	< 0.05	< 0.5	2.46	0.007	0.239	< 1	0.009	< 0.2	< 0.5
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	5.06	11.0	< 0.05	0.81	0.44	0.014	< 0.1	< 1	0.021	< 0.2	< 0.5
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	6.53	14.2	< 0.05	1.23	0.73	0.028	< 0.1	< 1	0.046	< 0.2	< 0.5
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	1.48	6.6	< 0.05	< 0.5	1.94	0.025	0.144	< 1	0.041	< 0.2	< 0.5
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	11.19	14.8	0.097	4.27	5.18	0.083	0.216	36.5	0.098	< 0.2	< 0.5
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	2.28	10.1	< 0.05	0.95	1.85	0.069	0.154	< 1	0.177	< 0.2	< 0.5
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	1.84	14.6	< 0.05	0.65	2.59	0.036	0.103	1.29	0.194	< 0.2	< 0.5
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	1.03	18.1	< 0.05	0.58	3.19	0.039	0.325	< 1	0.164	< 0.2	< 0.5
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	0.90	17.7	< 0.05	< 0.5	2.39	0.038	0.136	< 1	0.097	< 0.2	< 0.5
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	0.13	16.7	< 0.05	< 0.5	2.59	0.006	< 0.1	1.13	0.009	< 0.2	< 0.5
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	0.53	29.1	< 0.05	1.48	4.88	0.067	1.615	1.05	0.115	< 0.2	0.80
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	< 0.1	42.8	< 0.05	< 0.5	6.34	0.010	0.199	1.47	0.020	< 0.2	< 0.5
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	0.17	31.3	< 0.05	2.30	5.84	0.022	0.276	< 1	0.084	< 0.2	< 0.5

## ICP Analyse oxalaat extract

Volgnummer	Gebied	Antea nr.	Barcode	BL-code	Elementen (mmol/L) in vochtige grond									
					Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	Si	Zn	P	S
46	Vaals	1-1	2100315507	BL-2023-2182	7.85	0.121	14.8	0.34	1.32	0.47	10.2	0.101	0.73	0.44
47	Vaals	1-2	2100315296	BL-2023-2181	5.85	0.191	15.2	0.11	1.98	0.94	10.4	0.061	0.41	0.62
48	Vaals	2-1	2100315297	BL-2023-2196	7.70	0.169	37.0	0.38	2.82	0.91	19.6	0.298	1.41	1.27
49	Vaals	2-2	2100315249	BL-2023-2194	3.58	0.148	68.9	0.06	1.67	0.58	33.4	0.083	0.51	0.89
50	Vaals	3-1	2003566088	BL-2023-2193	7.24	0.135	14.3	0.17	1.49	1.06	7.2	0.083	1.17	0.69
51	Vaals	3-2	2003566079	BL-2023-2192	6.47	0.190	14.7	0.19	2.50	1.36	7.7	0.081	0.73	0.84
52	Vaals	4-1	2003566077	BL-2023-2195	6.76	0.102	14.9	0.36	1.25	0.33	6.5	0.083	1.77	0.57
53	Vaals	4-2	2003566086	BL-2023-2197	5.72	0.141	10.5	0.71	1.40	0.38	5.7	0.048	0.09	0.03
54	Vaals	5-1	2100315455	BL-2023-2198	3.97	0.144	12.6	0.40	1.58	0.56	16.0	0.166	2.50	0.61
55	Vaals	5-2	2100315504	BL-2023-2199	6.57	0.144	17.8	3.80	3.20	1.30	34.7	0.138	0.01	0.12
56	Vaals	6-1	2100315454	BL-2023-2213	8.35	0.124	22.3	0.13	2.09	1.20	10.7	0.074	0.01	0.09
57	Vaals	6-2	2100315503	BL-2023-2214	5.88	0.102	7.2	0.06	0.98	0.39	6.8	0.019	0.21	0.32
58	Vaals	7-1	2100315453	BL-2023-2180	4.86	0.205	19.1	0.42	2.43	0.43	7.1	0.100	1.01	0.93
59	Vaals	8-1	2100315435	BL-2023-2174	9.65	0.211	15.6	0.59	3.83	2.87	3.3	0.090	3.73	0.44
60	Vaals	8-2	2100315289	BL-2023-2173	9.91	0.245	14.8	0.76	5.12	2.87	7.4	0.054	2.54	0.41
61	Vaals	9-1	2100315485	BL-2023-2188	8.69	0.201	22.4	1.83	2.49	2.62	3.9	0.201	5.45	0.51
62	Vaals	9-2	2100315298	BL-2023-2167	8.10	0.253	25.0	0.98	3.24	3.42	4.5	0.186	6.39	0.53
63	Vaals	10-1	2100315436	BL-2023-2189	10.17	0.222	21.3	0.53	3.40	1.45	2.7	0.130	2.94	0.49
64	Vaals	10-2	2100315447	BL-2023-2171	14.54	0.228	16.8	0.46	3.75	1.78	4.8	0.072	1.53	0.49
65	Vaals	11-1	2100315230	BL-2023-2172	17.17	0.248	42.5	1.53	2.54	5.28	3.6	0.335	9.37	0.99
66	Vaals	11-2	2100315279	BL-2023-2170	15.35	0.223	35.8	0.76	3.06	4.80	5.0	0.328	6.37	0.77
67	Vaals	12-1	2003566342	BL-2023-2210	6.31	0.183	6.9	0.07	0.89	1.18	3.6	0.024	0.01	< 0.005
68	Vaals	12-2	2100315277	BL-2023-2211	7.60	0.168	13.1	0.20	1.36	1.23	3.1	0.056	0.95	0.33
69	Vaals	13-1	2003566336	BL-2023-2209	6.93	0.085	14.7	0.14	1.38	0.48	12.7	0.077	0.31	0.10
70	Vaals	13-2	2003566327	BL-2023-2212	5.56	0.147	17.2	0.05	1.68	0.16	8.4	0.030	0.01	0.02
71	Vaals	14-1	2003566325	BL-2023-2207	4.15	0.152	12.4	0.53	5.55	0.95	12.5	0.144	2.90	0.55
72	Vaals	14-2	2003566349	BL-2023-2208	6.01	0.163	8.0	0.38	5.75	0.64	25.7	0.079	1.01	0.45
73	Vaals	15-1	2003566360	BL-2023-2166	13.94	0.194	11.5	0.66	4.08	1.16	3.7	0.064	5.01	0.45
74	Vaals	15-2	2003566351	BL-2023-2206	14.26	0.196	12.2	0.98	4.33	1.20	17.4	0.056	4.20	0.85
75	Vaals	16-1	2100315148	BL-2023-2191	5.72	0.187	10.6	0.29	1.86	1.62	15.9	0.030	1.08	0.67
76	Vaals	16-2	2100315269	BL-2023-2188	7.03	0.192	11.6	0.36	5.22	1.03	36.0	0.129	1.28	0.79
77	Vaals	17-1	2100315266	BL-2023-2189	10.31	0.161	14.7	3.37	2.17	2.34	14.0	0.092	3.00	0.80
78	Vaals	17-2	2100315152	BL-2023-2190	7.96	0.175	11.6	1.36	2.22	1.89	12.5	0.062	1.34	0.70
79	Vaals	18-1	2100315153	BL-2023-2186	8.24	0.221	13.1	0.37	1.73	2.26	4.8	0.086	1.90	0.93
80	Vaals	18-2	2100315227	BL-2023-2187	9.19	0.188	14.6	0.12	1.77	2.94	9.1	0.043	1.50	0.85
81	Vaals	19-1	2003566114	BL-2023-2178	11.87	0.179	16.7	0.38	1.87	1.82	4.9	0.071	1.60	0.55
82	Vaals	19-2	2003566092	BL-2023-2179	16.11	0.228	15.8	0.10	1.22	2.72	8.8	0.032	1.34	0.74
83	Vaals	20-1	2100315264	BL-2023-2176	20.86	0.205	14.5	0.35	1.84	2.36	3.0	0.060	1.83	0.66
84	Vaals	21-1	2100315245	BL-2023-2175	20.31	0.199	21.1	0.58	2.69	2.22	2.7	0.067	4.25	0.76
85	Vaals	21-2	2100315294	BL-2023-2177	27.77	0.237	18.8	0.40	2.05	3.74	3.2	0.044	3.21	0.78
86	Vaals	22-1	2100315483	BL-2023-2185	18.11	0.258	10.7	0.64	0.70	1.98	5.5	0.032	1.08	0.78
87	Vaals	22-2	2100315434	BL-2023-2183	12.99	0.252	8.1	0.54	0.33	1.61	8.1	0.022	0.95	0.70
88	Vaals	23-1	2100315484	BL-2023-2184	18.50	0.167	18.9	0.28	1.36	2.29	5.1	0.054	3.18	1.04
89	Vaals	24-1	2100315265	BL-2023-2204	9.34	0.077	8.3	0.36	0.67	1.02	5.9	0.042	1.68	0.37
90	Vaals	25-1	2100315149	BL-2023-2203	11.35	0.177	17.8	0.71	0.99	2.48	5.3	0.127	4.92	0.82
91	Vaals	25-2	2100315248	BL-2023-2205	9.91	0.228	20.1	0.36	1.36	3.59	4.9	0.165	3.94	0.78
92	Vaals	26-1	2003566075	BL-2023-2202	10.18	0.166	23.4	0.50	1.65	2.49	5.5	0.144	4.31	0.85
93	Vaals	27-1	2100315348	BL-2023-2201	5.97	0.164	15.3	0.35	1.58	2.46	6.3	0.074	1.88	0.72
94	Vaals	27-2	2100315250	BL-2023-2200	6.08	0.138	4.2	0.17	0.95	1.14	6.3	0.008	0.29	0.45
95	Vaals	28-1	2100315288	BL-2023-2163	4.58	0.182	16.8	0.38	2.47	1.10	3.7	0.099	3.06	0.33
96	Vaals	28-2	2100315270	BL-2023-2164	6.87	0.234	17.3	0.45	3.75	1.60	6.2	0.100	2.13	0.35
97	Vaals	29-1	2100315239	BL-2023-2165	12.19	0.285	60.9	2.03	7.99	2.13	14.2	0.295	4.67	0.98



# BODEMCHEMISCH ONDERZOEK NAAR ONTWIKKELMOGELIJKHEDEN STIKSTOFGEVOELIGE HABITATS IN EEN AANTAL PERCELEN NABIJ VAALS



- *Eindrapportage* -

Opdrachtgever: Staatsbosbeheer • Auteurs: [J] [J] [J]  
[J] & [J] • Projectnummer: PR-22.084 • Rapportnummer: RP-22.084.22.87 •  
Datum: 30-1-2023

*Titel rapport:*

*Bodemchemisch onderzoek naar ontwikkelmogelijkheden stikstofgevoelige habitats in een aantal percelen nabij Vaals*

*Auteurs:*



*Opdrachtgever:*

*Staatsbosbeheer*

*Rapportnummer:*

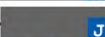

*RP-22.084.22.87*

*Contactgegevens:*

*Onderzoekcentrum B-WARE B.V.  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Mercator III, Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen*


*Contactpersoon:*



*Tel: 024-*  

*@b-ware.eu*

*www.b-ware.eu*

*Kaft: Indruk van locatie 56 en locatie 24 (Foto gemaakt door )*

Niets uit dit rapport mag worden gereproduceerd, opnieuw vastgelegd, vermenigvuldigd of uitgegeven door middel van druk, fotokopie, microfilm, langs elektronische of elektromagnetische weg of op welke andere wijze dan ook zonder schriftelijke toestemming van de auteurs en de opdrachtgever. Het is voor de opdrachtgever wel toegestaan de inhoud van deze rapportage met bronvermelding, te gebruiken voor andere publicaties.

## Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding</b> .....	<b>1</b>
1.1 Achtergrond .....	1
1.2 Referentiewaarden hellingschraallanden Zuid-Limburg.....	1
<b>2. Materiaal &amp; Methode</b> .....	<b>3</b>
2.1 Terugbrengen zoekgebied.....	3
2.2. Verzamelen bodemonsters .....	5
2.3 Chemische analyses .....	5
2.4 Berekenen verschravingsduur .....	6
<b>3. Resultaten</b> .....	<b>9</b>
3.1 Inleiding.....	9
3.2 Algemene beschrijving van de boorlocaties .....	9
3.3 Algemene bodemchemie .....	10
3.4 Kansen voor ontwikkeling van heischraal grasland .....	13
<b>4. Conclusies &amp; Advies</b> .....	<b>19</b>
<b>Literatuur en bijlagen</b> .....	<b>21</b>



# 1. Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Staatsbosbeheer (SBB) heeft Onderzoekcentrum B-WARE gevraagd om een onderzoek uit te voeren om te bepalen of- en welke stikstofgevoelige habitattypen ontwikkeld kunnen worden op een aantal percelen nabij Vaals in Zuid-Limburg. De focus licht hierbij op mogelijkheden om de habitattypen heischrale graslanden (H6230), kalkgraslanden (H6210) en het leefgebied droog struisgrasland (Lg09) te ontwikkelen. Mogelijk zijn er ook kansen voor ruigten en zomen (droge bosranden, H6430C). Doel van dit onderzoek is het bepalen van kansen en knelpunten in de percelen voor ontwikkeling van de hiervoor genoemde vegetatietypen, en het benoemen van concrete maatregelen om aanwezige kansen te benutten.

Om de bodemchemische metingen zo gericht mogelijk in te kunnen zetten, is eerst een verkennend vooronderzoek uitgevoerd. Tijdens dit verkennende vooronderzoek werd de bodemopbouw van de te onderzoeken percelen beschreven en werd een globaal beeld van de vegetatie gevormd. De bevindingen van dit vooronderzoek zijn bijgevoegd als bijlage (Bijlage 1).

Vervolgens is op basis van dit vooronderzoek, en na overleg met SBB, een selectie gemaakt van de te onderzoeken percelen. De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in deze rapportage.

## 1.2 Referentiewaarden hellingschraallanden Zuid-Limburg

De gevraagde habitattypen en leefgebieden worden gekenmerkt door een lage voedselrijkdom (zowel fosfor als stikstof), en een relatief hoge bodembuffering waarbij de calciumbeschikbaarheid en de aanwezigheid van een kalklaag (ontwikkeling richting kalkgrasland) of oppervlakkig vuursteeneluvium (ontwikkeling richting heischrale vegetatietypes) deels bepalen welke richting het terrein ontwikkelt (Noordwijk *et al.*, 2013). Op basis van de referentiedatabase van Onderzoekcentrum BWARE (GRIP) en literatuur (o.a. Smits *et al.*, 2009; Noordwijk *et al.*, 2013; Noordwijk *et al.*, 2015 en Weijters *et al.*, 2015) zijn in tabel 1.1 enkele ranges voor referentiewaarden aangegeven voor heischrale graslanden en kalkgraslanden op kalksteen in Zuid-Limburg. In deze tabel worden ook de ranges gegeven die gemeten worden in heischrale graslanden in het droog zandlandschap in Nederland en Vlaanderen. Voor heischrale graslanden en kalkgraslanden kan een Olsen-P streefconcentratie aangehouden worden van 300 tot 400  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P (Weijters *et al.*, 2014, 2015; Vangansbeke *et al.*, 2017). In deze rapportage wordt uitgegaan van een Olsen-P streefconcentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Een Olsen-P-concentratie tussen de 400 en 500  $\mu\text{mol/l}$  wordt ook als kansrijk gezien, mits vervolfbeheer wordt uitgevoerd, zoals maaien en afvoeren of adequate begrazing met mergellandschappen (Nijssen *et al.*, 2016).

Tabel 1.1 Overzicht van referentiewaarden voor soortenrijke kalkgraslanden en heischrale graslanden in Zuid-Limburg en heischraal grasland op de pleistocene zandgronden in Nederland en Vlaanderen (referentiedatabase B-WARE (GRIP) en o.a. Smits et al., 2009, Noordwijk et al., 2013, Noordwijk et al., 2015, Weijters et al., 2015 en Vangansbeke et al., 2017). pH, beschikbaar calcium en ammonium in  $\mu\text{mol/l}$  bodem uit een zoutextract (NaCl), plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in  $\mu\text{mol/l}$  bodem en totaal calcium en fosfaat in  $\text{mmol/l}$  bodem gemeten met een destructie.

Natuurtype	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\text{mmol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\text{mmol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
	pH-NaCl	Beschikbaar-Ca	Ca-totaal	Olsen-P	P-totaal	$\text{NH}_4\text{-NaCl}$
Kalkgrasland (Zuid-Limburg)	7,0-7,9	10.000-25.000	400-1600	100-400	8,0-11,0	<200
Heischraal grasland (Zuid-Limburg)	4,5-6,0	3000-10.000	20-250	100-400	2,5-7,0	<200
Heischraal grasland (droog zandlandschap)	3,8-5,0	2250-6000 (12.000)		100-400		<200

## 2. Materiaal & Methode

### 2.1 Terugbrengen zoekgebied

In de eerste fase van het onderzoek werd het zoekgebied teruggebracht van 48 ha naar 20 ha, waar een verkennend bodemchemisch onderzoek werd uitgevoerd. Op basis van de gebruikshistorie (topotijdreis.nl), de gebiedskennis van [REDACTED] (ecoloog van Staatsbosbeheer) en bodem- en reliëfkaarten werd bepaald welke terrein(delen) het meest kansrijk waren voor ontwikkeling van met name heischraal grasland of kalkgrasland. Vervolgens werden op 4 en 5 juli 2022 op 55 locaties bodemboringen uitgevoerd en werd het bodemprofiel beschreven (bijlage 1), waarbij de aanwezigheid en dikte van een duidelijke bouwvoor werden genoteerd en werd vastgelegd of en op welke diepte er sprake was van een moeilijk doordringbare laag (kalkgesteente of vuursteeneluvium). Daarnaast werd de indruk van de vegetatie in de percelen beschreven (bijlage 1).

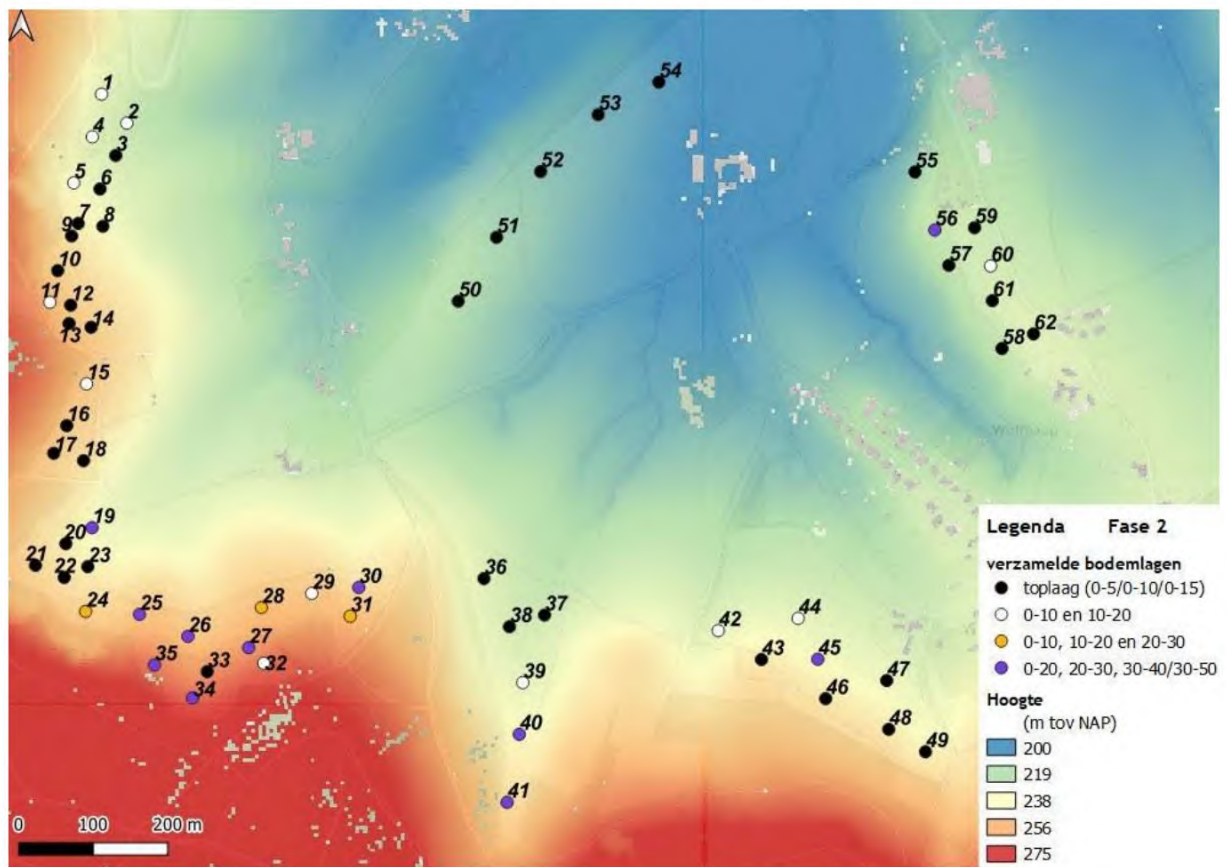


Figuur 2.1 Ligging van de 55 boorlocaties in de geselecteerde percelen voor het verkennend onderzoek (Fase 1).

Op basis van het verkennend onderzoek werd in overleg met Staatsbosbeheer een definitief boorplan opgesteld voor Fase 2 (figuur 2.2).



Figuur 2.2 Boorlocaties in de geselecteerde percelen voor het bodemchemisch onderzoek in Fase 2.



Figuur 2.3 Overzicht van de verzamelde bodemlagen per boorlocatie op een hoogtekaart.

## 2.2. Verzamelen bodemmonsters

Voor Fase 2 werden vervolgens op 21 en 25 juli op 62 locaties bodemmonsters verzameld van één of meerdere bodemlagen, afhankelijk van de diepte van de stenige laag en het boorprofiel. De boringen werden uitgevoerd met handkracht, tot de diepte waarop dat niet meer mogelijk was door de aanwezigheid van stenige/kalklagen of tot maximaal 50 cm onder maaiveld. Op 35 locaties, waar de stenige laag dicht aan de oppervlakte ligt, werd de bodem op een diepte van 0-5, 0-10 of 0-15 cm bemonsterd. Op de andere 27 locaties werd de bodem bemonsterd per 10 cm afhankelijk van de diepte van de stenige laag. Op locaties waar de stenige laag dieper dan 40 of 50 cm lag, werd de bodem op een diepte van 0-20, 20-30 en 30-40 cm verzameld (figuur 2.3). In totaal werden 102 bodemmonsters verzameld. Op de verzamelde bodems werden de volgende analyses uitgevoerd:

- Bepalen organische-stofgehalte en massavolume;
- Bepalen bodem pH, beschikbaarheid van Ca, K, Mg en Al; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-concentraties door middel van een zoutextractie (0,2 M NaCl);
- Bepalen van de totale gehalten aan P, Ca, K en Mg in de bodem door middel van een HNO<sub>3</sub>-destructie;
- Bepalen van de voor planten beschikbare fosfaatconcentratie door middel van een Olsen-P extractie.

## 2.3 Chemische analyses

### *Vochtpercentage, organisch stofgehalte en bodemdichtheid*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kon worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

### *Destructie*

Door de bodem te destrukeren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

### *Olsen-P*

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie plantbeschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol/l natriumbicarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

*Zoutextractie*

Met een zoutextractie kunnen de vrij in de bodem aanwezige ionen of de zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol/l NaCl) of 50 ml demiwater gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

*Elementenanalyse (ICP en auto-analyzers)*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-OES, ICAP 6300, Thermo Fisher Scientific of, ARCOS MV, Spectro). De concentraties nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride ( $\text{Cl}^-$ ) werd colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide.

**2.4 Berekenen verschrallingsduur**

Indien er sprake is van een te hoge voedselrijkdom, kan gekozen worden om te verschrallen. Verschralling kan plaatsvinden door maaien en afvoeren, uitmijnen of het verwijderen van de fosfaatrijke toplaag. Om te kunnen bepalen of verschralling via maaien en afvoeren of uitmijnen binnen een redelijke termijn te realiseren is, werd op basis van de Olsen-P en totaal-P concentratie een indicatieve verschrallingsduur berekend.

De verschrallingsduur voor maaien en afvoeren is berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ( $(0,5/10) \times 100$ ). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ( $(0,5/5) \times 100$ ). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie in dit onderzoek gesteld op 4 mmol/l. Voor uitmijnen kan de verschrallingsduur op dezelfde wijze berekend worden, maar dan wordt uitgegaan van een P-afvoer van 40 kg hectare per jaar. Deze afvoer kan gehaald worden met uitmijnen met grasklaver in combinatie met kalibemesting of een productieve graszode in combinatie met stikstof- en kalimesting, maar de daadwerkelijke onttrekking is afhankelijk van de omstandigheden (o.a. effectiviteit en hydrologie).

Per perceel wordt de berekende indicatieve verschrallingsduur via maaien en afvoeren gegeven. Uitmijnen gaat vier keer zo snel. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. In dit gebied werd op veel locaties na 10 of 20 cm bodem een stenige laag

aangetroffen. In dat geval werd de verschralingsduur berekend op basis van de dikte van de bodemlaag boven de stenige laag, dus 5, 10, 15 of 20 cm.

Hierbij dient men te beseffen dat uitmijnen op zeer kalkrijke gronden nog nauwelijks is gevolgd, waardoor de hier gebruikte algemene berekening net als voor maaien en afvoeren mogelijk niet volledig passend is. Uitmijnen kan ook worden uitgevoerd in akkerbeheer, dit kan sneller werken dan uitmijnen via een gras-klover mengsel, en ook landschappelijk voor een interessant mozaïek in structuur zorgen. Met uitmijnen in akkerbeheer is echter nog helemaal geen goed gedocumenteerde ervaring in het Limburgse heuvelland.



### 3. Resultaten

#### 3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het bodemchemisch onderzoek uit Fase 2 beschreven. Hierbij werden de gegevens vergeleken met de in tabel 1.1 gegeven referentiewaarden voor ontwikkeling van heischraal grasland of kalkgrasland. Op basis van de streefconcentraties voor fosfaat van deze twee doeltypen werd ook de verschralingstermijn via uitmijnen of maaien en afvoeren berekend. Op basis van deze gegevens worden knelpunten benoemd en worden herstelmaatregelen voorgesteld. Herstelmaatregelen kunnen het afschrapen/plaggen/ontgronden van de voedselrijke bodemlaag zijn of verschralen door maaien en afvoeren of uitmijnen (inclusief indicatie verschralingstermijnen). Daarnaast kan worden geadviseerd de zode te openen en doelsoorten in te brengen.

#### 3.2 Algemene beschrijving van de boorlocaties

De boorlocaties waren alle gelegen in voormalige landbouwpercelen, waarbij locatie 50, 51, 52 en 53 nog recent in agrarisch gebruik waren (2017, topotijdreis.nl). De boorlocaties waren alle gelegen in graslandpercelen, waarvan een deel recent gemaaid was. Er werd nergens kalksteen aangetroffen. Op het merendeel van de locaties werd een ondoordringbare laag met vuursteeneluvium aangetroffen op een diepte van 5 tot 20 cm onder maaiveld. Op tien locaties werd de stenige laag dieper aangetroffen (op 25 tot 40 cm diepte). Op locatie 19, 27, 30, 34 en 56 werd de stenige laag niet binnen 50 cm aangetroffen (figuur 3.1).



Figuur 3.1 Diepte van de stenige laag (vet gedrukt) in cm per boorlocatie (in wit).



*Figuur 3.2 Indruk van locatie 59-62 (linksboven), locatie 33 (rechtsboven), locatie 5, 8 (linksonder) en 19-24 (rechtsonder).*

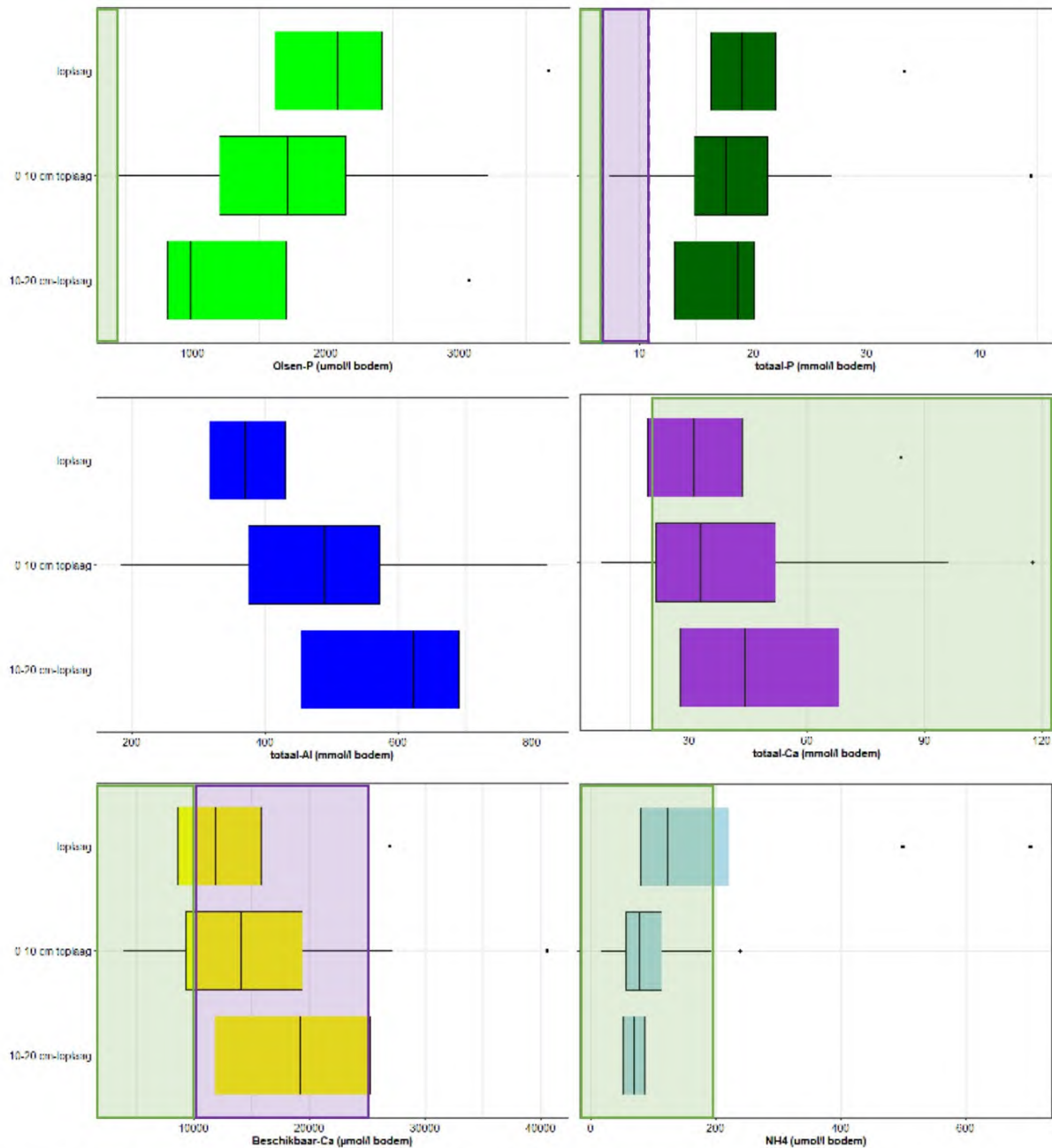
### 3.3 Algemene bodemchemie

In goed ontwikkelde heischrale graslanden en kalkgraslanden is de voor plantenbeschikbare fosfaatconcentratie (Olsen-P) lager dan 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Uit dit bodemchemisch onderzoek komt naar voren dat de toplaag van de bodem (0-5/0-10/0-15 of 0-20 cm) over het algemeen sterk verrijkt was met plantbeschikbaar fosfaat (gemiddeld 2049  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P) en totaal-P (gemiddeld 19 mmol/l bodem). Dit betekent dat de Olsen-P concentratie in de toplaag op alle bemonsterde plekken te hoog is voor directe ontwikkeling van heischraal- of kalkgrasland. Ook in de onderliggende bodemlaag waren de Olsen-P concentraties op bijna alle locaties nog te hoog voor ontwikkeling van heischraal grasland of kalkgrasland (figuur 3.1).

De bodem was sterk lemig met een hoog totaal-Al gehalte van 179 tot 823 mmol/l bodem en sterk ijzerhoudend met totaal-Fe concentraties van 150 tot 600 mmol/l bodem. In de bodem werden totaal-Ca concentraties gemeten van 8 tot 118 mmol/l bodem, daarmee vielen de bemonsterde locaties voor het merendeel binnen de range voor heischraal grasland (20-250 mmol/l totaal-Ca). Voor de ontwikkeling van kalkgrasland waren de gemeten totaal-Ca concentraties overal veel te laag. De beschikbare Ca-concentraties vielen over het algemeen binnen de ranges voor heischraal grasland (3000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ ) of kalkgrasland (10.000-25.000  $\mu\text{mol/l}$ ) met concentraties van circa 3400 tot 40.000  $\mu\text{mol/l}$  bodem. In de toplaag van de bodem werd een pH-NaCl gemeten van 3,5 tot 5,3, deze viel daarmee ver buiten de range voor kalkgrasland (7,0-7,9). De pH-NaCl lag deels ook onder de range voor heischraal grasland in Zuid-limburg (4,5-6,0), maar wel binnen de range voor heischraal grasland op zandgrond of leem (zoals de Kleine startbaan). Ook in de onderliggende bodemlaag was de pH-NaCl vaak lager dan de voor heischraal grasland in het heuvelland gewenste 4,5.

Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het niet alleen van belang dat de fosfaatconcentraties laag genoeg zijn, maar ook de concentratie stikstof mag niet te hoog zijn. Op de bemonsterde locaties werden over het algemeen lage nitraat- en ammoniumconcentraties gemeten (<200  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Lokaal werden verhoogde ammoniumconcentraties in de bodem gemeten tot 705  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Dat betekent dat stikstof, op een enkele uitzondering na, geen knelpunt voor ontwikkeling van schraalgraslanden vormt.

In onderstaande alinea's zullen de kansen voor natuurontwikkeling gericht zijn op ontwikkeling van heischraal grasland, aangezien de totaal-Ca concentratie en pH-NaCl te laag is voor kalkgrasland.



Figuur 3.3 Boxplots van de Olsen-P, totaal-P, -Al, -Ca en beschikbare Ca- en NH<sub>4</sub>-concentraties van de geanalyseerde bodems ingedeeld in de toplaag (0-10/0-15 of 0-20 cm) (n=62), 0-10 cm-toplaag (n=26) en 10-20 cm-toplaag (n=14). De Box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De Whiskers (horizontale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer. Het groene vlak geeft de ranges voor heischraal grasland weer en het paarse vlak voor kalkgrasland (tabel 1.1).

### 3.4 Kansen voor ontwikkeling van heischraal grasland

In deze paragraaf worden op basis van de bodemchemie de kansen voor ontwikkeling van heischraal grasland per cluster van locaties besproken.

#### Locaties met een stenige laag binnen 20 cm diepte

Op 46 van de 62 locaties werd binnen een diepte van 5 tot 20 cm een stenige laag aangetroffen (figuur 3.1). Op al deze locaties was de toplaag van de bodem (0-5/0-10/0-15 cm) te fosfaatrijk voor ontwikkeling van heischraal grasland met concentraties van 1077 tot 3670  $\mu\text{mol/l}$  bodem en totaal-P concentraties van 10 tot 33 mmol/l bodem (tabel 3.1 en 3.2). Ook in de 10-20 cm bodemlaag bleef de fosfaatrijksdom in de bodem veel te hoog voor ontwikkeling van heischraal grasland met Olsen-P concentraties hoger dan 1200  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De ammoniumconcentraties in de bodem waren (licht) verhoogd op 17 van de 48 locaties met concentraties van 207 tot 704  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Met name op locatie 51 (recent in landbouwkundig gebruik geweest) werd een zeer hoge ammoniumconcentratie in de bodem gemeten van 704  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De nitraatconcentraties waren over het algemeen laag (<200  $\mu\text{mol/l}$  bodem), met uitzondering van locatie 2, 6, 11, 15, 23 en 48 met een licht verhoogde  $\text{NO}_3$ -concentratie van 200 tot 293  $\mu\text{mol/l}$  bodem.

Op basis van de toplaag duurt verschrallen door middel van maaien en afvoeren of traditioneel uitmijnen met een gras-klaver mengsel lang, circa 6 tot 52 jaar uitmijnen of meer dan 25 tot 200 jaar maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van heischraal grasland (tabel 3.1 en 3.2). Op locatie 18, 33, 36, 37, 38, 50 en 57 kan door middel van 6 tot 10 jaar uitmijnen de P-beschikbaarheid verlaagd worden tot de streefconcentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem voor heischraal grasland. Op 25 locaties is circa 10 tot 20 jaar uitmijnen nodig om de P-beschikbaarheid te verlagen tot binnen de ranges voor heischraal grasland.

Een andere mogelijkheid is uitmijnen met een combinatie van K en N additie. Hiermee wordt momenteel geëxperimenteerd in Vlaanderen (Altenbroek, Natuurpunt), maar deze proeven lopen nog niet lang genoeg om daar conclusies aan te verbinden.

Op 14 locaties duurt verschraling via uitmijnen tot een P-concentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem meer dan 20 jaar. Voor deze 14 locaties wordt geadviseerd om de doelstelling aan te passen en in te zetten op ontwikkeling van kruidenrijk grasland door te sturen op stikstoflimitatie door te maaien en af te voeren. Hierbij zal een zeer stikstof-arme maar relatief fosfaatrijke situatie ontstaan. Dit is onnatuurlijk, en hoe de vegetatie zich zal ontwikkelen in een dergelijke situatie met een zeer lage N/P-ratio is nog onbekend (Loeb et al., 2022).

Op 30 van de 46 locaties werd een lagere pH-NaCl gemeten dan in de heischrale graslanden op het kalk in Zuid-Limburg. Op deze locaties zal de vegetatie zich mogelijk eerder ontwikkelen richting een heischraal grasland type vergelijkbaar met dat op zand- of leemgrond (zoals de Kleine startbaan) met een pH-NaCl van 3,8 tot 5,0. In het verleden (<1940) kwam op het vuursteeneluvium in Zuid-Limburg een heischraal vegetatietype voor met o.a. Valkruid (*Arnica montana*). Deze heischrale componenten zijn echter slecht beschreven, waardoor er nu geen duidelijke vegetatie-referentiebeeld bestaat voor het heischrale grasland op vuursteeneluvium. Recentelijk zijn er proeven uitgevoerd in Vlaanderen waarbij delen van een helling zijn afgeplagd tot het vuursteen. Hier ontstond een vegetatie met voornamelijk struikhei (langlevende zaadbank), met typische soorten kenmerkend voor het zeer goed gebufferde heischrale milieu (mededeling   op basis van een excursie met het DT heuvelland).

Geadviseerd wordt dan ook om (grote) delen van de terreinen af te plaggen tot de stenige laag (circa 5-20 cm). Uit kleinschalige proeven in het kader van het OBN-project "uitbreiding van heischrale graslanden" (Smits et al., 2021) bleek dat het afplaggen van 10 tot 20 cm van de meest voedselrijke

bodemlaag, gecombineerd met het inbrengen van soorten met in dit geval zaden, zeker tot een kansrijke vegetatieontwikkeling leidde op o.a. de Vosgrubbe en Cotesse. Ook op de Strooberg heeft Stichting het Limburgs Landschap goede ervaring met het afschrapen/afplaggen van terreinen tot de kiezellaag, al dan niet met inbreng van maaisel.

Tabel 3.1 Belangrijkste bodemchemische parameters in zoutextractie (0,2 M NaCl) waarbij concentraties in  $\mu\text{mol/l}$  zijn gegeven, Olsen-P concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem, totale concentraties (-t) uit een destructie in  $\text{mmol/l}$  bodem en organisch stof in procenten. Berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren (MA) of uitmijnen (UM) tot een streefconcentratie van  $400 \mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P >  $4 \text{ mmol/l}$ ). N.B. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. Groen = binnen range voor heischraal grasland, oranje = net buiten range voor heischraal grasland, rood = ver buiten range voor heischraal grasland.

Nr	Diepte	OS %	Olsen	Destructie		Zoutextractie							Verschrallingsduur	
			P	P-t	Ca-t	pH	Ca	K	Mg	P	NO3	NH4	Olsen-P streef 400	
			$\mu\text{mol/l}$	mmol/l			$\mu\text{mol/l}$							UM
1	0-10	8	2185	19	22	4,1	9484	380	4493	3	103	70	12	47
	10-20	6	1801	17	21	4,1	9977	285	4585	3	109	76	10	42
2	0-10	7	1888	17	22	4,1	9353	189	3702	3	225	102	10	41
	10-20	6	1729	19	26	4,3	10264	168	4034	2	180	59	11	45
3	0-15	6	2581	25	41	4,5	14039	252	5948	7	161	89	24	98
4	0-10	9	2433	18	15	3,9	5457	285	2310	5	43	115	11	45
	10-20	9	2743	19	16	4,1	5845	251	2322	3	50	111	12	47
5	0-10	11	2507	33	68	4,7	21030	426	8082	9	31	75	22	88
	10-20	8	2913	44	96	4,6	26973	386	8686	7	119	89	30	120
6	0-15	8	2729	29	46	4,5	14343	214	5851	8	237	92	29	118
7	0-10	8	2167	22	37	4,4	13496	190	6146	2	109	72	14	56
8	0-10	10	2589	28	43	4,5	14457	487	7822	11	96	122	19	75
9	0-10	7	2692	22	13	4,0	5951	454	2728	3	8	62	14	55
10	0-15	7	2085	16	11	3,7	4673	240	1806	4	30	277	14	56
11	0-10	10	1613	16	34	4,1	14387	252	6160	4	204	174	10	38
	10-20	8	1288	15	38	4,2	16482	234	6649	3	143	146	8	32
12	0-15	8	1853	15	13	4,1	6218	269	2361	5	77	218	13	52
13	0-15	11	1552	14	16	4,1	7983	262	3347	2	30	240	11	45
14	0-10	11	2249	18	19	4,2	8323	469	4017	7	90	199	11	45
15	0-10	9	1726	17	44	4,3	17994	260	6363	3	200	55	10	42
	10-20	7	1214	15	48	4,3	19231	247	6320	3	155	64	8	31
16	0-15	8	2071	22	49	4,2	18941	260	5845	4	58	128	21	85
17	0-15	13	2721	28	55	4,0	19634	1011	6631	6	89	304	28	113
18	0-10	7	1565	12	19	4,1	8282	306	3767	3	25	349	6	25
20	0-15	7	1764	14	22	4,3	9230	386	1909	3	30	29	12	48
21	0-15	9	2338	21	35	4,1	13673	323	3303	3	159	148	20	79
22	0-10	11	2073	23	67	4,6	25794	178	3901	4	164	149	14	58
23	0-15	6	1538	18	47	4,6	16907	202	1827	4	238	103	16	63

Tabel 3.2 Belangrijkste bodemchemische parameters in zoutextractie (0,2 M NaCl) waarbij concentraties in  $\mu\text{mol/l}$  zijn gegeven, Olsen-P concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem, totale concentraties (-t) uit een destructie in  $\text{mmol/l}$  bodem en organisch stof in procenten. Berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren (MA) of uitmijnen (UM) tot een streefconcentratie van 400  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P > 4  $\text{mmol/l}$ ). N.B. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. Groen = binnen range voor heischraal grasland, oranje = net buiten range voor heischraal grasland, rood = ver buiten range voor heischraal grasland.

Nr	Diepte	OS %	Olsen	Destructie		Zoutextractie							Verschrallingsduur	
			P $\mu\text{mol/l}$	P-t mmol/l	Ca-t mmol/l	pH	Ca	K	Mg	P	NO3	NH4	Olsen-P streef 400 UM	MA
32	0-10	9	1077	13	27	4,2	12119	2517	2365	2	85	207	6	25
	10-20	8	1013	12	28	4,1	12061	2411	1983	2	96	193	6	23
33	0-10	8	1500	15	20	4,1	8762	244	1471	3	31	198	8	34
36	0-10	8	1755	17	28	4,4	11160	533	3419	3	48	72	10	41
37	0-10	7	1940	17	28	4,6	10751	605	2394	5	64	107	10	39
38	0-10	8	1714	16	26	4,5	10104	524	3385	2	40	36	9	36
39	0-10	6	2085	15	14	4,2	5436	597	2189	3	23	35	9	34
	10-20	5	1782	14	13	4,2	5692	355	1860	2	14	44	8	31
43	0-10	8	2408	22	44	5,0	15883	2368	3083	10	37	150	14	55
44	0-10	6	2282	22	47	5,3	15876	1221	2328	14	55	414	14	55
	10-20	5	2559	21	50	5,3	18280	1110	2455	16	67	74	13	52
46	0-10	6	2536	20	37	4,8	13696	2002	3226	33	113	269	13	51
47	0-10	6	2156	19	29	4,4	10440	729	2151	5	65	314	12	47
48	0-10	6	2553	22	30	4,7	26907	2837	6834	33	293	363	14	55
49	0-15	6	2425	19	56	5,3	17160	531	2441	13	145	30	18	72
50	0-5	6	2513	29	41	4,7	14909	2502	3598	11	38	141	10	39
51	0-10	5	2349	27	33	4,9	11152	3767	3143	32	84	704	17	69
52	0-10	7	2134	19	31	4,9	13075	1084	3498	5	53	241	12	48
53	0-15	6	1624	17	35	4,3	13487	756	4071	3	98	222	15	61
54	0-15	10	1859	21	36	4,2	11669	513	4768	6	64	250	19	77
55	0-15	8	1337	13	13	3,9	6309	447	1779	2	38	432	11	43
57	0-15	7	1394	10	8	3,5	3410	1399	1382	6	84	157	7	28
58	0-15	9	2009	15	14	4,2	6818	1375	3161	5	74	147	13	50
59	0-15	9	1592	20	43	4,2	14080	2176	4785	6	143	189	18	71
60	0-10	8	2457	24	24	4,0	8995	2084	4027	7	50	282	16	63
	10-20	5	2454	27	25	4,0	9366	1823	3803	6	81	143	18	70
61	0-15	10	2390	23	31	4,0	11627	1878	5319	13	172	245	22	88
62	0-15	9	3670	27	19	3,7	9120	2051	4672	15	197	499	27	107

Locaties met een stenige laag dieper dan 25 cm onder maaiveld

Op 16 van de 62 locaties werd de stenige laag op een diepte van 25 tot 50 cm onder maaiveld aangetroffen of werd binnen 50 cm geen stenige laag aangeboord (figuur 3.1). Ook op deze locaties was de toplaag van de bodem (0-15/0-20) te fosfaatrijk voor ontwikkeling van heischraal grasland met concentraties van 861 tot 3220  $\mu\text{mol/l}$  bodem en totaal-P concentraties van 9 tot 26  $\text{mmol/l}$  bodem (tabel 3.3 en 3.4). Ook dieper in de bodem (15-25/20-30/30-50 cm) bleef de fosfaatrijkdom in de bodem veel te hoog voor ontwikkeling van heischraal grasland met Olsen-P-concentraties hoger dan 900  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Een uitzondering vormden locaties 27, 34 en 56 waar de Olsen-P-concentratie in de diepte afnam tot 596-776  $\mu\text{mol/l}$  bodem op een diepte van 30-40 cm. Op alle locaties werden lage stikstofconcentraties in de bodem gemeten (<200  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Een uitzondering vormde locatie 45 met verhoogde nitraat- en ammoniumconcentraties van 239-395  $\mu\text{mol/l}$  op een diepte van 10-30 cm.

Op basis van de bovenste 25 cm van de bodem duurt verschrallen door middel van maaien en afvoeren of traditioneel uitmijnen met een gras-klover mengsel lang op deze 16 locaties, circa 10 tot 40 jaar via uitmijnen of meer dan 40 jaar via maaien en afvoeren voor de ontwikkeling van heischraal grasland. Op locatie 30, 35 en 56 kan door middel van 10 tot 15 jaar uitmijnen de P-beschikbaarheid verlaagd worden tot de streefconcentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$  bodem voor heischraal grasland. Ook voor deze locaties geldt dat ook geëxperimenteerd kan worden met uitmijnen door middel van zowel N als K-bemesting. Op de andere 13 locaties is langer dan 20 jaar uitmijnen nodig om de P-beschikbaarheid te verlagen tot binnen de ranges voor heischraal grasland. Voor deze 13 locaties wordt geadviseerd om de doelstelling aan te passen en in te zetten op ontwikkeling van kruidenrijk grasland door te sturen op stikstoflimitatie. Ook hiervoor geldt dat het onduidelijk is hoe de vegetatie zich bij een dergelijke scheve N/P-ratio zal ontwikkelen.

Op locatie 35 nam de Olsen-P concentratie af tot 443  $\mu\text{mol/l}$  bodem op een diepte van 20-30 cm en viel daarmee net buiten de range voor heischraal grasland (<400  $\mu\text{mol/l}$  bodem). Op deze locatie kan in plaats van verschraling van de toplaag ook gekozen worden om te plaggen. Na het afplaggen van de bovenste 20 cm bodem en aanvullend 6 jaar maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid verlaagd worden tot binnen de ranges voor heischraal grasland.

Tabel 3.3 Belangrijkste bodemchemische parameters in zoutextractie (0,2 M NaCl) waarbij concentraties in  $\mu\text{mol/l}$  zijn gegeven, Olsen-P concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem, totale concentraties (-t) uit een destructie in  $\text{mmol/l}$  bodem en organisch stof in procenten. Berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren (MA) of uitmijnen (UM) tot een streefconcentratie van 400  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P > 4  $\text{mmol/l}$ ). N.B. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. Groen = binnen range voor heischraal grasland, oranje = net buiten range voor heischraal grasland, rood = ver buiten range voor heischraal grasland.

Nr	Diepte	OS %	Olsen	Destructie		Zoutextractie							Verschrallingsduur	
			P	P-t	Ca-t	pH	Ca	K	Mg	P	NO3	NH4	Olsen-P streef 400	
			$\mu\text{mol/l}$	$\text{mmol/l}$			$\mu\text{mol/l}$							UM
19	0-20	6	2096	17	20	4,2	8502	437	2804	2	119	113	20	82
	20-30	4	1676	18	22	4,1	8561	220	2267	1	130	40	11	42
	30-50	2	977	14	27	4,2	12408	186	2841	0	59	34	13	50
24	0-15	7	1508	22	84	3,9	26363	141	3583	2	87	86	19	75
	15-25	5	1017	17	83	4,0	27138	118	2629	1	33	70	8	33
	25-35	4	1140	19	94	4,1	31089	144	2849	1	37	90	9	38
25	0-20	9	2338	23	60	4,4	20658	1408	4385	3	150	92	30	119
	20-30	5	1693	21	79	4,4	26196	541	3901	1	57	55	13	51
	30-40	4	1712	19	117	4,3	35778	386	4051	1	35	57	12	46
26	0-20	4	1247	18	41	4,2	16386	575	3219	1	22	58	19	76
	20-30	3	850	17	46	4,4	17349	263	2491	0	13	55	7	28
	30-40	2	997	20	56	4,6	23082	264	2661	1	11	67	10	38
27	0-20	9	1577	18	75	4,4	25697	278	2830	3	42	116	21	83
	20-30	4	940	15	118	4,4	40528	278	2716	2	23	103	7	27
	30-40	6	693	13	108	4,5	38036	248	2055	1	12	71	4	17
28	0-10	10	2047	23	65	4,4	21051	553	4378	3	89	110	14	58
	10-20	7	1978	26	80	4,6	24499	356	4567	3	123	114	16	66
	20-30	7	1667	20	69	4,5	25852	349	4647	2	119	101	12	48
29	0-15	8	1927	19	57	4,9	17424	2904	3671	3	57	66	18	71
	15-25	10	2202	24	85	4,5	26666	2613	4321	3	54	52	15	61
30	0-20	7	1521	12	11	3,9	3893	595	1216	2	21	85	12	47
	20-30	5	1244	13	14	4,0	4210	409	717	1	37	115	7	27
	30-40	3	950	13	17	3,9	4983	312	649	1	17	105	6	23
31	0-10	10	2346	22	38	4,4	15404	2202	3983	1	103	78	14	56
	10-20	7	1921	20	46	4,3	19377	1385	4228	1	116	170	13	51
	20-30	7	1800	19	52	3,9	22847	1461	4763	1	110	105	12	46
34	0-20	7	1377	18	16	4,1	6857	141	1209	1	5	77	20	78
	20-30	4	1196	15	18	4,1	7663	148	1059	1	11	93	8	31
	30-40	2	776	19	31	4,2	10630	161	1225	1	6	49	7	28
35	0-20	6	861	11	18	4,3	8195	184	1795	1	18	92	9	36
	20-30	3	443	9	22	4,3	9250	170	1497	2	12	72	1	3
	30-40	3	446	11	29	4,4	11609	200	1508	0	15	69	1	3

Tabel 3.4 Belangrijkste bodemchemische parameters in zoutextractie (0,2 M NaCl) waarbij concentraties in  $\mu\text{mol/l}$  zijn gegeven, Olsen-P concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem, totale concentraties (-t) uit een destructie in  $\text{mmol/l}$  bodem en organisch stof in procenten. Berekende verschrallingsduur (in jaren) via maaien en afvoeren (MA) of uitmijnen (UM) tot een streefconcentratie van 400  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P > 4  $\text{mmol/l}$ ). N.B. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. Groen = binnen range voor heischraal grasland, oranje = net buiten range voor heischraal grasland, rood = ver buiten range voor heischraal grasland.

Nr	Diepte	OS %	Olsen	Destructie		Zoutextractie							Verschrallingsduur	
			P $\mu\text{mol/l}$	P-t mmol/l	Ca-t mmol/l	pH	Ca	K	Mg	P	NO3	NH4	Olsen-P streef 400 UM	MA
40	0-20	7	2303	19	20	4,4	9592	287	2902	2	2	37	23	92
	20-30	4	1709	16	23	4,3	10665	228	3059	0	6	17	9	37
	30-40	3	914	14	26	4,7	12397	182	3631	0	31	24	6	25
41	0-20	7	2870	26	25	4,5	11462	521	3003	2	41	69	35	139
	20-30	3	1743	19	22	4,5	9723	331	2493	2	60	41	11	45
	30-40	3	1884	25	37	4,6	15628	422	4722	0	46	32	15	62
42	0-10	4	2591	22	40	4,8	14825	1769	3170	24	60	126	14	55
	10-25	4	2762	22	42	4,9	15996	1637	3062	30	81	111	22	87
45	0-10	6	2465	21	46	5,3	15597	2566	3316	36	159	104	13	54
	10-20	5	3220	23	52	5,3	16186	2300	3032	40	381	239	15	59
	20-30	4	3070	23	64	5,3	23372	2367	3749	34	395	75	15	61
56	0-20	6	1281	10	9	3,5	3993	421	1346	3	33	172	9	36
	20-30	3	943	7	8	3,5	3952	317	1103	2	38	78	3	11
	30-40	3	596	7	9	4,0	4325	270	1113	1	38	70	2	7

## 4. Conclusies & Advies

Uit de bovenstaande bodemonderzoek is gebleken dat er op alle bemonsterde locaties grote kansen liggen voor de ontwikkeling van heischraal grasland. Het grootste knelpunt is echter de te hoge fosfaatrijkdom van de bemonsterde locaties.

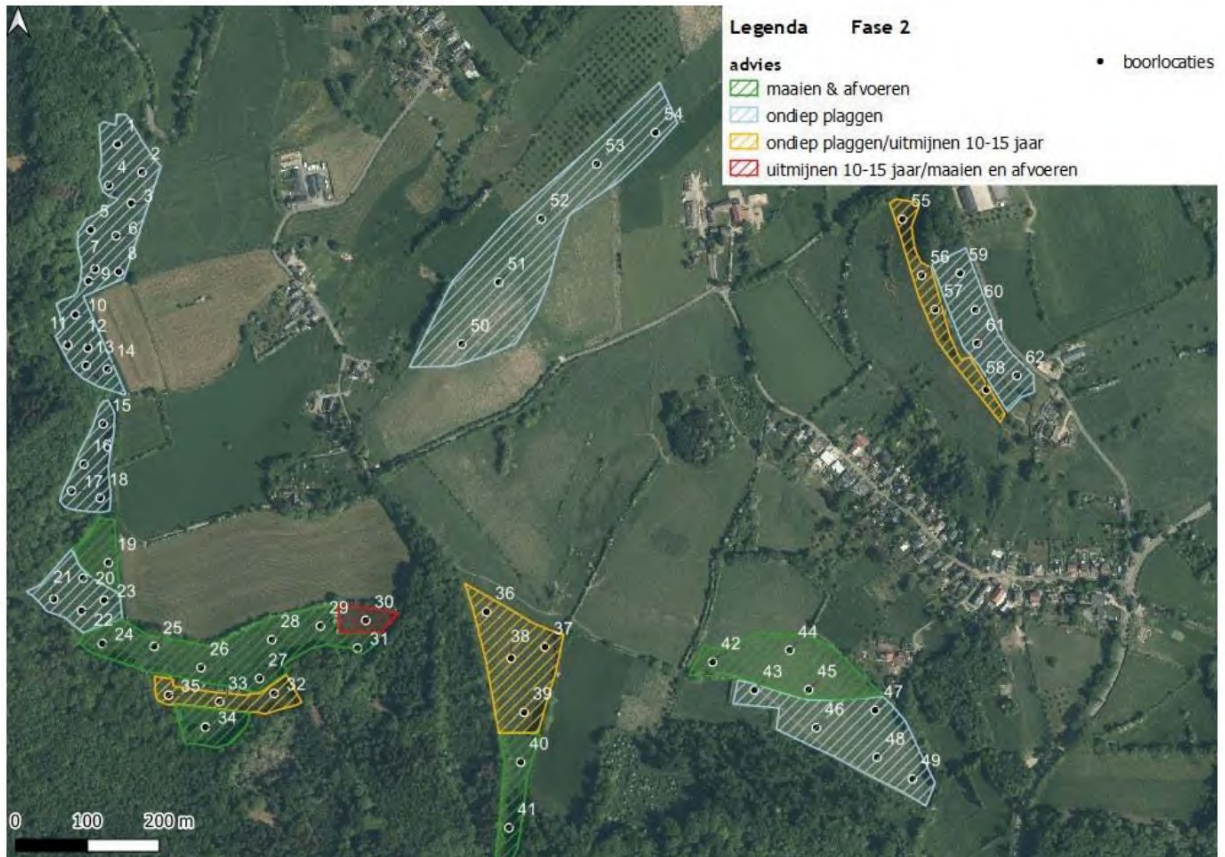
Voor de ontwikkeling richting heischraal grasland kunnen drie trajecten gekozen worden:

1. Afplaggen tot op het vuursteen of maximaal 10 tot 20 cm diep, opbrengen van maaisel vanuit bijvoorbeeld de Strooberg (kan op delen van het terrein om ook ontwikkeling vanuit de zaadbank mogelijk/inzichtelijk te maken). Eventueel inbrengen van specifieke soorten middels zaden. Deze maatregel zal tot snel succes leiden, maar is ingrijpend.
2. Uitmijnen van terrein(delen) met een traditioneel gras-klover mengsel met bijmesting van kalium wanneer de uitmijntermijn minder dan 15 jaar bedraagt. Gezien de nu al lage N-beschikbaarheid kan ook overwogen worden om te experimenteren met uitmijnen door zowel K als N toe te dienen zoals nu in Altenbroek (Natuurpunt) wordt gedaan. Uiteindelijk zal na de uitmijnfase de zode opengemaakt moeten worden en de vegetatieontwikkeling gestimuleerd door inbrengen van maaisel (zie optie 1).
3. Verschralen door maaien en afvoeren waarbij vooral wordt gestuurd op stikstoflimitatie. Hoe de vegetatie zich zal ontwikkelen is hierbij onbekend, aangezien er een situatie zal ontstaan met een zeer scheve N/P-verhouding. Dit is een kennishiaat dat ook eerder is benoemd in o.a. Loeb et al., 2022.

Binnen dit project liggen kansen om grote, aaneengesloten heischrale complexen te ontwikkelen. Ook leent deze situatie zich voor het uittesten van verschillende maatregelen naast elkaar, door bijvoorbeeld een deel van percelen af te plaggen, en delen te verschralen door uit te mijnen of te maaien. Ook kan op grotere schaal geëxperimenteerd worden met het inbrengen van maaisel en/of zaden. Hier ligt, kortom, een grote kans om een uit Limburg verdwenen vegetatietype (heischraal grasland op vuursteeneluvium) terug te brengen en veel te leren over de verschillende technieken die daarvoor gebruikt kunnen worden!

Daarnaast kan worden geëxperimenteerd met zoom-mantelbeheer van de bosranden, om zo de overgang van bos naar open landschap minder scherp te laten verlopen. O.a. in Wijlre (hoewel niet op vuursteeneluvium) leverde dit bijzondere soorten op (Hommel et al., 2016).

In figuur 4.1. is een voorstel gegeven van mogelijke inrichtingskeuzes.



Figuur 4.1. Voorstel van inrichtingskeuzes op basis van de bodemchemie. Kansen voor snelle ontwikkeling van heischraal grasland door ondiep plaggen (blauw: optie 1), en/of uitmijnen 10-15 jaar (geel: optie 2). Voedselrijker en dikkere bodemlaag, vershralen door maaien en afvoeren (groen: optie 3) waarbij een mozaïek van voedselrijkere- en voedselarmere plekken zal ontstaan.

## Literatuur en bijlagen

- Chardon, W.J. (2008) Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683. 25 blz; 43 ref.
- Hommel, P., Bijlsma, R., Eichorn, K., den Ouden, J., de waal., R en wallis de Vries, M. 2016. Mogelijkheden voor herstelbeheer in hellingbossen op kalkrijke bodem in Zuid-Limburg. VBNE, Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren Rapport nr. 2016/OBN206-HE Driebergen, 2016.
- Loeb, R., K. Eichhorn, S.H. Luijten, J.G.B. Oostermeijer, M. Weijters, E. Verbaarschot en R. Bobbink, 2022. Programma Ontwikkeling en herstel heischraal grasland in Nederland (Fase I). Rapport nummer 202x/OBNxxx-xx, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.
- Nijssen, M. E., W. Bakker, J. Brouwer, J.T. Kuper & N.A.C. Smits (2019). Ontwikkeling van fauna en vegetatie in herstelde hellingschraallanden op de Verlengde Winkelberg. Monitoring OBN-22-HE. Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE), Driebergen.
- Noordwijk, C.G.E. van, M.J. Weijters, N.A.C. Smits, E. Verbaarschot, J. Kuper, H.P.J. Huiskes, E. Remke, W. Floor-Zwart, R. Bobbink & H. Siepel (2013). Uitbreiding en herstel van Zuid-Limburgse hellingschraalland - Eindrapport 2e fase O+BN hellingschraallanden onderzoek. Rapport nr. 2013/OBN177-HE.
- Noordwijk, C.G.E. van, M.J. Weijters, N.A.C. Smits & R. Bobbink (2015). Herstel van flora en fauna van hellingschraallanden op voormalige landbouwgronden. Resultaten van 5 jaar onderzoek. Natuurhistorisch Maandblad 104 (8):137-144.
- Oostermeijer J.G.B. e. a. (2019). Herstel van een soortenrijk kalkgrasland door maaien en afvoeren. Natuurhistorisch Maandblad 108 (5): 133-143.
- Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture circular No. 939.
- Schelfhout, S., J. Mertens, M. Perring, M. Raman, L. Baeten, A. Demey, B. Reubens, S. Oosterlynck, P. Gibson-Roy, K. Verheyen & A. De Schrijver (2017). "P-removal for Restoration of Nardus Grasslands on Former Agricultural Land : Cutting Traditions." RESTORATION ECOLOGY 25.
- Smits, N.A.C., C.G.E. van Noordwijk, R. Bobbink, H. Esselink, R. Huiskes, L. Kuiters, W. Ozinga, J.H.J. Schaminée, H. Siepel, W.C.E.P. Verberk & J.H. Willems (2009). Onderzoek naar de ecologische achteruitgang en het herstel van Zuid-Limburgse hellingschraallandcomplexen. Ede, Ministerie van LNV, Directie Kennis (Rapport DKI nr. 2009/dk118-O).
- Smits, N., Bijlsma, R-J., Bobbink, R., Emsens, W-J., Nijssen, M., Smits, L. & Maaïke Weijters, M., 2021/ Kansen voor heischraal grasland in het Heuvelland : overzicht van kansrijke uitbreidingslocaties en herstelexperimenten Driebergen: Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE). 164 p.
- Vangansbeke, P., De Schrijver, A., Schelfhout, S., Verheyen, K., 2017. Onderzoek naar methodes voor abiotisch herstel van soortenrijke graslanden in het LIFE-project Pays Mosan.
- Weijters, M.J., N.A.C. Smits & R. Bobbink (2015). Herstel van de heischrale vegetatie van de Zuid-Limburgse hellingen. Natuurhistorisch Maandblad 104(12): 214-219.
- Weijters, M.J. & R. Bobbink (2014). Bodemchemisch onderzoek in verschillende percelen in Zuid-Limburg. Rapportnummer 2014.18.



## Bijlage 1. Notitie Fase 1: verkennend (bodem)onderzoek

- [redacted] & [redacted] 7 juli 2022 -

### 1. Inleiding/Aanleiding

Staatsbosbeheer heeft Onderzoekcentrum B-WARE gevraagd om een onderzoek uit te voeren naar welke stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden ontwikkeld kunnen worden op een aantal percelen nabij Vaals in Zuid-Limburg. Deze percelen zijn geselecteerd na een vooronderzoek van Staatsbosbeheer en hiervan zijn de meest kansrijke locaties geselecteerd voor deze onderzoeksfase. De focus licht hierbij op mogelijkheden om de habitattypen heischrale graslanden (H6230), kalkgraslanden (H6210) en het leefgebied droog struisgrasland (Lg09) te ontwikkelen. Mogelijk zijn er ook kansen voor ruigten en zomen (droge bosranden, H6430C). Om de bodemchemische metingen zo gericht mogelijk in te kunnen zetten, is eerst een verkennend vooronderzoek uitgevoerd met als doel het globaal beschrijven van de bodemopbouw en vegetatie van de te onderzoeken percelen (Fase 1). Op basis van deze gegevens worden de, al als kansrijk aangemerkte percelen, verder ingedeeld in kansrijkdom. Op basis van deze selectie en in overleg met Staatsbosbeheer zal vervolgens in Fase 2 bodemchemisch onderzoek worden uitgevoerd op de geselecteerde perceel(delen).

### 2. Methode

#### Fase 1

Op 4 en 5 juli 2022 zijn op 55 locaties in een aantal geselecteerde percelen (Figuur 1) bodemboringen gemaakt en is het boorprofiel beschreven, alsmede de indruk van de vegetatie in de percelen. De verzamelde gegevens zijn als volgt gebruikt om tot drie klassen te komen:

- **Zeer kansrijk** voor de ontwikkeling van stikstofgevoelige natuur: op deze locaties is er geen of slechts een dunne bouwvoor (< 5/10 cm) aanwezig EN/OF is er ondiep al een stenige leemlaag aanwezig (20 cm-mv) EN/OF is de vegetatie nu al relatief schraal. **Voor (delen van) deze percelen kan een uitgebreider boorplan gemaakt worden voor het bodemchemisch onderzoek van Fase 2.**
- **Kansrijk** voor de ontwikkeling van stikstofgevoelige natuur: op deze locaties is er een duidelijk bouwvoor (10-20 cm) aanwezig EN/OF begint de stenige leemlaag pas dieper (dieper dan 20 cm-mv) OF is er sprake van duidelijk ruigere vegetatie. **Deze (delen van) percelen zouden dus eventueel doorkunnen naar Fase 2, maar daar kan in het overleg (samen met SBB op 14 juli 2022) nog een beslissing over gemaakt worden.**
- **Matig kansrijk** voor de ontwikkeling stikstofgevoelige natuur: op deze locaties is een dikkere bouwvoor (> 20 cm) aanwezig EN/OF werd er niet of diep een duidelijk stenige leemlaag waargenomen OF is de vegetatie duidelijk verruigd. **Op deze locaties ligt in de verdere fases van dit project geen prioriteit**



Figuur 1. Boorlocaties in de geselecteerde percelen voor het verkennend onderzoek (Fase 1).

### 3. Resultaten

#### Beschrijving per perceel

Hieronder worden de percelen beknopt beschreven. Een overzicht van belangrijke informatie die uit de boorprofielen verkregen zijn (dikte bouwvoor, diepte stenige leemlaag) worden weergegeven in Figuur 2-3 (zie verderop in het bestand).

#### Perceel met boorpunten 53, 54, 55

Dit perceel betreft een gemaaid grasland waardoor op basis van vegetatie niet goed in te schatten is hoe ruig het is (wel veel klavers en boterbloem).

- Punt 53, 54 en 55 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor en ondiep een stenige leemlaag aanwezig (Figuur 2-3).



#### Perceel met boorpunten 35, 36

Dit perceel betreft een gemaaid grasland waardoor op basis van vegetatie niet goed in te schatten is hoe ruig het is (wel veel klavers en boterbloem).

- Punt 35 en 36 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor en ondiep een meer stenige leemlaag aanwezig.

#### Perceel met boorpunten 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 52

Dit is een groot perceel dat over het algemeen op basis van de vegetatie een ruig perceel is (dit perceel wordt ook begraasd door koeien), maar binnen het perceel zijn er wel kleine verschillen per boorlocatie, zoals hieronder beschreven.

Locatie 24, 25, 28, 29, 52 ogen wat ruiger en hebben doorgaans een dikkere bouwvoor dan de wat schralere delen binnen dit perceel.

- Punt 24 **kansrijk**: op basis van de vegetatie ruig en een duidelijke bouwvoor van 20 cm dik.
- Punt 25 **kansrijk**: op basis van de vegetatie ruig, maar wel een minder dikkere bouwvoor (5 cm).
- Punt 52 **kansrijk**: op basis van de vegetatie ruig, maar niet een dikke bouwvoor (10 cm) en ondiep al een meer stenige leemlaag.

- Punt 28 en 29 **kansrijk**: op basis van de vegetatie ruig (met name vanaf bosrand), maar geen dikke bouwvoor.



Locatie 26, 27 ogen wat schraler en locatie 22, 23 hadden geen duidelijk te onderscheiden bouwvoor in het boorprofiel (stenige leemlaag begon ook ondiep).

- Punt 22, 23 **zeer kansrijk**: op basis van de vegetatie (redelijk) ruig, maar geen duidelijke bouwvoor en ondiep begint een meer stenige leemlaag.
- Punt 26 en 27 **zeer kansrijk**: op basis van de vegetatie was dit het minst ruige deel van het perceel met een dunne bouwvoor (10 cm).





#### Perceel met boorpunten 1, 2, 4, 5

Dit perceel kan op basis van de bodemopbouw en vegetatie opgedeeld worden in een open, matig verruigd deel (boorlocatie 1, 2 en 4) met een ruiger, smaller deel tussen de bosranden in (boorlocatie 5).

- Punt 1 en 2 **zeer kansrijk**: matig verruigd met hier en daar brandnetels (met name vanaf de bosrand). Deze locaties hebben een minder dikkere bouwvoor en ondiep begint een meer stenige leemlaag (vanaf 5 cm-mv)
- Punt 4 **kansrijk**: dit deel is sterker verruigd dan bij boorlocatie 1 en 2, maar met meer bloemen (o.a. boterbloem). Er is geen duidelijke bouwvoor aanwezig en een geelachtige leemlaag begint op pas diepte (na 60 cm-mv)
- Punt 5 **matig kansrijk**: dit smalle deel van het perceel is bijna helemaal omringd door bosranden en is sterk verruigd (bramen en brandnetels). De bouwvoor is ongeveer 10 cm dik.



### Perceel met boorpunt 6

Dit perceel betreft een grasland met voornamelijk witbol, klaver, distel, meidoorn, rood zwenkgras en boterbloem.

- Punt 6 **zeer kansrijk**: dunne bouwvoor (15 cm) en niet sterk verruigd grasland.

### Perceel met boorpunt 8

Grasland met veel reukgras, witbol, boterbloem, wat distel en zuring.

- Punt 8 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, niet sterk verruigd grasland met weinig bloemen.

### Perceel met boorpunten 10, 11

Dit is een verwilderd perceel, met veel opslag, meidoorn, distels, brandnetel, zuring en varens.

- Punt 10 **matig kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, maar wel pas vanaf 30 cm-mv leem met veel stenen.
- Punt 11 **matig kansrijk**: dikkere bouwvoor (organische leem van 0-25 cm-mv).



### Perceel met boorpunten 12, 14, 15, 16

Dit is een perceel met veel witbol, boterbloem, weegbree en wat zuring waarbij vanaf de bosrand iets rijker meer brandnetels en bramen (punt 14 en 16).

- Punt 14, 15, 16 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, al snel op laag met veel grote keien (0-10/15 cm-mv).
- Punt 12 **kansrijk**: op basis van de bodem is deze sub-locatie rijker met een duidelijkere, dikkere bouwvoor (0-30 cm-mv).

### Perceel met boorpunt 50

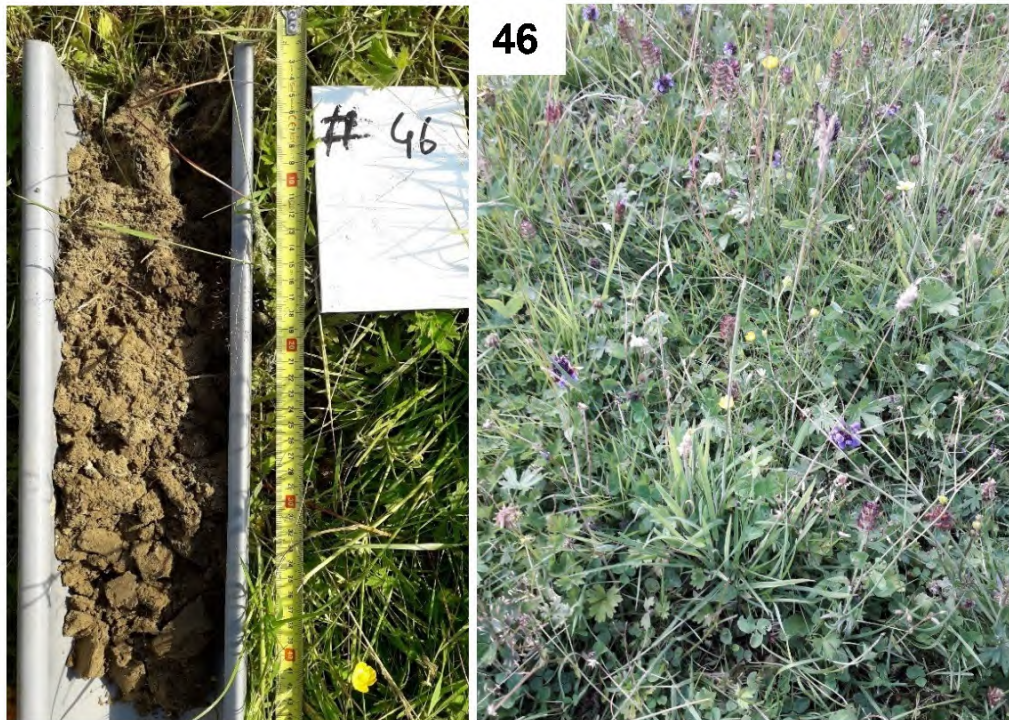
Grasland met veel witbol en distels.

- Punt 50 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, stenige leemlaag wel wat dieper (vanaf 30 cm-mv). Minder ruig op basis van de vegetatie.

### Perceel met boorpunt 46, 47

Perceel met wat schralere vegetatie (o.a. aanwezigheid van Gewone brunel) en dunne kalklaagjes in de ondergrond.

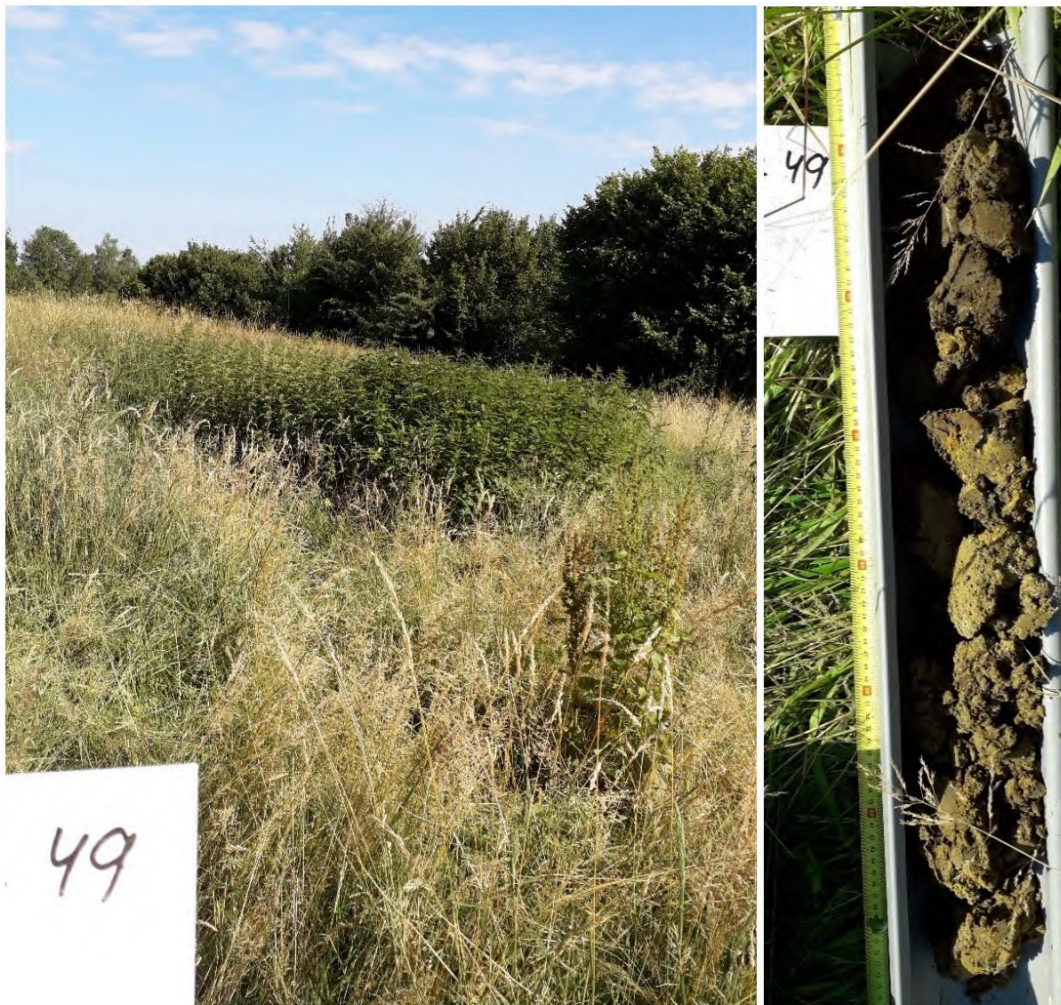
- Punt 46 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor of stenige laag aanwezig, maar wel een dun kalklaagje op 30 cm-mv.
- Punt 47 **zeer kansrijk**: dunne bouwvoor (10 cm), stenige leemlaag op 20 cm-mv.



### Perceel met boorpunt 48, 49

Witbolgrasland met ruiger deel nabij boorpunt 49 (o.a. brandnetel)

- Punt 48 **matig kansrijk**: dikke bouwvoor (40 cm), stenige laag relatief diep (40 cm-mv)
- Punt 49 **matig kansrijk**: dikke bouwvoor (20 cm), stenige laag wat dieper (20 cm-mv), maar met weinig stenen. Ruiger op basis van vegetatie.



### Perceel met boorpunten 37, 38, 39

Ruiger grasland met koeien, veel distels, boterbloem, klaver, ridderzuring, witbol, weegbree en meidoorn.

- Punt 37 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor en al snel in een stenige leemlaag (vanaf 5 cm-mv).
- Punt 38 **kansrijk**: relatief dikke bouwvoor (20 cm), en stenige laag dieper (40 cm-mv).
- Punt 39 **kansrijk**: relatief dikke bouwvoor (20 cm), maar al snel een laag met stenen (vanaf 5 cm-mv).

### Perceel met boorpunten 41, 45

Grasland op een helling dat wat schraler oogt dan omringende percelen.

- Punt 41 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, stenige/geel-achtige leemlaag wel wat dieper (vanaf 35 cm-mv), maar wel minder ruig op basis van de vegetatie.
- Punt 45 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, stenige laag wel wat dieper (vanaf 20 cm-mv), maar wel minder ruig op basis van de vegetatie.

### Perceel met boorpunt 42

Grasland met veel witbol en distels.

- Punt 42 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, stenige leemlaag vanaf 20 cm-mv.

### Perceel met boorpunten 40, 43, 44

Perceel boven op heuvel met witbol, Jacobskruiskruid, Bochtige smele, Brede ereprijs, boterbloem en Fluitenkruid.

- Punt 40, 43, 44 **zeer kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, stenige laag begint al ondiep (vanaf 5 cm-mv).



### Perceel met boorpunten 3, 19, 20 (ARK perceel)

Perceel sterk gedomineerd door timoteegras met witbol, klaver, ridderzuring, boterbloem, biggenkruid en paardenbloem. Locatie 19 niet bemonsterd en locatie 20 net buiten het perceel bemonsterd i.v.m. aanwezigheid hooglanders.

- Punt 3 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, stenige leemlaag wat dieper (vanaf 20 cm-mv), maar wel ruig op basis van de vegetatie

### Perceel met boorpunt 13 (ARK perceel)

Perceel met Bochtige smele, witbol, boterbloem, klaver en ridderzuring

- Punt 13 **matig kansrijk**: relatief dikke bouwvoor (20 cm), gelige leemlaag vanaf 20 cm-mv) en relatief ruig op basis van de vegetatie.

### Perceel met boorpunten 7, 9, 18 (ARK perceel)

Perceel met witbol, klaver, boterbloem, paardenbloem en zuring gelegen boven boerderij met paarden. Relatief ruig perceel, maar niet zo ruig als het aangrenzende perceel (met o.a. boorlocatie 32 en 51).

- Punt 7 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor en al snel op stenige laag (10 cm-mv), minder ruig dan naastgelegen ARK perceel, maar wel in de buurt van een boerderij.
- Punt 9 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, stenige laag iets dieper (20 cm-mv), minder ruig dan naast gelegen ARK perceel, maar wel in de buurt van een boerderij.
- Punt 18 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor en al snel op stenige laag (5 cm-mv), minder ruig dan naast gelegen ARK perceel, maar wel in de buurt van een boerderij.



### Perceel met boorpunt 21 (ARK perceel)

Perceel met ruige vegetatie van witbol met raaigras en een dichte zode met klaver. Het perceel oogt minder droog en is gelegen onder een boomhaag,

- Punt 21 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor aanwezig en stenige laag begint relatief diep (vanaf 30 cm-mv)

### Perceel met boorpunten 17, 30, 31, 32, 33, 34, 51 (ARK perceel)

Groot perceel dat over het algemeen ruig is (timoteegras en witbol dominant), maar wel met wat kleine verschillen per boorpunt zoals hieronder beschreven.

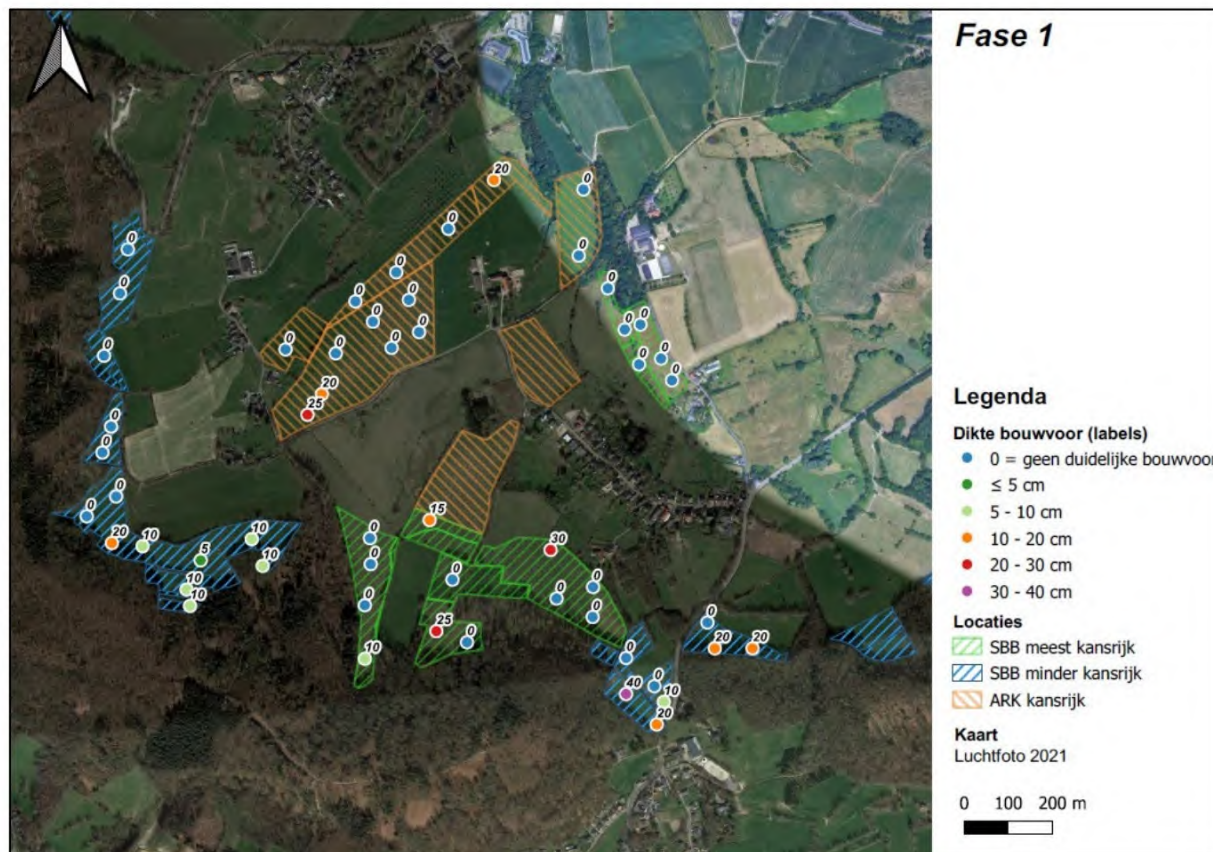
- Punt 17 en 32 **matig kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor, maar de stenige leemlaag begint relatief diep (vanaf 30 cm-mv), erg ruige vegetatie.
- Punt 30 en 31 **matig kansrijk**: relatief dikke bouwvoor (20-25 cm) met pas daaronder een meer stenige leemlaag, ruige vegetatie



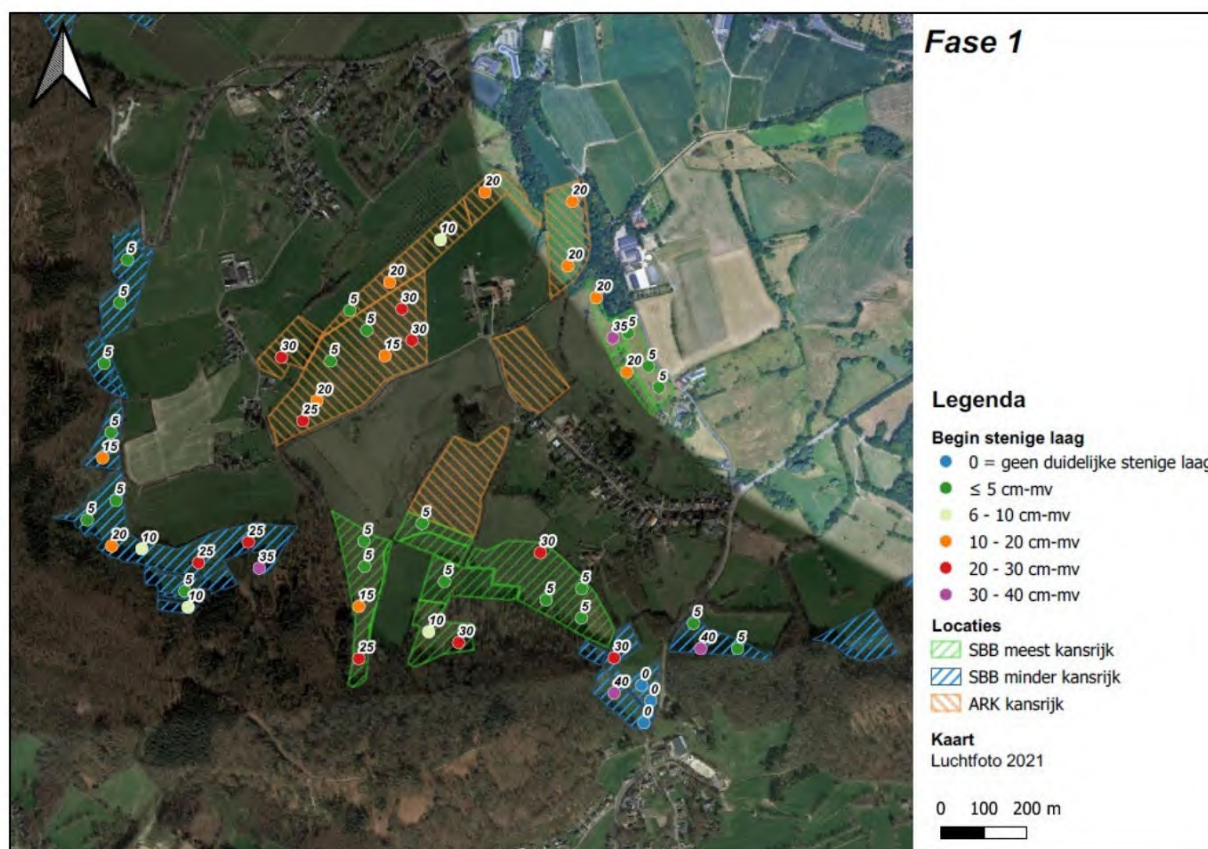
- Punt 33 en 51 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor en stenige laag ondiep (vanaf 5 cm-mv), maar erg ruige vegetatie.
- Punt 34 **kansrijk**: geen duidelijke bouwvoor en stenige laag ondiep (vanaf 15 cm-mv), erg ruige vegetatie.



Op basis van de boorprofielen is bekeken waar en hoe dik de bouwvoor is (Figuur 2), en op welke diepte er een duidelijke stenige leemlaag begint (Figuur 3). Samen met de indruk van de vegetatie in de percelen wordt hieronder besproken waar de meeste kansen liggen voor de ontwikkeling van (hei)schraallanden (Figuur 4) en voor welke percelen een gedetailleerd boorplan voor Fase 2 (bodemchemisch onderzoek) opgesteld kan worden.

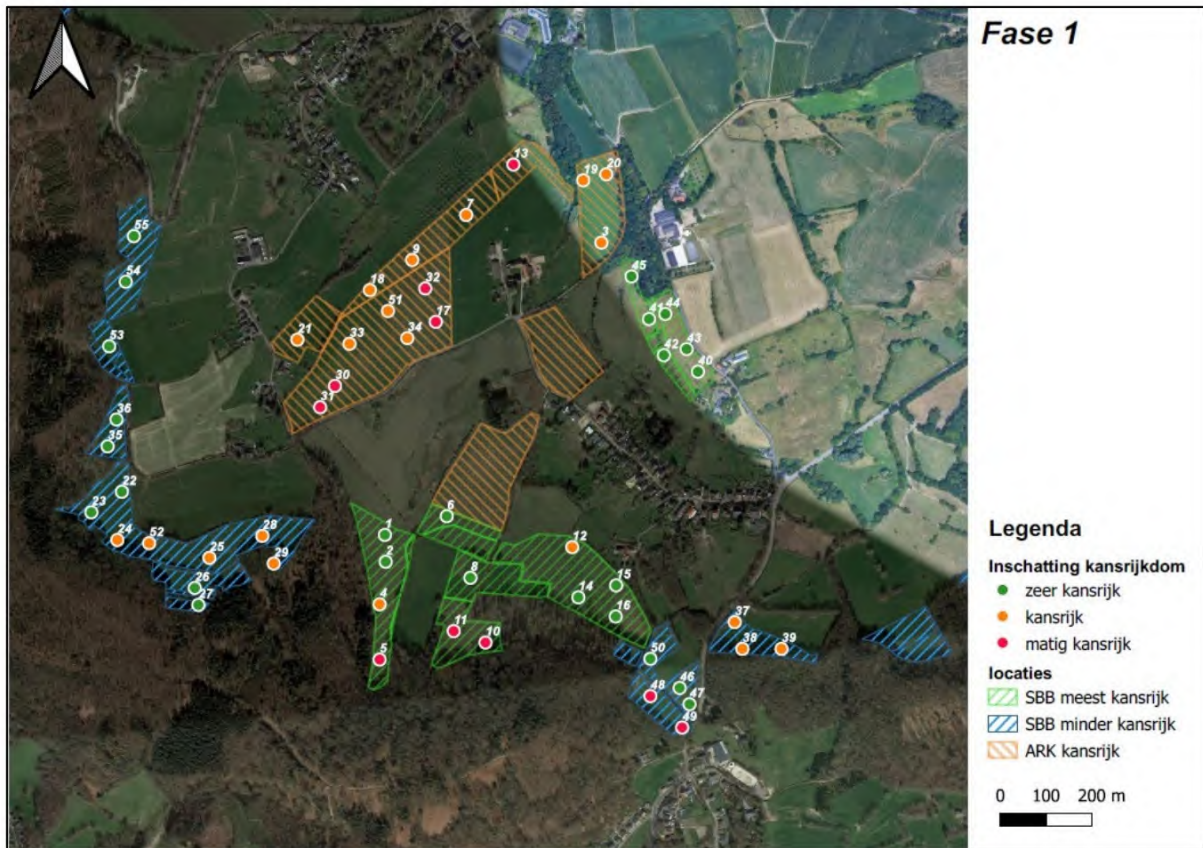


Figuur 2. Dikte van de bouwvoor (cm), indien aanwezig, per boorlocatie.

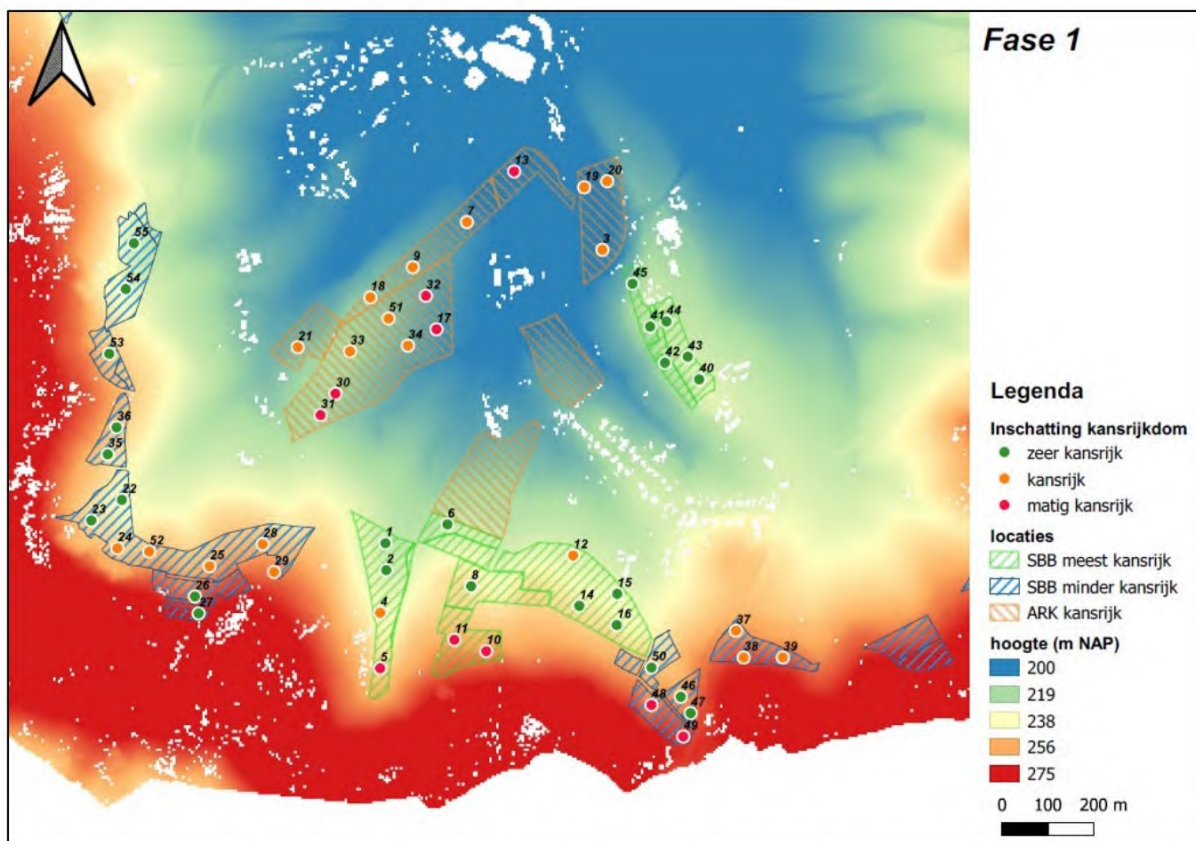


Figuur 3. Diepte (cm-mv) stenige leemlaag, indien aanwezig, per boorlocatie.

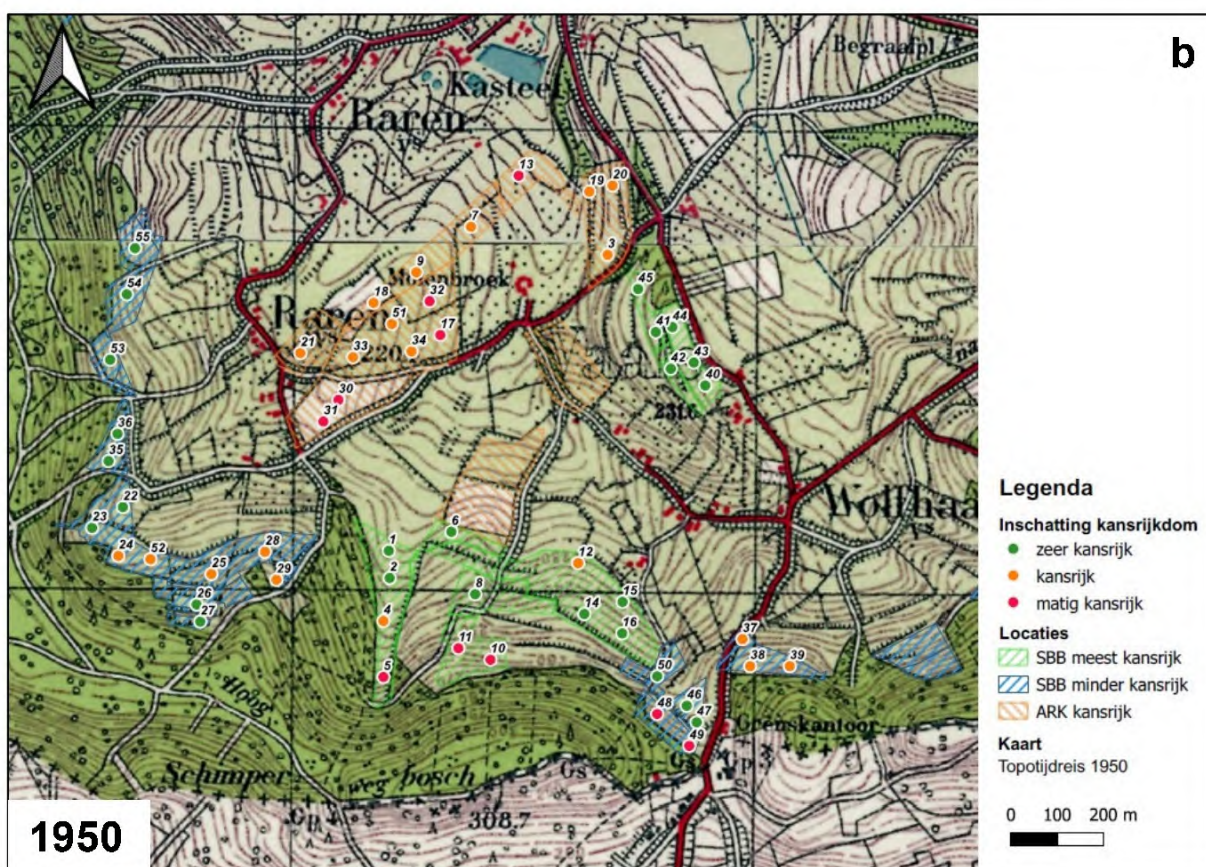
Zeer kansrijke percelen zijn bijvoorbeeld de delen bij boorlocatie 46-47, waar de vegetatie nu al relatief schraal is (o.a. ook Gewone brunel aanwezig). Hier werd ook een dunne bouwvoor waargenomen en zaten er ondiepe kalkklaagjes in de ondergrond. Een voorbeeld van een ander zeer kansrijke deel is het perceel met de boorlocaties 53-55, waar er geen duidelijke bouwvoor aanwezig is en de stenige laag al zeer ondiep onder het maaiveld begint. De matig kansrijke delen zijn percelen met bijvoorbeeld sterke dominantie van Timoteegras of Witbol in de percelen van ARK (deze delen liggen doorgaans lager; Figuur 5). Hiervan is het bekend dat deze percelen (met boorlocatie 17, 30, 31, 32) als akker gebruikt zijn sinds 1900, maar ook nog in het recente verleden (Figuur 6). Dit kan bijvoorbeeld verklaren waarom er op boorlocatie 30 en 31 nog relatief een dikke bouwvoor aanwezig was. Ook de boorlocaties 25, 28-29 en 37-39 betreffen delen waar een dikkere bouwvoor/rijkere vegetatie werd waargenomen. Ook van deze (delen van) percelen is bekend dat deze nog in 1990 als akkers in gebruik geweest zijn (Figuur 6). Daarentegen bevinden er zich ook minder kansrijke delen aan de bosranden, deze zijn sterk verrijkt met bramen en brandnetels (bijvoorbeeld locatie 5, 10 en 11).

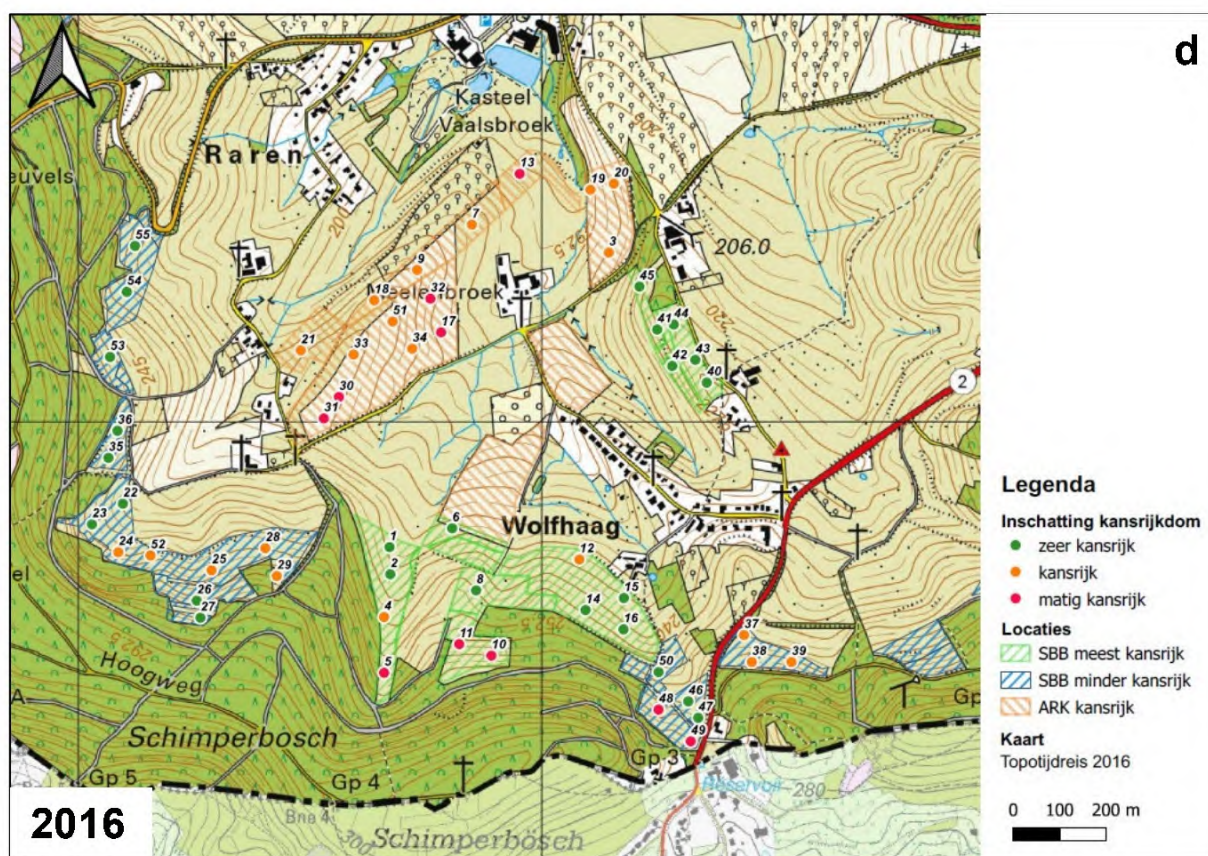
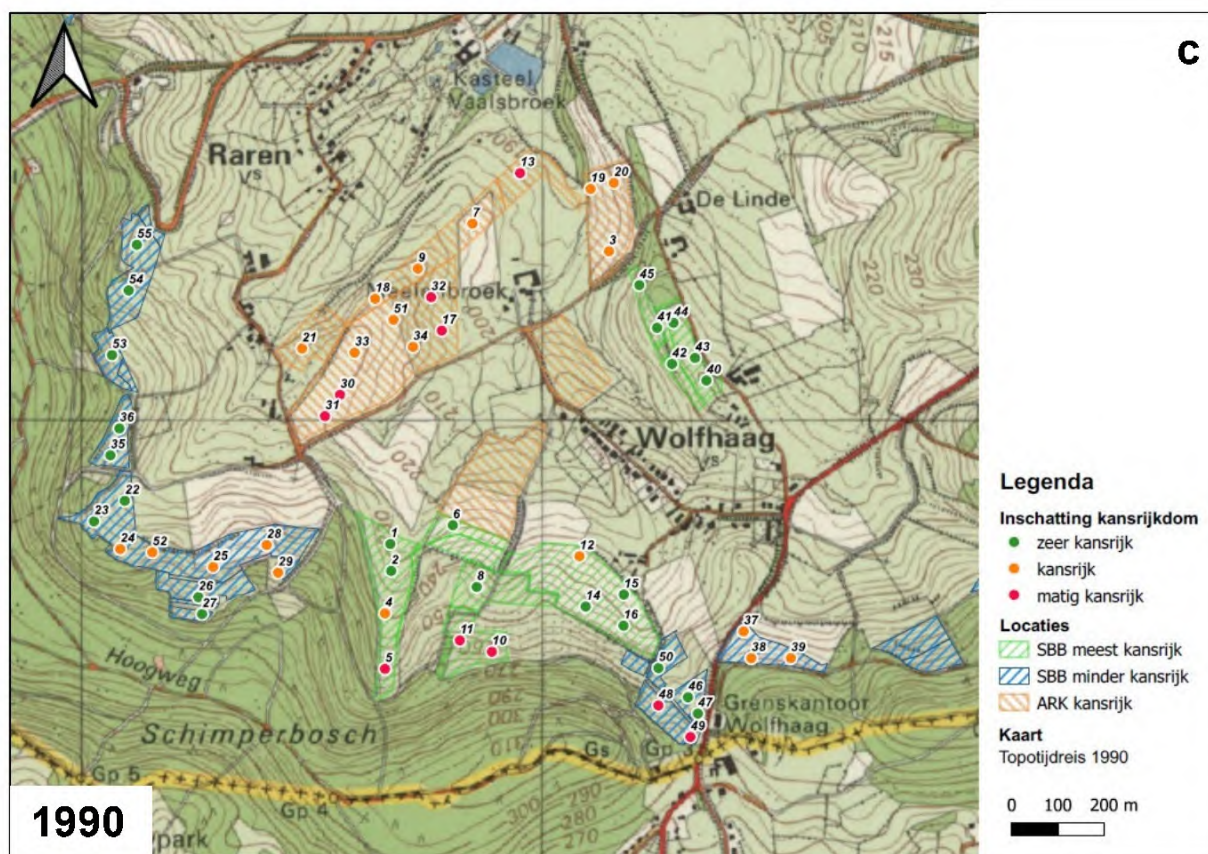


*Figuur 4. Inschatting kansrijkdom voor de ontwikkeling van stikstofgevoelige natuur per boorlocatie, gebaseerd op bodemopbouw (bouwvoor, diepte van de stenige leemlagen) en de indruk van de vegetatie.*



**Figuur 5.** *Inschatting kansrijkdom voor de ontwikkeling van stikstofgevoelige natuur per boorlocatie, gebaseerd op bodemopbouw (bouwvoor, diepte van de stenige leemlagen) en de indruk van de vegetatie geprojecteerd op een hoogtekaart..*





**Figuur 6.** Inschatting kansrijkdom voor de ontwikkeling van stikstofgevoelige natuur per boorlocatie, gebaseerd op bodemopbouw (bouwvoor, diepte van de stenige leemlagen) en de indruk van de vegetatie geprojecteerd op een verschillende historische kaarten: 1900 (a); 1950 (b); 1990 (c) en 2016 (d).

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Z23-9170-3 (1)

## Pilot Natuurbank

In opdracht van en in samenwerking met  
Staatsbosbeheer



## Pilot Natuurbank: Meinweg

Product: LESA

Antea Group

Understanding today.  
Improving tomorrow.

projectnummer 0477506.104  
definitief revisie V03.1  
6 februari 2023

[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)

## Pilot Natuurbank: Meinweg

### Product: LESA

projectnummer 0477506.104  
documentnummer 10451-NTB-Meinweg-LESA-230206-definitief-V03.1  
definitief revisie V03.1  
6 februari 2023

### Auteurs

[redacted] J  
[redacted] J

### Opdrachtgever

Staatsbosbeheer  
Postbus 2  
3800 AA AMERSFOORT

### Colofon

#### Projectgroep

[redacted] J  
[redacted] J  
[redacted] J  
[redacted] J

#### Tekstbijdragen

-

#### Fotografie

-

#### Vormgeving

-

#### Gecontroleerd

[redacted] J

datum	beschrijving	vrijgave
6 februari 2023	Definitief	[redacted] J

<b>1.</b>	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1	Aanleiding en doel	5
1.2	Onderzoeksgebied	5
<b>2.</b>	<b>Omschrijving onderzoek</b>	<b>6</b>
2.1	Landschapsecologische systeemanalyse	6
2.2	Beoogde stikstofgevoelige natuur en onderzoeksvragen	6
2.3	Onderzoeksopzet	7
<b>3.</b>	<b>Gebiedsgeschiedenis en huidig gebruik</b>	<b>8</b>
3.1	Historisch landgebruik	8
3.2	Hedendaagse situatie	9
3.3	Atmosferische depositie	9
<b>4.</b>	<b>Hoogteligging en geomorfologie</b>	<b>10</b>
4.1	Hoogteligging	10
4.2	Geomorfologie	10
<b>5.</b>	<b>Bodem</b>	<b>13</b>
5.1	Beschrijving ondergrond	13
<b>6.</b>	<b>Watersysteem/Geohydrologie</b>	<b>14</b>
6.1	Oppervlaktewatersysteem	14
6.2	Grondwatersysteem	14
6.3	Grondwaterstand	14
6.4	Watermonsters	15
<b>7.</b>	<b>Natuurwaarden &amp; Ecologie</b>	<b>16</b>
7.1	Waarnemingen NDFF	16
7.1.1	Vogels	16
7.1.2	Zoogdieren	16
7.1.3	Reptielen en Amfibieën	16
7.1.4	Insecten (Dagvlinders en libellen)	17
7.1.5	Vaatplanten	17
7.2	Natura 2000/ NNN-gebieden	17
7.2.1	Natura-2000-doelen	18
7.2.2	Natuurnetwerk Nederland (NNN)	19
7.3	Omschrijving beoogde habitat- en leefgebiedtypen	20
<b>8.</b>	<b>Resultaten vegetatie- en bodemonderzoek</b>	<b>23</b>
8.1	Vegetatieonderzoek	23
8.2	Bodemonderzoek	27
8.2.1	Fysisch onderzoek	27
8.2.2	Chemische analyse	29
8.2.3	Uitmijnjaren	32
8.3	Watermonsters	35
<b>9.</b>	<b>Conclusies en Aanbevelingen</b>	<b>38</b>
9.1	Conclusie	38
9.2	Discussie	39
	<b>Bronnenlijst</b>	<b>40</b>

datum 6 februari 2023  
projectnummer 0477506.104  
betreft Pilot Natuurbank: Meinweg

# Z23-9170-3(4)



<b>Bijlage 1 Boorprofielen (incl. subboringen)</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage 2 Vegetatieopnames</b>	<b>45</b>
<b>Bijlage 3 Resultaten analyse (grond)watermonsters</b>	<b>49</b>
<b>Bijlage 4 Resultaten analyse grondmonsters</b>	<b>51</b>

# 1. Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

De Rijksoverheid wil via natuurmaatregelen in een 'Natuurcompensatiebank' (Natuurbank) de stikstofuitstoot van projecten van de Rijksoverheid en waterschappen compenseren. 'Het doel van de Natuurbank is dat de effecten van stikstof op de natuur, als gevolg van projecten van het Rijk en waterschappen die een groot openbaar belang vertegenwoordigen en voor hun vergunning een beroep doen op de ADC-toets, per saldo neutraal of positief zijn, doordat voor de betreffende projecten natuur uit de natuurcompensatiebank gebundeld beschikbaar is als compensatiemaatregel. In de ideale eindsituatie heeft de natuurcompensatiebank genoeg compensatienatuur gerealiseerd en vastgelegd in haar registratiesysteem om te voorzien in alle gevraagde compensatienatuur, die aan de wettelijke criteria voldoet' (LNV, 2020).

Staatbosbeheer heeft de opdracht gekregen om via een pilot (Pilot Natuurbank) te onderzoeken hoe de natuurbank in de praktijk werkt en om op deze wijze ervaring op te doen en inzichten te verkrijgen bij het ontwikkelen van stikstofgevoelige natuur. Voor de pilot heeft Staatsbosbeheer vervolgens verschillende gebieden in Nederland geselecteerd waar verkend kan worden of ze geschikt zijn voor het realiseren van compensatienatuur. Een cluster percelen in De Meinweg ten noordoosten van Herkenbosch is één van die gebieden. Om te bepalen of het gebied geschikt is voor de realisatie van compensatienatuur wordt een onderzoek uitgevoerd in de vorm van een 'light versie' Landschapsecologische systeemanalyse (LESA). Bij de LESA-light ligt de focus op de bodem, vegetatie en beschikbare (open source) data zoals kaartmateriaal en de Nationale Databank Flora en Fauna.

## 1.2 Onderzoeksgebied

Het projectgebied is gelegen in Nationaal Park De Meinweg aan het Spoorpad of de 'IJzeren Rijn', ten noordoosten van Herkenbosch en is ca. 9 ha groot, waarvan Staatsbosbeheer ca. 4 ha verwerft. Het overige deel is reeds in eigendom van Staatsbosbeheer. Nationaal Park De Meinweg bestaat uit een afwisselend gebied bestaande uit dennen- en loofbossen, heideterreinen, schraalgraslanden en vennen. Het projectgebied valt buiten de begrenzing van het Natura 2000-gebied de Meinweg.



Figuur 1.2.1.: Locatie van het plangebied aangegeven met rood (PDok-viewer, 2022).

## 2. Omschrijving onderzoek

### 2.1 Landschapsecologische systeemanalyse

Om te bepalen of het onderzoeksgebied geschikt is voor het ontwikkelen van compensatienatuur is een Landschapsecologische systeemanalyse (LESA) uitgevoerd. Een LESA 'is een hulpmiddel om meer inzicht te krijgen in het ontstaan en het huidige functioneren van een (natuur)gebied of een beheertype in historisch, fysisch-geografisch en ecologisch opzicht' (Bron: OBN). Een LESA is een tweeledig onderzoek bestaande uit een bureaustudie en veldonderzoek. De bureaustudie bestaat uit een integratie tussen geo(morfo)logie, bodemkunde, hydrologie, vegetatiekunde en historisch grondgebruik. Daarnaast is er ter plaatse een bodemkartering, en een chemisch grond- en wateronderzoek uitgevoerd. Ten slotte is de vegetatie van verschillende plots in kaart gebracht. Met behulp van de verzamelde gegevens is een advies gegeven over het realiseren van stikstofgevoelige habitattypen of leefgebieden op de betreffende percelen.

### 2.2 Beoogde stikstofgevoelige natuur en onderzoeksvragen

Op basis van de terreineigenschappen -de ligging, omgeving, voorkomende soorten en historie- is ingeschat dat dit deelgebied potentie heeft voor het leefgebied Droog Struisgrasland (LG09). Droog struisgrasland is van belang voor broedvogelsoorten boomleeuwerik, nachtzwaluw en roodborsttapuit, welke als broedvogel voor Natura 2000-gebied de Meinweg zijn aangewezen. Het leefgebied is stikstofgevoelig met een Kritische Depositiewaarde (KWD) van 1000 mol/ha/jr. of lager (Nijssen, Beije, Groenendijk, Bouwman, & Smits, 2008). De hogere delen, met name aan de Spoorweg, bieden mogelijk kansen voor ontwikkeling van heischraal grasland (H6230\*) (KWD: 857 mol/ha/jr.), Ruigte en zomen (droge bosranden) (H6430C) (1857 mol/ha/jr.) en Droge heiden (H4030) (KDW: 1071 mol/ha/jr.) (Nijssen, Beije, Groenendijk, Bouwman, & Smits, 2008).

Onderzoeksvragen:

- *Is het onderzoeksgebied geschikt voor de ontwikkeling van stikstofgevoelig habitatype of leefgebied?*
- *Is het beoogde leefgebied in het onderzoeksgebied realiseerbaar? Zo ja, wat is nodig voor de ontwikkeling?*

## 2.3 Onderzoeksofzet

Om te kunnen bepalen of/en welke stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden het beste ontwikkeld kunnen worden is landschapsecologisch onderzoek noodzakelijk. Bij de uitgevoerde LESA ligt de focus op de bodem en beschikbare (open source) data (zoals de Nationale Databank Flora en Fauna en gegevens van Staatsbosbeheer). Het onderzoek bestaat uit twee onderdelen, namelijk een bureaustudie en veldonderzoek.

Tijdens het veldonderzoek zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- grondboringen;
- beschrijven bodemprofielen;
- plaatsen van een peilbuis;
- vegetatieopname bij boorpunten;
- bodemmonsters worden genomen;

De bodemmonsters worden onderzocht op:

- zuurgraad (pH);
- verschillende fosfaatfracties;
- stikstofverbindingen: ammonium (NH<sub>4</sub>) en nitraat (NO<sub>3</sub>)
- elementen die van belang zijn voor het ontwikkelen van het beoogde habitatype:
  - Tot-Ca, tot-Mg, tot-S, tot-Fe, tot-P, Na, K, Al en Fe

Binnen het vegetatieonderzoek ligt de focus op alle voorkomende soorten in opnameplots en buiten de opnameplots is er gekeken naar indicerende en zeldzame soorten die typerend zijn voor schrale bodemomstandigheden.

Bij het onderzoek is het van belang dat inzicht verkregen wordt in de voedingstoestand van de bodem en dan met name P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>), P-bodemvoorraad (P-AL), de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) en de stikstofverbindingen nitraat (NO<sub>3</sub>) en ammonium (NH<sub>4</sub>) in verband met het stikstofleverend vermogen van de bodem. Daarnaast is inzicht in de opbouw van de ondergrond en de bodemsamenstelling nodig om te kunnen bepalen welke bepalende randvoorwaarden aanwezig zijn waardoor stikstofgevoelige habitattypen zich kunnen ontwikkelen inclusief inschatting van schade door agrarisch landgebruik (in hoeverre is het bodemprofiel en reliëf aangetast door menselijke handelingen). Daarnaast worden er ook watermonsters genomen van de aanwezige poel om de mineralensamenstelling en de nutriëntenrijkdom van het water te kunnen bepalen. Ook is het nodig om meer inzicht te krijgen in het lokale (eco)hydrologische systeem.

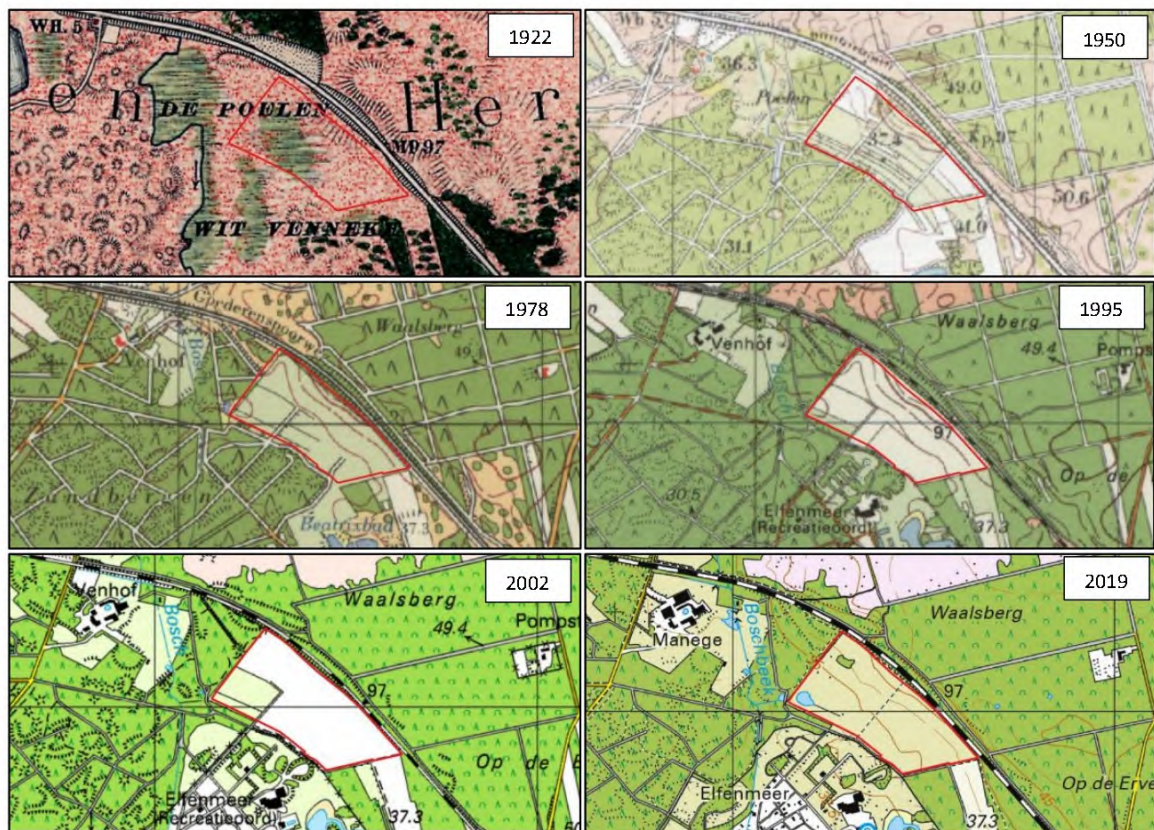
Door de verzamelde gegevens en landschapsecologische eigenschappen met de randvoorwaarden van de beoogde stikstofgevoelige habitattypen te vergelijken, kan worden bepaald of er in het plangebied op korte termijn stikstofgevoelige habitattypen/leefgebieden kunnen worden ontwikkeld. Wanneer blijkt, dat de bodemkundige omstandigheden gunstig zijn voor de ontwikkeling van stikstofgevoelige natuur, kan er een indicatie worden gegeven hoelang het duurt om het gewenste natuurdoeltype te kunnen ontwikkelen en welke maatregelen hiervoor nodig zijn.

## 3. Gebiedsgeschiedenis en huidig gebruik

### 3.1 Historisch landgebruik

Het onderzoeksgebied en haar omgeving behoren tot het terrassenlandschap. Kenmerkend aan dit landschapstype zijn de hoogteverschillen bestaande uit terrasplateau's, restgeulen, hellingen, rivierduinen en dekzandgebieden.

Historische kaarten afkomstig uit 1922 laten zien dat de omgeving en het onderzoeksgebied behoorden tot een heidegebied met in de omgeving enkele bospercelen, ten behoeve van de mijnbouw in de omgeving (Nationaal Park De Meinweg, 2018). Opvallend is de aanwezigheid van een beekje, genaamd de Boschbeek, dat naar zuidelijke richting afstroomt. Ook is de aanwezigheid van enkele moerassige gebieden genaamd 'De Poelen' en het 'Wit Venneke' grenzend aan en binnen het onderzoeksgebied goed te zien op de kaarten.



Figuur 3.1.1.: Historische kaarten van het onderzoeksgebied (TopoTijdsreis, 2022).

Rond de 1950 werden de heideterreinen en de drassige gebieden ontgonnen tot landbouwgebieden en deels aangeplant met bomen/bos. De Boschbeek werd rond dezelfde tijd gekanaliseerd om het water versneld af te kunnen voeren. Vanaf de jaren '70 werd het onderzoeksgebied gebruikt voor agrarische doeleinden. In de omgeving werden heideterreinen verder beplant met naaldbos waardoor het aandeel heide in de omgeving verder verkleinde. Sinds die tijd hebben er weinig veranderingen plaatsgevonden binnen het onderzoeksgebied en de omgeving.

Rond 2010 is gestart met het herstellen van het heideareaal binnen het Natura2000-gebied de Meinweg. Enkele bospercelen werden gekapt, waarvoor heide terugkwam. Hierdoor werd het heide-areaal in de omgeving vergroot. Rond deze periode werd het noordwestelijke deel van het onderzoeksgebied aangekocht door Staatsbosbeheer. Binnen dit deel van het onderzoeksgebied werd een poel hersteld en in de noordelijke hoek van het perceel kon een berkenbos ontstaan. Het zuidoostelijk deel van het onderzoeksgebied bleef eigendom van een particulier en werd gebruikt voor agrarische doeleinden. Rond deze periode werd er tussen beide

percelen een wandelpad aangelegd. Anno 2022 is het plangebied nog steeds deels in gebruik als natuurlijk grasland en deels als agrarisch grasland.

### 3.2 Hedendaagse situatie

Beide percelen binnen het onderzoeksgebied worden momenteel gebruikt als grasland. Een deel van het grasland wordt momenteel begraaasd door enkele Schotse hooglanders (zie figuur 3.2.1.). De percelen worden alleen in de zomerperiode begraaasd door deze runderen [redacted] persoonlijke communicatie, 21 september 2022). In de noordelijke hoek van het projectgebied is een berkenbosje aanwezig en komt op de drogere en hogere delen een schraler grasland voor. In de westelijke hoek is een poel aanwezig, die begroeid is met drijvend fonteinkruid. Aan de randen van de poel komen veldrus en pitrus voor, wat er op duidt dat de poel in de voorjaarsperiode een groter oppervlakte heeft. In de overgangszone tussen de poel komt onder andere watermunt voor en op het hogere deel van het perceel zijn soorten als echt duizendguldenkruid en grasklokje aangetroffen. De zuidoostelijke helft is momenteel in particulier bezit. Dit deel wordt momenteel niet begraaasd of bemest en heeft een vegetatief gezien een schraal karakter. De vegetatie in dit deel bestaat uit matig voedselrijk tot voedselarme graslandvegetatie. De hogere delen binnen het onderzoeksgebied zijn beduidend schraler van karakter dan de lagergelegen delen. Op circa 2 kilometer afstand ten westen van het onderzoeksgebied is het industriegebied van Roermond gelegen. Ten zuiden van het onderzoeksgebied, op een afstand van circa 1 tot 3 kilometer zijn enkele agrarische bedrijven aanwezig.



Figuur 3.2.1.: Impressie van het onderzoeksgebied tijdens het veldbezoek. Linksboven: de runderen die een deel van het gebied begrazen. Rechtsboven: de poel. Linksonder het beeld van het grasland van het gehele onderzoeksgebied. Rechtsonder beeld van het schrale grasland gezien vanaf de spoorlijn. Op de achtergrond het berkenbosje (Antea Group, 2022).

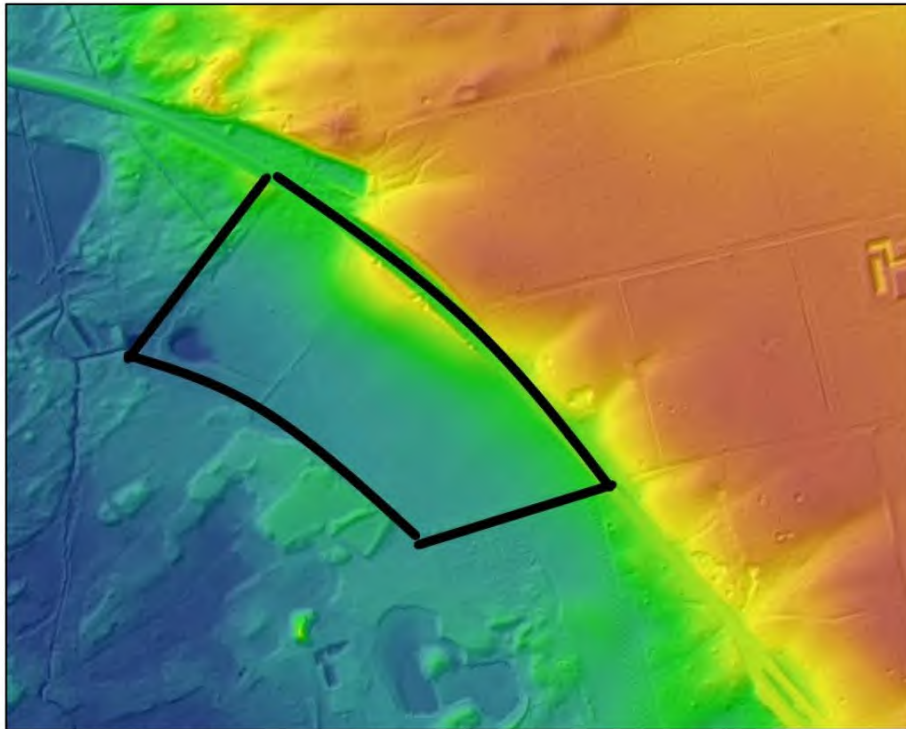
### 3.3 Atmosferische depositie

De atmosferische stikstofdepositie direct rondom het onderzoeksgebied lag in 2019 tussen de 18 en 22,3 kg N per hectare per jaar (1260-1561 mol/ha/jr.). De depositie van stikstof op het gebied is voor 2025 naar verwachting rond de 17 kg ha/jr. of 1200 mol/ha/jr. In 2030 ligt de depositie naar verwachting rond de 1000 mol/ha/jr. (Aerius Monitor, 2022).

## 4. Hoogteligging en geomorfologie

### 4.1 Hoogteligging

Het onderzoeksgebied is hoog gelegen in het landschap. Binnen het onderzoek zijn ook grote hoogteverschillen zichtbaar, met de noordoostelijke flank (langs het Spoorpad) als hoogste deel binnen het onderzoeksgebied. Hier is de gemiddelde hoogteligging zo'n 40 m+ NAP, met het hoogste punt zo'n 43,5 m+ NAP. Vanaf het Spoorpad loopt het gebied naar zuidwestelijke richting af. De hoogteligging aan de zuidwestelijke flank ligt tussen de 33 m+ NAP en 34 m+ NAP. Het laagste punt, bij de poel, is gelegen op 32 m+ NAP. Op figuur 4.1.1. is de hoogteligging van het onderzoeksgebied afgebeeld.



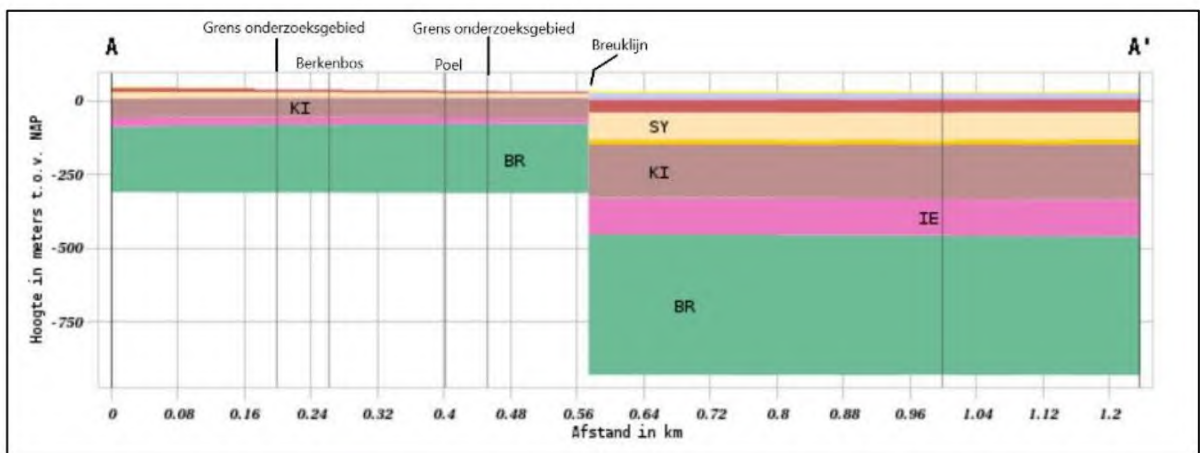
Figuur 2.1.1.: Hoogtekaart van het onderzoeksgebied. Het hoogste deel (oranje) is gelegen op 43,5 m+ NAP. Het laagste deel (blauw), is gelegen op 32 m+ NAP (AHN-viewer, 2022).

### 4.2 Geomorfologie

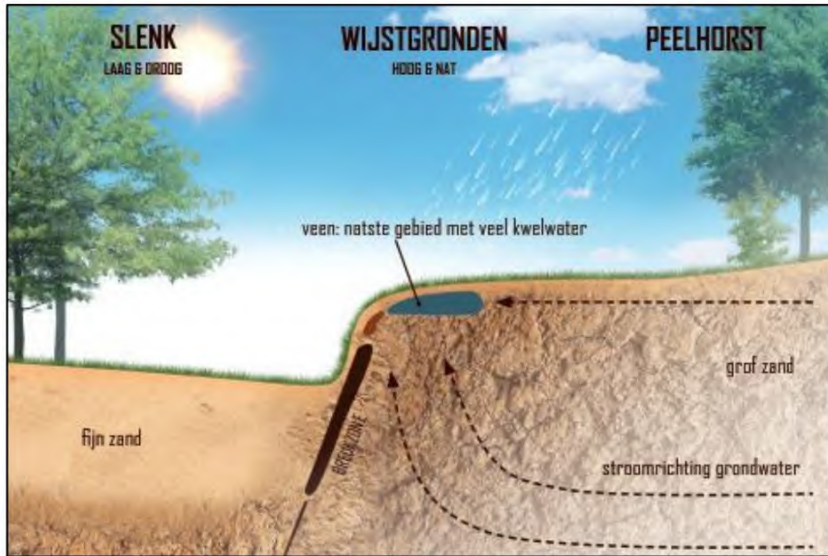
Het onderzoeksgebied is gelegen op een flank van een terrasafzettingsplateau en het stroomdal van de rivier de Roer. Figuur 4.2.1. geeft de geomorfologische kaart weer van het onderzoeksgebied. Te zien is dat het noordoostelijke deel, het hoger gelegen deel, bestaat uit een afbraakwand. Deze is ontstaan als gevolg van rivierafzettingen, smeltwaterprocessen en bodemijs, nadat het klimaat warmer werd na de ijstijden (Ten Cate & Maarleveld, 1977). Het zuidwestelijk deel, het lagergelegen deel, bestaat uit een gordeldekzand-glooiing. Tijdens de ijstijd werd zand tegen het terrasplateau afgezet, waardoor een laag dekzand kon ontstaan (Ten Cate & Maarleveld, 1977). Als gevolg van menselijk handelen zijn de meeste hoogteverschillen hier verdwenen. In de uiterst westelijke punt, bij de poel, komt een beekdalbodem voor. Door de aanwezigheid van de Peelrandbreuk, die direct ten zuiden van het onderzoeksgebied aanwezig is, stroomt grondwater naar de oppervlakte waardoor er een zone ontstaat waar het grondwater vervolgens stagneert en waar de bodem vochtiger wordt dan de omgeving (Koster, 2011), (zie figuur 4.2.2.). Als gevolg daarvan ontstaat er een zone van kleine vennen en bronnen boven de breuklijn (zie figuur 4.2.3.). De hooggelegen en natte gronden met veel kwelwater worden wijstgronden genoemd. De Boschbeek ontspringt uit soortgelijke kwelzones en stroomt langs de breuklijn naar zuidelijke richting langs het onderzoeksgebied (Ten Cate & Maarleveld, 1977), (Koster, 2011). Ten noorden van het onderzoeksgebied heeft zich een droogdal gevormd door smeltwater na de ijstijd (Koster, 2011).



Figuur 4.2.1.: Geomorfologische kaart van het onderzoeksgebied. Bruin: Terrasplateau, Wijnrood: Afbraakwand, Oranje: Gordeldekzandglooiing, Geel: Landduinafzettingen, in het Groen: Beekdalbodems en in het Donkergroen: Droogdalen (PDok, 2022).



Figuur 4.2.2.: Dwarsdoorsnede van de ondergrond van het onderzoeksgebied en de omgeving. Duidelijk is de breuklijn te zien ten zuiden van het onderzoeksgebied (Dinoloket, 2022).



Figuur 4.2.3.: Weergave van het ontstaan van vochtige zone langs de Peelrandbreuk (Stichting Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022).

## 5. Bodem

### 5.1 Beschrijving ondergrond

De bodemkaart (figuur 5.1.1.) laat zien dat het onderzoeksgebied grofweg bestaat uit twee bodemtypes. Het hoger gelegen noordoostelijke deel bestaat uit een holtpodzolbodem, terwijl het lageregelegen deel van het onderzoeksgebied bestaat uit een gooreerdgrond. Ten zuiden en westen van het onderzoeksgebied komt een vorstvaaggrond voor.

De holtpodzolbodem is aan de hand van het materiaal onder te verdelen in twee subgroepen. Op de hoogste locatie bestaat de bodem voornamelijk uit grof zand en komt er grind voor op een diepte vanaf 0,40 cm onder het maaiveld. De flanken van deze verhoging, de noordelijke hoek en de zuidoostelijke hoek, bestaat uit leemarm en zwaksiltig fijn zand. Holtpodzolbodems komen veelal voor op hoger en droger gelegen rijkere delen binnen het zandlandschap waar langere tijd een bos heeft gestaan en vrij laat is ontgonnen. Kenmerkend aan holtpodzolgronden is de bruine kleur in de bovenlaag (Jongmans, Van den Berg, Sonneveld, Peek, & Van den Berg Van Saparoea, 2013).

Het lageregelegen delen van het plangebied bestaat uit een gooreerdgrond, bestaande uit siltig fijn zand. Gooreerdgronden komen voornamelijk voor op nattere laag gelegen laagtes of overgangen van beekdalen naar hogere gronden. Kenmerkend is dat deze gronden ontstaan op plekken waar regenwater of plaatselijk grondwater stagneert waardoor het lokaal vochtiger kan zijn dan in de rest van het gebied (Jongmans, Van den Berg, Sonneveld, Peek, & Van den Berg Van Saparoea, 2013). Hierdoor kon er een moerasachtig gebied ontstaan, wat ook te zien is op de historische kaart uit 1922 en de toponiemen van het gebied (zie figuur 8). Gooreerdgronden worden gezien als een overgangsvorm tussen eerdgronden en podzolgronden (De Bakker & Schelling, 1989). Gezien de aanwezigheid van de breuklijn ten zuiden van het onderzoeksgebied (hoofdstuk 4.2) kan de locatie van dit bodemtype verklaard worden doordat grondwater op deze locatie stagneerde en als het ware naar de oppervlakte werd geduwd waardoor de bodem vochtiger werd en in sommige gevallen als kwel naar de oppervlakte komt. Dit verschijnsel wordt 'wijst' genoemd en is zeer kenmerkend voor gebieden langs de Peelrandbreuk. Het grondwater uit deze soort kwel is zeer ijzerrijk waardoor de bodem, wijstgronden, herkenbaar zijn aan de oranje kleur als gevolg van ijzeroxidatie (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022).



Figuur 5.1.1.: Bodemkaart van het onderzoeksgebied. In het donker- en licht oranje: Holtpodzolbodems. In het lichtgroen: Gooreerdgrond. Geel: Vorstvaaggronden (PDok, 2022).

## 6. Watersysteem/Geohydrologie

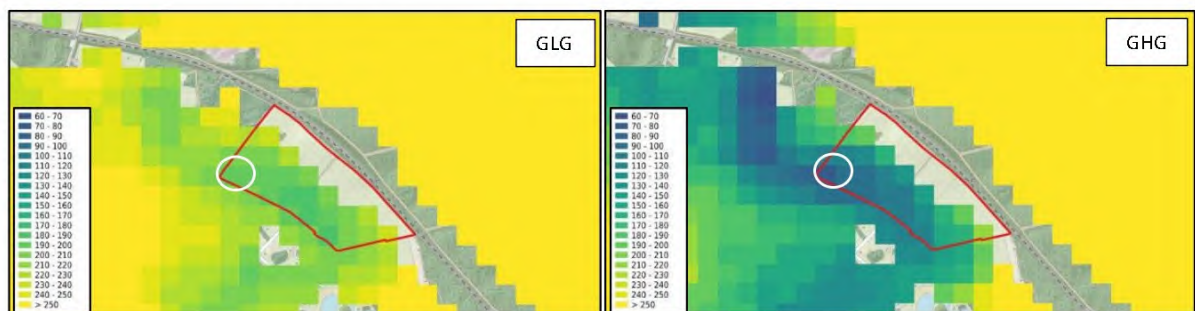
### 6.1 Oppervlaktewatersysteem

Binnen het onderzoeksgebied komt een oppervlaktewaterlichaam voor. Dit is de poel in de westhoek van het onderzoeksgebied. Oorspronkelijk was op deze locatie een ven aanwezig dat waarschijnlijk is ontstaan als gevolg van kwel en een slecht doorlatende bodem als gevolg van de Peelrandbreuk. Dit ven is in de jaren '40 drooggelegd, mogelijk ten behoeve van landbouwgebruik. Rond 2010 is op de locatie een poel gegraven.

Binnen het plangebied komen geen afwaterende sloten voor. Wel is een enkele greppel aanwezig binnen het onderzoeksgebied. Deze ligt aan de oostzijde van de poel. Mogelijk is deze in het verleden gegraven om het moerasgebied te ontwateren.

### 6.2 Grondwatersysteem

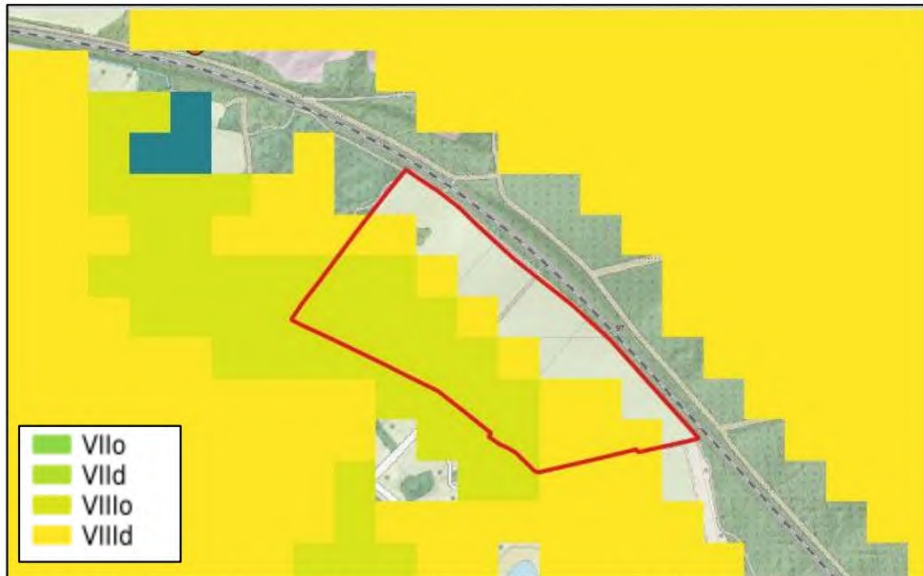
Binnen het onderzoeksgebied is een grondwatertrap VIII aanwezig. In de onderstaande figuren 6.2.1a en b zijn de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) weergegeven. De GLG binnen het onderzoeksgebied is gelegen tussen de 190 cm en 230 cm onder het maaiveld. De GHG is gelegen tussen de 80 cm en 200 cm onder het maaiveld. Duidelijk is de locatie van het vroegere moerasgebied waar te nemen, waar de grondwaterstand dicht bij het maaiveld komt, aangegeven in figuur 6.2.1b. Als gevolg van de kwel die op de locatie omhoogkomt. Goed is ook de locatie waar te nemen waar de Boschbeek in het verleden stroomde (ten westen van het onderzoeksgebied). Deze beek is rond de jaren '40 deels rechtgetrokken en naar het zuiden verlegd (Topotijdreis, 2022).



Figuur 6.2.1a en 6.2.1b: Kaarten van de GLG en GHG binnen het onderzoeksgebied. In de legenda zijn de waterstanden onder maaiveld weergegeven. Locatie van het vroegere moerasgebied is aangegeven met de witte cirkel (PDok.nl, 2022).

### 6.3 Grondwaterstand

In het onderzoeksgebied komt een lage grondwaterstand voor. De grondwatertrap is VIII(o/d). Dit houdt in dat de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) is gelegen op lager dan 140 cm onder het maaiveld (mv) en dat de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) lager is gelegen dan 120 – 180 cm onder mv. of lager dan 180 cm onder maaiveld. Op de locatie van waar zich een gooreerdgrond heeft gevormd is een grondwatertrap VIIIo aanwezig (zie figuur 6.3.1).



Figuur 6.3.1.: Grondwatertrappenkaart van het onderzoeksgebied (DinoLoket, 2022).

## 6.4 Watermonsters

Tijdens het veldbezoek zijn er watermonsters genomen van water uit de pool (oppervlaktewater) en vanuit de peilbuis (de locatie van de peilbuis is weergegeven in figuur 6.4.1.). Dit om te onderzoeken welke minerale samenstelling het water op beide locaties heeft en of er opvallende verschillen tussen beide watermonsters zijn waar te nemen. De watermonsters zijn op de volgende elementen onderzocht: Calcium (Ca), IJzer (Fe), Magnesium (Mg), Fosfor (totaal), Zwavel (totaal) en op anorganische verbindingen (ammonium (NH<sub>4</sub>), ortho-fosfaat (PO<sub>4</sub>), nitraat (NO<sub>3</sub>)). De resultaten worden in hoofdstuk 8.3 toegelicht.



Figuur 6.4.1.: Locatie van de peilbuis (blauwe driehoek) binnen het onderzoeksgebied (Dinoloket, 2022).

## 7. Natuurwaarden & Ecologie

### 7.1 Waarnemingen NDFF

Om een beeld te krijgen van de verspreiding en het (mogelijk) voorkomen van beschermde soorten en Rode Lijstsoorten in en rond het plangebied, is de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) geraadpleegd (periode 2018-2022). Binnen de NDFF is gekeken welke soorten binnen het onderzoeksgebied en het gebied in een straal van 500 meter eromheen zijn waargenomen. Bij planten zijn tevens soorten genoemd die iets over de standplaatscondities van het gebied zeggen.

#### 7.1.1 Vogels

Binnen de NDFF zijn duizenden waarnemingen van vogels geregistreerd in en rondom het onderzoeksgebied. Dit betreffen voornamelijk bosvogels zoals: holenduif, grote lijster, havik, vuurgoudhaan en kuifmees. Ook zijn er veel soorten waargenomen van kleinschalige landschappen en heideterreinen zoals: kneu, geelgors, boomvalk, grauwe klauwier en wielewaal. Daarnaast zijn ook soorten als blauwe kiekendief, boerenwaluw, gele kwikstaart, graspieper, grauwe vliegenvanger, hop, huismus, huiswaluw, keep, klapekster, koekoek, kraanvogel, kramsvogel, matkop, nachtegaal, raaf, ransuil, torenvalk, veldleeuwerik, zomertortel en zwarte mees waargenomen in de omgeving. De waarnemingen betreffen zowel vastgestelde territoria of waarnemingen van baltsend/zingende dieren als bijvoorbeeld overvliegende dieren. Tijdens het veldbezoek zijn sprinkhaanzanger, huiswaluw, boerenwaluw, blauwe reiger waargenomen en bij de poel een ijsvogel.

#### 7.1.2 Zoogdieren

In de NDFF zijn circa 100 waarnemingen van beschermde zoogdieren ingevoerd in het plangebied en in de directe omgeving. Het betreft vier verschillende vleermuissoorten (gewone dwergvleermuis, gewone grootvleermuis, rosse vleermuis en laatvlieger) en zes verschillende andere zoogdieren (eekhoorn, das, wild zwijn, bever, grote bosmuis, steenmarter). De waarnemingen zijn gedaan rondom het onderzoeksgebied. Deze waarnemingen komen allemaal van buiten het onderzoeksgebied. Verder zijn in de omgeving van het onderzoeksgebied de volgende soorten waargenomen: bever, das, eekhoorn, grote bosmuis, steenmarter en wild zwijn. De laatvlieger staat tevens op de Rode Lijst evenals de haas en konijn. De haas en het konijn kennen geen wettelijke bescherming.

#### 7.1.3 Reptielen en Amfibieën

Binnen het NDFF zijn meer dan 600 waarnemingen ingevoerd van zowel reptielen als amfibieën. De meeste waarnemingen van reptielen komen uit het Natura 2000-gebied zelf en betreffen de soorten: adder, gladde slang, hazelworm, levendbarende hagedis en zandhagedis. Met uitzondering van de hazelworm staan de soorten ook op de Rode Lijst. Binnen het onderzoeksgebied is er een waarneming van levendbarende hagedis en hazelworm.

Van amfibieën zijn er in het onderzoeksgebied en de omgeving zo'n 70 waarnemingen ingevoerd. De meeste waarnemingen zijn gedaan [redacted] L Binnen het onderzoeksgebied zijn ook diverse waarnemingen gedaan. In totaal 18 waarnemingen. Deze waarnemingen zijn vooral gedaan [redacted] L en betreffen de soorten: vinpootsalamander, alpenwatersalamander, kamsalamander, kleine watersalamander, groene kikker, gewone pad en rugstreeppad. Uit een inventarisatie van de Herpetologische Studiegroep Limburg (HSL) uit 2022 is gebleken dat er alpenwatersalamander, kamsalamander, kleine watersalamander en vinpootsalamander [redacted] L voorkomen. De kamsalamander, rugstreeppad en vinpootsalamander staan tevens op de Rode Lijst.

#### 7.1.4 Insecten (Dagvlinders en libellen)

In de periode 2018-2022 zijn er 21 waarnemingen van beschermde dagvlinders en libellen ingevoerd. Het betreft vier libellensoorten (bosbeekjuffer, gaffellibel, gevlekte glanslibel en gewone bronlibel) en drie dagvlindersoorten (kleine ijsvogelvlinder, grote vos en grote weerschijnvlinder). Al deze waarnemingen komen van buiten het onderzoeksgebied. Tevens zijn meerdere Rode Lijstsoorten waargenomen in de omgeving van het plangebied, zoals: bruin blauwtje, geelsprietdikkopje, heidewespbij, kleine parelmoervlinder, rode koekoekshommel en veldkrekkel.

Tijdens het veldbezoek zijn er binnen het onderzoeksgebied een aantal veldkrekels gezien en gehoord. Ook is de blauwvleugelsprinkhaan meerdere malen waargenomen in en rondom het onderzoeksgebied.

#### 7.1.5 Vaatplanten

Voor vaatplanten is er alleen naar soorten binnen het onderzoeksgebied gekeken. De reden hiervoor is om soorten uit te sluiten die voorkomen binnen het N2000-gebied en niet representatief zijn voor het onderzoeksgebied. In het onderzoek zijn geen beschermde soorten en Rode Lijstsoorten aangetroffen. Wel zijn er diverse soorten aangetroffen die gelden als indicatorsoorten die iets vertellen over de voedselrijkdom of vochtigheid van de bodem.

De soorten die zijn waargenomen zijn zowel soorten van schralere bodems (eekhoorngras, grasklokje, dwergviltkruid, zandblauwtje en hazenpootje), maar ook soorten van bosranden (peterseliebraam en maartsviooltje) en soorten van verstoorde bodems (teunisbloem, sint-janskruid, bijvoet en boerenwormkruid). In het berkenbosje kwamen soorten voor van vochtigere omstandigheden zoals: wilde marjolein, gevlekte scheerling en mannetjesvaren. Enkele van deze bovengenoemde soorten zijn ook waargenomen tijdens het veldbezoek. Van de bovengenoemde soorten zijn grasklokje, hazenpootje, wilde marjolein en de alle genoemde soorten van verstoorde bodems aangetroffen. Deze soorten staan weergegeven in Bijlage 2.

#### 7.2 Natura 2000/ NNN-gebieden

##### *Natura 2000-gebieden*

Het plangebied grenst in het noorden en oosten direct aan het Natura 2000-gebied De Meinweg. Op minder dan twee kilometer ten zuiden het plangebied ligt Natura 2000-gebied het Roerdal. De Meinweg is een Vogelrichtlijn- en Habitatrichtlijngebied. De locatie van het onderzoeksgebied ten opzichte van deze Natura 2000-gebieden is in figuur 7.2.1. weergegeven.



Figuur 7.2.1.: Locatie van het onderzoeksgebied ten opzichte van de N2000-gebieden (Natura2000.nl, 2022).

### 7.2.1 Natura-2000-doelen

Binnen de Meinweg zijn voor verschillende habitattypen soorten aangewezen. Voor deze habitattypen en soorten zijn doelen opgesteld om het leefgebied van deze soorten te verbeteren, te behouden en/of te vergroten. In de onderstaande tabel staat per doelsoort welke doelen er zijn opgesteld voor het Natura2000-gebied De Meinweg. Met de ontwikkeling van de beoogde habitattypen binnen het onderzoeksgebied zal het leefgebied van een aantal soorten worden uitgebreid.

Tabel 7.2.1.: Weergave met de doelsoorten en de gestelde doelen voor deze soorten binnen Natura2000-gebied Meinweg (Natura2000.nl, 2022).

Habitattypen						
	Oppervlakte		Kwaliteit	Relatieve bijdrage		
Zure vennen (H3160)	=		>	C		
Vochtige heiden (H4010A)	=		>	C		
Droge heiden (H4030)	=		>	B1		
Actieve hoogvenen (H7110B)	=		>	C		
Pioniersvegetaties met snavelbiezen (H7150)	>		+	C		
Beuken-Eikenbos met hulst (H9120)	=		>	C		
Hoogveenbossen (H91D0*)	=		>	C		
Vochtig alluviale bossen (H91E0C*)	=		>	B1		
Habitatrichtlijnsorten						
Soort	Populatie	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Relatieve bijdrage		
Gaffellibelle	=	=	=	C		
Beekprik	=	=	=	B1		
Kamsalamander	>	>	>			
Drijvende weegbree	=	=	=	C		
Broedvogels (Vogelrichtlijnsorten)						
Soort	Aantal broedparen	Omvang leefgebied	Kwaliteit leefgebied	Relatieve bijdrage		
Nachtzwaluw	25	=	=	B1		
Boomleeuwerik	25	=	=	C		
Roodborsttapuit	20	=	=	C		
Legenda						
Populatie	Behoud populatie:	=	Uitbreiding populatie	>	Vestiging populatie	+

Omvang leefgebied	Behoud:	=	Uitbreiding	>	Ontwikkeling leefgebied	+	Behoud oppervlakte (ten koste ander habitat)	=(<)
Kwaliteit leefgebied	Behoud kwaliteit	=	Verbetering kwaliteit	>	Ontwikkeling nieuw leefgebied	+		
Relevante bijdrage (landelijke pop.)	A4		>75%		B2		15-30%	
	A3		50-75 %		B1		6-15%	
	A2		30-50%		C		<2%	
	A1		15-30%					

### Kamsalamander

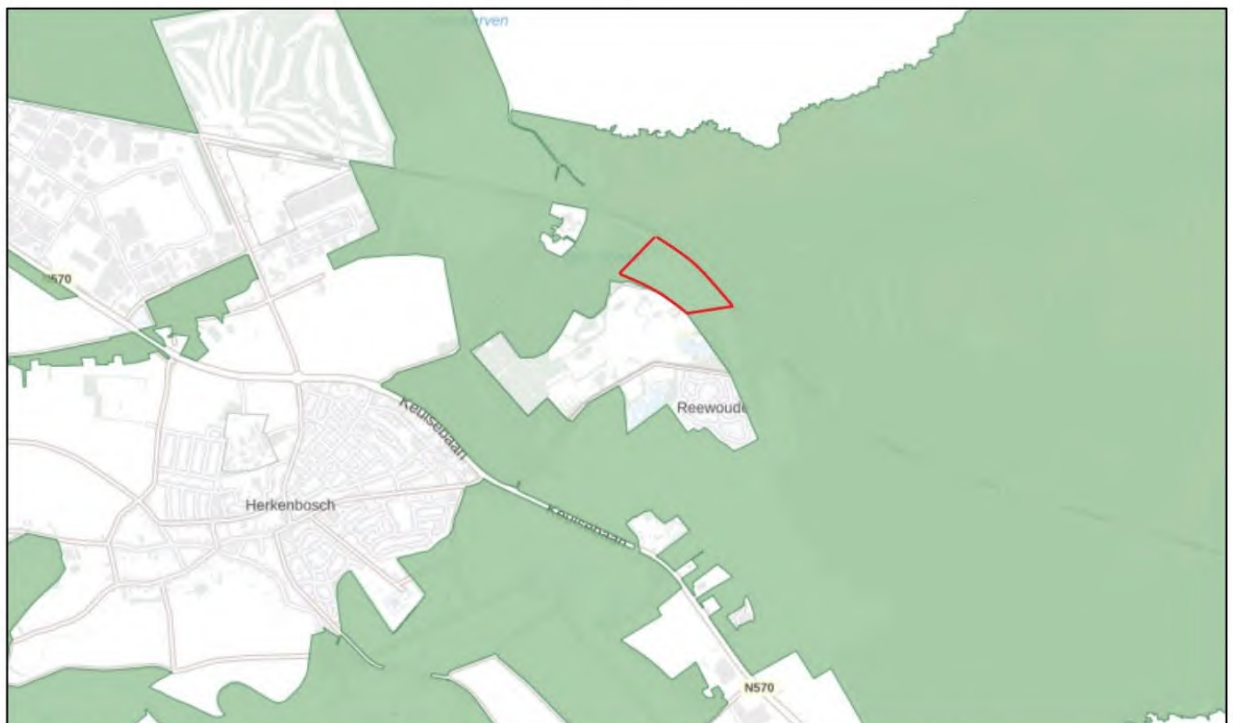
De kamsalamander is in een onderzoek in 2022 waargenomen in de poel. Deze valt onder bescherming van de Habitatrictlijn. Voor de kamsalamander zijn Habitatrictlijndoelen opgesteld. De doelen die zijn opgesteld zijn: vergroting van leefgebied, verbetering van kwaliteit van leefomgeving en uitbreiding van de populatie van de soort.

Tijdens het veldbezoek waren in een deel van het onderzoeksgebied runderen aanwezig. De runderen hebben toegang

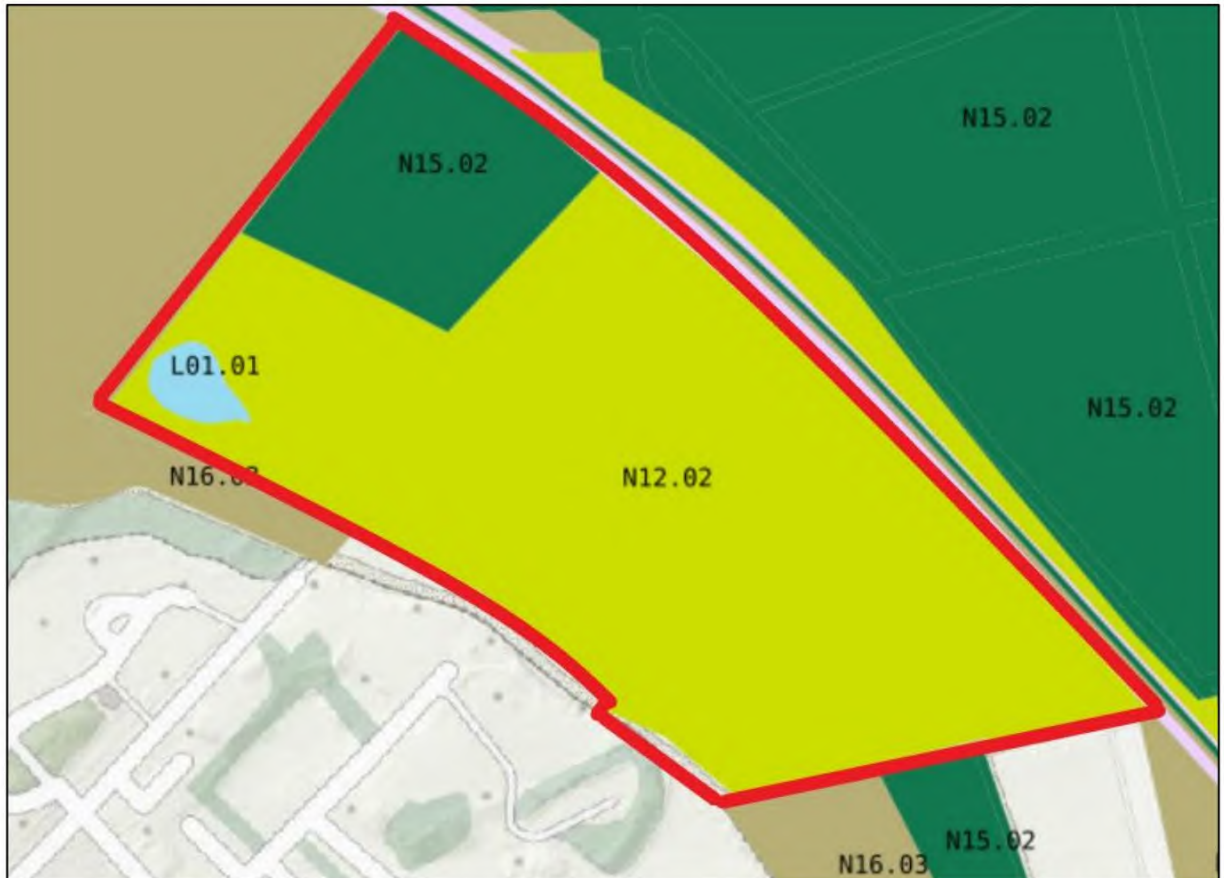
Tijdens het veldbezoek zijn er geen beschermde soorten aangetroffen binnen het onderzoeksgebied.

## 7.2.2 Natuurnetwerk Nederland (NNN)

Het onderzoeksgebied ligt binnen het Natuurnetwerk Nederland (NNN) (figuur 7.2.2.). Het onderzoeksgebied is onderverdeeld in drie beheertypes, namelijk Kruiden- en faunarijkgrasland (N12.02), Eiken-, Beuken- en Dennenbos (N15.02) en Poel en klein historisch water (L01.01) (figuur 7.2.3.). Binnen de Ambitiekaart worden dezelfde beheertypen geambieerd binnen het onderzoeksgebied.



Figuur 7.2.2.: Weergave van het onderzoeksgebied t.o.v. NNN-gebieden (Atlas Leefomgeving, 2022).



Figuur 7.2.3.: Beheertypes binnen het onderzoeksgebied die zijn vastgesteld door de provincie Limburg (Provincie Limburg, Actueel).

### 7.3 Omschrijving beoogde habitat- en leefgebiedtypen

Door Staatsbosbeheer zijn een aantal beoogde habitat- en leefgebiedtypen aangedragen. Het betreft: Droog Struisgrasland (LG09), Droge heiden (H4030), Heischraal grasland (H6230) en Ruigten en zomen (droge bosranden) (H6430C). De keuze voor deze natuurdoeltypen komt voort uit de hoogteligging, de omgeving en de historie van dit gebied. Binnen deze paragraaf wordt per type een korte toelichting gegeven over typische vegetatietypen en de randvoorwaarden voor de ontwikkeling ervan.

#### *Droog struisgrasland (LG09)*

Dit natuurtype kenmerkt zich aan de laagblijvend al of niet kruidenrijk grasland met een vrij open en pollige structuur gelegen op de zonnige of enigszins beschaduwde plekken. Vaak komt dit graslandtype voor op ontkalkte delen van plateaus en hoger gelegen zandgronden. Dit natuurtype is gevoelig voor atmosferische depositie. Typische en kenmerkende vegetatietypen voor dit natuurtype zijn Associatie van Hengel en Witbol (18Aa1), Associatie van Liggend walstro en Schapengras (19Aa1) en Associatie van Maanvaren en Vleugeltjesbloem (19Aa3) (Bal, et al., Handboek Natuurdoeltypen, 2001). Naar verwachting kan dit leefgebiedstype zich ontwikkelen op een groot gedeelte binnen het onderzoeksgebied. De randvoorwaarden voor dit leefgebiedstype zijn weergegeven in tabel 7.3.1.

Tabel 7.3.1.: Randvoorwaarden van leefgebied Droog struisgrasland, gebaseerd op natuurdoeltype Droog schraalgrasland van de hogere gronden, subtype Droog struisgrasland (Nijssen, et al., 2008).

Randvoorwaarden	
Zuurgraad	Zuur tot zwak zuur (4 tot 6 pH)
Vochttoestand	Droog tot matig droog
- Waterherkomst	- Regenwater
- GLG	- Diep tot zeer diep
- Overstromingsduur	- Nooit
Voedselrijkdom	Voedselarm tot matig voedselrijk
Kritische depositiewaarde	1000 mol N/ha/jaar (Zeer gevoelig)

#### Droge heiden (H4030)

Binnen dit habitattype behoren struikheidevegetaties met struikheide, andere dwergstruiksoorten, grassen en mossen. Dit habitattype komt op matig droge tot droge, kalkarme zure bodems waar zich een zekere podzollaag heeft gevormd. Dit habitattype komt o.a. voor op dekzandgronden, rivierterrassen en tertiaire zandafzettingen. Dit natuurtype is gevoelig voor atmosferische depositie en natuurlijke successie. Typische en kenmerkende vegetatietypen voor dit natuurtype zijn Associatie van Struikheide en Stekelbrem (20Aa1) en Associatie van Bosbes (20Aa2). Naar verwachting zal dit habitattype zich kunnen ontwikkelen op de hooggelegen locaties (direct langs de oude spoorlijn) binnen het onderzoeksgebied. De randvoorwaarden voor dit habitattype zijn weergegeven in tabel 7.3.2.

Tabel 7.3.2.: Randvoorwaarden van habitattype Droge heiden (Smits, et al., 2020).

Randvoorwaarden	
Zuurgraad	Zuur tot matig zuur (4 tot 5,5 pH)
Vochttoestand	Droog tot matig droog
- Waterherkomst	- Regenwater
- GLG	- Diep tot zeer diep
- Overstromingsduur	- Nooit
Voedselrijkdom	Zeer voedselarm
Kritische depositiewaarde	1071 mol N/ha/jaar (Zeer gevoelig)

#### Ruigten en zomen (droge bosranden) (H6430C)

Dit habitattype bestaat voornamelijk uit vegetaties met vooral hoge kruiden en struiken. Veelal komt dit habitattype voor op een breed scala van bodems. Van vochtig tot droge en voedselrijke tot voedselarme omstandigheden. Kenmerkend aan deze habitattypes is de hoge biodiversiteit, waarbij fauna voornamelijk de zomen en mantels gebruikt als schuil- en foerageerplaats. Dit habitattype is gevoelig voor stikstofdepositie (Bal, et al., 2001). Bij te veel stikstofbeschikbaarheid nemen soorten als braam en brandnetel de vegetatiedominantie over. Kenmerkende vegetatietypes zijn Kruidvlier-associatie (33Aa6), Kruisbladwalstro-associatie (33Aa3A), Associatie van Look-zonder-look en Dolle kervel (33Aa4a) en Zevenblad-associatie (33Aa5d) (Bal, et al., 2001). Naar verwacht kan dit habitattype zich ontwikkelen ter plaatse/aan de rand van het al aanwezige berkenbosje.

Tabel 7.3.3.: Randvoorwaarden van habitattype Ruigten en Zomen (droge bosranden) (Huiskes, et al., 2020).

Randvoorwaarden	
Zuurgraad	Basisch tot matig zuur (7 tot 6 pH)
Vochttoestand	Droog tot (zeer) vochtig
- Waterherkomst	- Regenwater en grondwater
- GLG	- Diep tot zeer diep
- Overstromingsduur	- Nooit
Voedselrijkdom	Matig voedselrijk tot zeer voedselrijk
Kritische depositiewaarde	1857 mol N/ha/jaar (Gevoelig)

### *Heischraal grasland (H6230\*)*

Dit habitatype komt binnen Nederland voornamelijk voor in het heuvelland, duinen en op de hogere zandgronden. Veelal komt dit habitatype voor op betrekkelijk zure zand- en grindbodems. Kenmerkend aan dit habitatype is de rijke aanwezigheid van grassoorten, kruiden en paddenstoelen. Ook komen er soorten voor van heidevegetaties. Dit habitatype is zeer gevoelig voor stikstofdepositie. Kenmerkende vegetatietypes zijn: Associatie van Liggend walstro en schapengras (19Aa1), Associatie van Klokjesgentiaan en borstelgras (19Aa2), Associatie van Maanvaren en vleugeltjesbloem (19Aa3), Associatie van Betonie en gevinde kortsteel (19Aa4), Grondster-Associatie (28Aa4) en Rompgemeenschap van borstelgras van heischrale graslanden (19RG1) (Natura2000, 2008). Verwacht wordt dat dit habitatype zich kan ontwikkelen op de hoger gelegen delen aan noordoostelijke grens van het onderzoeksgebied.

Tabel 7.3.4.: Randvoorwaarden van habitatype Heischraal grasland (Natura2000, 2008).

Randvoorwaarden	
Zuurgraad	Basisch tot matig zuur (7 tot 5,5 pH)
Vochttoestand	Droog tot (zeer) vochtig
- Waterherkomst	- Regenwater en grondwater
- GLG	- Droog tot nat
- Overstromingsduur	- Niet
Voedselrijkdom	Zeer voedselarm tot matig voedselrijk
Kritische depositiewaarde	857 mol N/ha/jaar (Gevoelig)

## 8. Resultaten vegetatie- en bodemonderzoek

Binnen dit hoofdstuk worden de onderzoeksresultaten uiteengezet. Dit zijn de uitkomsten afkomstig uit het vegetatieonderzoek, uit het bodemonderzoek en de bemonstering van het oppervlakte- en grondwater. De bodem- en watermonsters zijn in een laboratorium chemisch onderzocht op nutriënten- en mineralensamenstelling. Deze worden per boor-/bemonsterlocatie besproken. In hoofdstuk 8.1 wordt per boorlocatie de plantengemeenschap toegelicht. In 8.2 worden per boorlocatie de resultaten van de laboratoriummetingen van de bodemmonsters weergegeven en toegelicht. In 8.3 worden de resultaten van de nutriëntensamenstelling van de watermonsters toegelicht. Enige fluctuatiegerelateerde gegevens van de peilbuismetingen worden niet meegenomen binnen dit onderzoek om de reden dat de periode van meetgegevens te kort zijn om een goed beeld te krijgen van de grondwaterfluctuaties binnen het onderzoeksgebied.

### 8.1 Vegetatieonderzoek

Allereerst is er gekeken binnen de Landelijke Vegetatiebank (LVB) om een indruk te krijgen van mogelijke historische vegetatieopnames (1992 t/m 2022) te krijgen. Uit de LVB is gebleken dat er binnen de grenzen van het onderzoeksgebied slechts twee opnames bekend zijn. Deze zijn afkomstig uit 1993 en betreffen voornamelijk vegetatiegemeenschappen van bossen (WUR, 2022). Waarschijnlijk zijn deze opnames afkomstig uit het naastgelegen bos ten noorden van het onderzoeksgebied.

Voor dit onderzoek zijn bij de boorlocaties ook vegetatieopnames gedaan om een beeld te krijgen van huidige vegetatieve samenstelling op de locatie. De reden voor de vegetatieopnames om te achterhalen in welke mate een beoogd vegetatietype aanwezig is en welke (beheer)maatregelen er in de toekomst nodig zijn om de beoogde vegetatiegemeenschap te realiseren binnen het beoogde habitatype. In alle gevallen zijn de aangetroffen soorten ingedeeld in rompgemeenschappen omdat binnen de aangetroffen soorten geen plantensoorten zijn waargenomen die kenmerkend of differentiërend zijn om toe te kennen aan een eigen plantenassociatie. De soorten die zijn waargenomen zijn voornamelijk algemeen voorkomende soorten die voorkomen op een breed palet matig voedselrijke bodems tot voedselrijke bodems. Soorten die binnen de opnames zijn aangetroffen zijn in *cursief* genoteerd. De aangetroffen soorten binnen de opnames zijn weergegeven in de Bijlages, zie Bijlage 2.

Opname: 1	Vegetatiegemeenschap: Rompgemeenschap van St-Janskruid/ Rompgemeenschap van Smalle weegbree
<i>Het is niet geheel duidelijk de aangetroffen soorten in te delen binnen een van de bovenstaande plantengemeenschappen omdat de soortenlijsten overeenkomsten vertonen en omdat de aangetroffen soorten in beide RG voorkomen. Beide rompgemeenschappen worden ingedeeld tot de Klasse van droge graslanden op zandgronden. Kenmerkend is dat in beide rompgemeenschappen soorten voorkomen van zowel voedselrijkere omstandigheden als voedselarme omstandigheden.</i>	
<b>Rompgemeenschap van St-Janskruid</b>	
Bodemtextuur	Zand tot zavel
Zuurgraad:	Kalkarm tot kalkrijk
Voedselrijkdom	Matig voedselrijk tot voedselarm
Vochtigheid	Matig droog tot licht vochthoudend
Typische soorten	<i>Gewoon struisgras, schapenzuring, duizendblad, vlasbekje, gewoon biggenkruid, gestreepte witbol, smalle weegbree, kweek, gewone rolklaver, St-Janskruid, gewone hoornbloem en paardenbloem</i>
<b>Rompgemeenschap van Smalle weegbree</b>	
Bodemtextuur	Alle grondsoorten, behalve sterke zure of silte bodems
Zuurgraad:	Zuur tot kalkrijk
Voedselrijkdom	Matig voedselrijk tot voedselarm
Vochtigheid	Droog tot matig vochthoudend
Typische soorten	<i>Smalle weegbree, hondsdrif, akkerdistel, kweek, kleine klaver, gewoon struisgras, kropbaar, klein streepzaad, heermoes, gladde witbol, duizendblad, witte klaver, rode klaver, gewoon reukgras, gewoon biggenkruid, vertakte leeuwentand en gewone hoornbloem</i>

(Schaminée, et al., 2015)

Opname: 2 Vegetatiegemeenschap: Rompgemeenschap van Jacobskruid	
<b>Deze RG kent veel vormen en behoort tot de RG van glanshaver-orde. Kenmerkend is de mix van voedselrijkere soorten als matige voedselarme soorten. De aanwezigheid van grote vossenstaart en fijnstraalsoorten duiden hoogstwaarschijnlijk op enige voedselrijke of verstoorde omstandigheden waardoor deze zich nog weten te handhaven.</b>	
Bodemtextuur	Alle bodemtypen
Zuurgraad:	Matig zuur tot kalkrijk
Voedselrijkdom	Voedselrijk tot matig voedselarm
Vochtigheid	Matig droog tot vochthoudend
Typische soorten:	<i>Jacobskruid, gewone hoornbloem, gestreepte witbol, paardenbloem, witte klaver, kropaar, kweek, smalle weegbree, kleine klaver, klein streepzaad, veldereprijs, veldbeemdgras, schapenzuring, veldzuring, st-janskruid, scherpe boterbloem, kruipende boterbloem.</i>

(Schaminée, et al., 2015)

Opname: 3 Vegetatiegemeenschap: Rompgemeenschap van Jacobskruid	
Bodemtextuur	Alle bodemtypen
Zuurgraad:	Matig zuur tot kalkrijk
Voedselrijkdom	Voedselrijk tot matig voedselarm
Vochtigheid	Matig droog tot vochthoudend
Typische soorten:	<i>Jacobskruid, gewone hoornbloem, gestreepte witbol, paardenbloem, witte klaver, kropaar, kweek, smalle weegbree, kleine klaver, klein streepzaad, veldereprijs, veldbeemdgras, schapenzuring, veldzuring, st-janskruid, scherpe boterbloem, kruipende boterbloem.</i>

(Schaminée, et al., 2015)

Opname: 4 Vegetatiegemeenschap: RG Kweek en Grote vossenstaart	
<b>Deze RG komt voor op plaatsen waar grondwater nooit ver wegzakt. Deze RG is kenmerkend voor voedselrijkere cultuurgraslanden of veraarde veenbodems.</b>	
Bodemtextuur	Alle bodemtypen
Zuurgraad:	Zuur tot kalkrijk
Voedselrijkdom	Voedselrijk tot matig voedselrijk
Vochtigheid	Matig droog tot vochthoudend
Typische soorten:	<i>Grote vossenstaart, grote brandnetel, kweek, paardenbloem, kruipende boterbloem, akkerdistel, kropaar, veldzuring, ridderzuring, scherpe boterbloem, glanshaver, hondsdraf, vogelmuur, witte klaver en veldbeemdgras</i>

(Schaminée, et al., 2015)

Opname: 5 Vegetatiegemeenschap: RG Bezemkruid	
<b>Deze RG komt voornamelijk voor op ruderaal, zonnige standplaatsen en op omgewoelde bodems. Kenmerkend zijn de vele eenjarige soorten als Canadese fijnstraal en akkerdistel, maar ook soorten als boerenwormkruid, smalle weegbree en bijvoet. Deze RG verspreide zich vanuit het Limburgse Maasdal uit naar de rest van Nederland.</b>	
Bodemtextuur	Zand, löss en krijt
Zuurgraad:	Zwak zuur tot kalkrijk
Voedselrijkdom	Matig voedselrijk tot matig voedselarm
Vochtigheid	Droog tot vrij vochtig
Typische soorten:	<i>Bezemkruid, Canadese fijnstraal, akkerdistel, bijvoet, boerenwormkruid, kweek, duizenblad, fioningras, kropaar, paardenbloem, st-janskruid, glanshaver, gewoon biggenkruid, schapenzuring, gewoon struisgras en gewone raket</i>

(Schaminée, et al., 2015)

Opname: 6 Vegetatiegemeenschap: RG Glanshaver	
<b>Deze RG komt voor op enigszins voedselrijkere of verrijkte standplaatsen. Kan voorkomen op plaatsen waar maaisel niet is afgevoerd of waar bladval van bomen zorgen voor verrijking. De aanwezigheid van hazenpootje en gewoon biggenkruid binnen deze plot, duiden op een zekere verschraling van de vegetatie in en rondom dit plot</b>	
Bodemtextuur	Zand
Zuurgraad:	Kalkhoudend tot zwak zure tot neutrale bodems
Voedselrijkdom	Min of meer voedselrijk
Vochtigheid	Vochtig tot matig droog
Typische soorten:	<i>Glanshaver</i> , kropbaar, kweek, veldbeemdgras, veldzuring, paardenbloem, gestreepte witbol, <i>smalle weegbree</i> , fioringras, hondsdrif en akkerdistel

(Schaminée, et al., 2015)

Opname: 7 Vegetatiegemeenschap: Rompgemeenschap van Jacobskruid	
<b>Deze RG kent veel vormen en behoort tot de RG van glanshaver-orde. Kenmerkend is de mix van voedselrijkere soorten als matige voedselarme soorten. Binnen dit plot werd ook hazenpootje aangetroffen, wat duidt op zekere verschraling van de bodem</b>	
Bodemtextuur	Alle bodemtypen
Zuurgraad:	Matig zuur tot kalkrijk
Voedselrijkdom	Voedselrijk tot matig voedselarm
Vochtigheid	Matig droog tot vochthoudend
Typische soorten:	Jacobskruid, <i>gewone hoornbloem</i> , gestreepte witbol, paardenbloem, witte klaver, <i>kropbaar</i> , kweek, <i>smalle weegbree</i> , kleine klaver, <i>klein streepzaad</i> , veldereprijs, <i>veldbeemdgras</i> , schapenzuring, veldzuring, <i>st-janskruid</i> , scherpe boterbloem, kruipende boterbloem, <i>gewoon struisgras</i> .

(Schaminée, et al., 2015)

De aangetroffen plantgemeenschappen bij de boringen kunnen worden ingedeeld binnen de rompgemeenschappen. Dit komt mede door dat er slechts enkele soorten per plots werden aangetroffen. De rompgemeenschappen bij boorlocaties 2,3,4,6 en 7 zijn aan elkaar verwant en behoren tot de matig voedselrijke graslanden van de Glanshaver-orde. Deze orde komt voor op een breed spectrum van standplaatsen, voornamelijk op plaatsen waar het iets vochtiger. Mogelijk speelt de vochthoudendheid van de bodem een rol bij het ontstaan van deze gemeenschappen. De lage aanwezigheid van kruiden kan verklaard worden aan de hand van het historische agrarische gebruik van de percelen. Soorten die veelal werden aangetroffen binnen deze plots zijn: grote vossenstaart, glanshaver, kropbaar, veldbeemdgras. Deze soorten zijn typische soorten binnen de glanshaver-orde (Schaminée, et al., 2015). Daarnaast werden er veelal *smalle weegbree*, paardenbloem, klein streepzaad en hoornbloem aangetroffen in de bovenstaande plots. Soorten die veelal voorkomen binnen agrarische graslanden. Opvallend is ook het voorkomen van enkele soorten die voorkomen op schralere bodems zoals hazenpootje, gewoon biggenkruid en gewoon struisgras binnen plots bij boorlocaties 6 en 7. Dit indiceert op enige verschraling van de bodem (Schaminée, Sýkora, Smits, & Horsthuis, 2010). Binnen de plots werd op meerdere locaties Canadese fijnstraal en Jacobskruid aangetroffen, soorten die veelal worden gekarakteriseerd als pionier- of ruigtesoorten.

De vegetatieopname bij boorlocatie 1 behoort tot de struisgras-orde. Deze orde komt voornamelijk voor bij verschaalde en drogere omstandigheden. Opvallend binnen de opname is de dichtheid van struisgras en het aantal kruiden binnen de opname. De aanwezigheid van biggenkruid en struisgras indiceert schralere omstandigheden dan bij de andere bovengenoemde boorlocaties, al komen veelal dezelfde soorten voor.

Een opvallende opname is die van boorlocatie 5, deze opname kan getypeerd worden als een ruigte- of pioniersvegetatie, behorende tot de Bijvoet-klasse. Naast de grassen kropbaar, veldbeemdgras, kweek en glanshaver, waren er ook een aantal kruiden aanwezig van ruderaal omstandigheden, zoals kleine en grote teunisbloem, boerenwormkruid, *Verbascum spec.* en bijvoet. Schapenzuring en sint-janskruid duiden op matig voedselrijk tot voedselarme omstandigheden (Schaminée, Sýkora, Smits, & Horsthuis, 2010). Het voorkomen van de ruderaal soorten kan verklaard worden doordat er tijdens de brand die in 2020 in de Meinweg woedde op de locatie een brandgang is gemaakt.

Naast de soorten die zijn waargenomen tijdens de vegetatieopnames zijn er nog andere noemenswaardige soorten waargenomen binnen het onderzoeksgebied. Zo zijn er op er meerdere locaties grasklokje, echt duizendguldenkruid, wilde marjolein en gewone rolklaver aangetroffen. Deze soorten komen voornamelijk voor onder matig voedselrijke tot voedselrijke omstandigheden. Aan de rand bij de poel groeit onder andere veldrus en watermunt. Veldrus kan worden gezien als een kwelindicator wat kansen biedt op het ontwikkelen van kwelgerelateerde flora. In het onderzoeksgebied zijn er indicatoren dat de bodem aan het versralen is. Belangrijke indicatoren zijn de aanwezigheid van grasklokje, hazenpootje, gewoon biggenkruid, echt duizendguldenkruid en gewoon struisgras. Soorten als grote vossenstaart, gestreepte witbol en kweek duiden er nog op dat er matig voedselrijke omstandigheden zijn, afkomstig van het voorgaande gebruik van de percelen. Daarnaast komen er ruigtesoorten voor als Canadese fijnstraal en jakobskruiskruid (Schaminée, et al., 2015). De aanwezigheid van deze soorten is hoogstwaarschijnlijk afkomstig door bodemverwonding als gevolg van begrazingsbeheer.

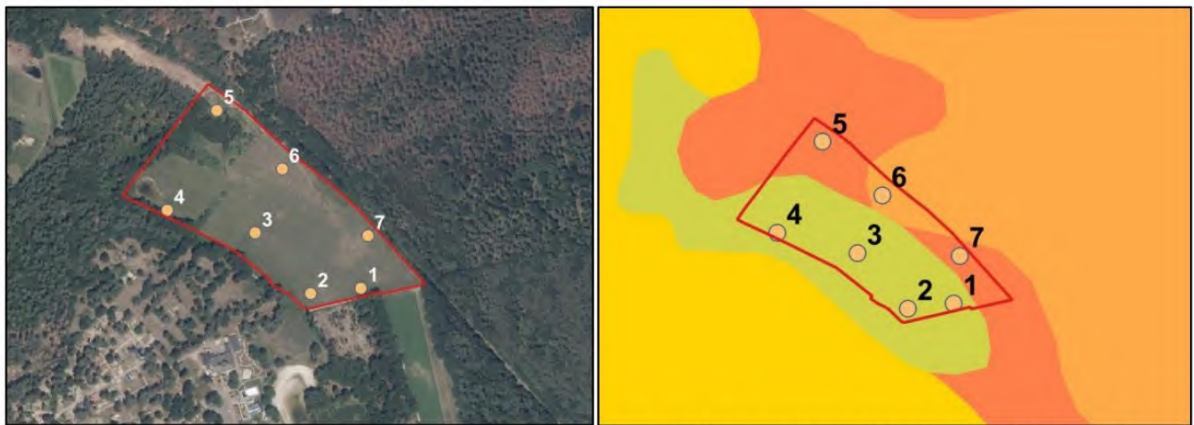


Figuur 8.1.1.: Tijdens het veldbezoek werden enkele indicatorsoorten van schralere graslanden aangetroffen. Links: Echt duizendguldenkruid. Rechts: Grasklokje (Antea Group, 2022).

## 8.2 Bodemonderzoek

### 8.2.1 Fysisch onderzoek

Binnen dit onderzoek is er onderzocht hoe de bodemopbouw binnen het onderzoeksgebied is opgebouwd. Hiervoor is er binnen het onderzoeksgebied op een aantal locaties een grondbooronderzoek uitgevoerd (zie figuur 8.2.1.). Naast hoofdboringen zijn er ook subboringen genomen binnen een omtrek van vijf meter rondom de hoofdboring. Deze subboringen zijn genomen voor analysedoeleinden. Zoals in de voorgaande paragraaf is beschreven, zijn er op de bodemkaart drie verschillende bodemtypes omschreven. Hieronder wordt per boring/punt de hoofdboring beschreven. Deze is tijdens het veldbezoek geclassificeerd conform de NEN 5104 en hieronder omgezet naar de Stiboka-classificatie. De volledige omschrijving van de boringen en omliggende subboringen zijn toegevoegd in Bijlage 1.




Figuur 8.2.1.: Links: Locatie van de boringen op topografische kaart. Rechts: Locatie van de boringen op bodemkaart (Dinoloket, 2022).


Boring 1	Bodemtype		Holtpodzolgrond	
Horizont	Diepte	Textuur	Opmerkingen	
Ap	0-20	Zand	Zwak grindhoudend, zwak steenhoudend	
AE	20-40	Zand	Matig grindhoudend	
C	40-60	Zand	Matig grindhoudend	
Cg	60-120	Zand	Sterk grindhoudend, matig grindhoudend, zwak roesthoudend	




Boring 2	Bodemtype		Gooreerdgrond	
Horizont	Diepte	Textuur	Opmerkingen	
Ap	0-25	Zand		
BC	25-60	Zand		
Cu	60-120	Zand		




Boring 3		Bodemtype	Gooreerdgrond	
	<i>Horizont</i>	<i>Diepte</i>	<i>Textuur</i>	<i>Opmerkingen</i>
	<b>Ap</b>	0-35	Zand	
	<b>BC</b>	35-55	Zand	
	<b>Cu</b>	55-120	Zand	

Boring 4		Bodemtype	Vorstvaaggrond	
	<i>Horizont</i>	<i>Diepte</i>	<i>Textuur</i>	<i>Opmerkingen</i>
	<b>Ap</b>	0-35	Zand	Matig humeus
	<b>ABp</b>	35-55	Zand	Geroerd
	<b>Cu</b>	55-120	Zand	
<b>Opmerking:</b>		Venige laag aantreffen in sub-boring		

Boring 5		Bodemtype	Holtpodzolgrond	
	<i>Horizont</i>	<i>Diepte</i>	<i>Textuur</i>	<i>Opmerkingen</i>
	<b>A</b>	0-30	Zand	Sterk steenhoudend, Matig grindhoudend
	<b>EB</b>	30-60	Zand	Sporen grind, zwak roesthoudend
	<b>C</b>	60-120	Zand	Zwak roesthoudend

Boring 6		Bodemtype	Holtpodzolgrond	
<i>Horizont</i>	<i>Diepte</i>	<i>Textuur</i>	<i>Opmerkingen</i>	
<b>A</b>	0-25	Zand	Sterk steenhoudend, Matig grindhoudend	
<b>EB</b>	25-50	Zand	Sterk steenhoudend, sterk grindhoudend	
<b>C</b>	50-120	Zand	Matig steenhoudend	
<b>Cu</b>	120-200	Zand	Matig grindhoudend, Zwak steenhoudend, Zwak roesthoudend	

Boring 7	Holtpodzolgrond		
	<i>Horizont</i>	<i>Textuur</i>	<i>Opmerkingen</i>
	<b>A</b>	Zand	
	<b>EB</b>	Zand	Zwak grindhoudend
	<b>Cg</b>	Zand	Zwak steenhoudend, matig roesthoudend

De aangetroffen bodemprofielen komen sterk overeen met de bodemkaart. Opvallend is de vondst van veen en veenresten in een sub-boring van boring 4. Dit bevestigt het beeld dat de bodem op deze locatie over een groter oppervlak vochtiger is geweest. Daarnaast is het opvallend dat in de hoger gelegen bodemprofielen grind of stenig materiaal voorkomt, veelal vanaf 30 cm onder het maaiveld. Dit kan verklaard worden aan de hand van erosie van de terrashelling dat voor verplaatsing van materiaal zorgt (StiBoKa, 1970). Daarnaast heeft het landgebruik van de percelen sporen achtergelaten waardoor de bodem op enkele locaties is vergraven. Historische kaarten laten zien dat er rond de jaren '40 sloten zijn gegraven en het onderzoeksgebied in gebruik werd genomen voor agrarische doeleinden (Topotijdreis, 2022).

## 8.2.2 Chemische analyse

Binnen het onderzoeksgebied is verspreid over zeven locaties geboord ten behoeve van het chemisch onderzoek (zie figuur 8.2.1.). Per locatie is een hoofdboring uitgevoerd en zijn er vijf sub-boringen uitgevoerd in een straal van drie meter van de hoofdboring. Deze zijn vermengd tot één sub-monster, om tot een gemiddeld beeld te komen van de nutriëntenrijkdom bij een locatie. Van de hoofdboring is op verschillende dieptes (Bovenste deel bouwvoor: 0-20 cm diepte, Onderste deel bouwvoor: 20-30 cm diepte, Uitspoelingslaag: 30-50 cm diepte, Moedermateriaal: 50-80 cm diepte) een monster genomen, om een beeld verkrijgen tot hoe diep bepaalde nutriënten rijken. Van de sub-boringen (aangegeven met A) is alleen een monster genomen van de onderste laag van de bouwvoor (15-25 cm diepte).

In de onderstaande tabel zijn de resultaten van de analyses per locatie weergegeven (Tabel 8.2.1.). Daarbij zijn naast de verschillende fosfaatfracties ook de beschikbaar calcium en de zuurgraad (pH-waarde) weergegeven om een beeld te kunnen vormen van de zuurgraadbuffering in de bodem. Al-ox en Fe-ox zijn gebruikt om de fosfaatverzadigingsgraad (FVG) te bepalen. In Tabel 8.2.2. zijn de streefwaarden P-Al en FGV voor potentiële natuurontwikkeling op basis van P-limitatie weergegeven. Deze streefwaarden zijn gebaseerd op voorgaand onderzoek naar streefwaarden van fosfaatbeschikbaarheid voor voedselarme tot matig voedselrijke vegetatietypen (Chardon et al., 2009 uit Postma, Goosen, De Lange, & Verhagen, 2019).

Tabel 8.2.1.: Resultaten van fosfaatfracties (P-CaCl<sub>2</sub>, P-Al, P-ox en FVG) en de bindingscapaciteit in de 7 bemonsterde locaties en resultaten van de boommonsters getoetst aan de streefwaarden voor voedselarme tot matig voedselrijke vegetaties. Fe-ox en Al-ox zijn opgenomen omdat ze samen met de P-ox de FVG bepalen (zie ook 8.2.3.).

Locatie	Diepte	P-CaCl <sub>2</sub> , Mg/kg <sup>1</sup>	P-Al, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100gr am	P-ox, mmol/kg <sup>2</sup>	Fe-ox <sup>3</sup> mmol/kg	Al-ox mmol/kg	Ca, beschikbaar mmol/l <sup>4</sup>	pH- graad <sup>5</sup>	FVG, %
1	0-10	4,9	45	15,6	15,1	37,4	1,5	5,1	59
1	10-15	4,7	60	14,2	12,9	39	0,9	5,2	55
1	15-40	1,6	34	8,6	9,6	49,2	1,3	5,4	29
1	40-60	0,3	10	3,1	7,4	43,1	0,1	5,8	12
1A	15-20	5,6	54	15,4	13,7	37,6	1,4	5,2	60
2	0-15	4,2	53	16,5	13,2	36,3	1,1	5,3	67
2	15-25	3,5	50	13,8	10,7	36,5	1,7	5,4	58
2	25-50	0,6	14	4,4	4,3	29,2	0,3	5,6	26
2	50-80	0,3	6	2	1,9	20,5	0,7	5,8	18
2A	15-25	5,7	58	15,9	12,3	33,9	1,2	5,3	69
3	0-25	5	71	17,7	12,1	36,8	0,7	5,2	69
3	25-35	3,3	65	17,2	11,9	39,7	1,4	5,3	63
3	35-50	0,3	20	5,8	5,9	49	0,6	5,6	21
3	50-80	0,3	9	3,2	4,7	34,9	1	5,8	16
3A	25-35	2,4	72	17,3	12,2	38,6	1,4	5,9	68
4	0-15	1,5	14	8,4	28	20,2	1,2	4,8	35
4	15-25	1,2	16	8,7	32,9	20,7	1,6	4,9	32
4	30-60	0,6	5	2,7	10,1	16,6	0,6	5	20
4	60-80	0,3	3	1,1	1,1	4,3	0,1	5,5	41
4A	15-20	1,2	16	8,3	31,5	19,5	1,5	4,7	33
5	0-20	4,3	44	14,4	24,1	35,1	0,6	5,8	49
5	20-30	3,5	44	13,6	23,6	37,7	1,4	5,8	44
5	20-50	0,9	21	7,5	23,2	47,2	0,4	6,1	21
5	70-90	0,3	4	2,2	12,2	20,5	0,4	6,1	13
5A	15-20	5,8	52	14,6	24	33,9	1	6,1	50
6	0-15	4,1	38	15,2	17,3	41,2	0,1	5,8	52
6	15-25	4,3	43	12	13,7	33,7	0,1	5,8	51
6	25-50	2,4	32	8	9,9	26,2	0,1	6	44
6	50-80	0,6	10	2,2	4,1	12,9	0,1	6,2	26
6A	15-25	4	51	15,8	18,2	43,2	0,8	5,8	51
7	0-20	4,3	46	15,3	23,8	37,2	1	5,4	50
7	20-25	2,6	40	11,7	22	37,5	1	5,5	39
7	25-50	0,3	9	4,1	14,4	31,7	0,6	5,6	18
7	50-80	0,3	4	2,4	9,7	20,5	0,7	5,7	16
7A	15-25	5	43	14,6	22,6	36,1	1,3	5,3	50

<sup>1</sup> 0,3 mg P/kg zeer laag en 2,2 is hoog. Van Rotterdam et al., 2018. Verbetering en uitbreiding stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden in de Oeffelter Meent. NMI. Zie ook tabel 8.3.3.

<sup>2</sup> Lager dan 6,5 mmol/kg wordt als zeer laag en lager dan 14,5 mmol/kg wordt als laag beoordeeld. Boven de 32 mmol/kg wordt als zeer hoog beoordeeld en niet geschikt voor schrale matig voedselrijke vegetaties. Van Delft et al., 2007. Natuurpotentie van Zwartebroek en Allemanskamp. Wageningen: Alterra. Het betreffen grenswaarden voor vochtige vegetaties, die voor het onderzoeksgebied slechts indicatief zijn.

<sup>3</sup> Voor Fe-ox en Al-ox zijn geen duidelijke grenswaarden beschikbaar. Het gaat ook vooral om de verhouding tussen P, Fe en Al. Bij een onderzoek in de uiterwaarden van de Waal lagen de Fe-ox waarden tussen de 38 en 127 mmol/kg en de Al-ox waarden tussen de 15 en 52 mmol/kg (Postma et al., 2022). Bij een onderzoek op zandgrond in de Oude Willem (uit productie genomen voormalige landbouwgrond) lagen de Fe-ox waarden tussen de 1,1 en 23,4 mmol/kg en de Al-ox waarden tussen de 18 en 77,7 mmol/kg (Postma et al., 2019). De waarden gevonden in het onderzoeksgebied zijn vergelijkbaar met de waarden aangetroffen in de Oude Willem met iets hogere Fe-ox en iets lagere Al-ox waarden.

<sup>4</sup> Idealiter 4 tot ca 15 mmol/l. Smits, N., et al., 2021. Kansen voor heischraal grasland in het Heuvelland. Overzicht van kansrijke uitbreidingslocaties en herstelexperimenten. De Calcium beschikbaarheid is zeer laag op alle meetlocaties.

<sup>5</sup> Streefwaarde heischrale graslanden (in Zuid-Limburg) globaal tussen de 3,8 en 5,5. Voor de pH en pH-KCL zijn dezelfde waarden gemeten (Smits, et al., 2021).

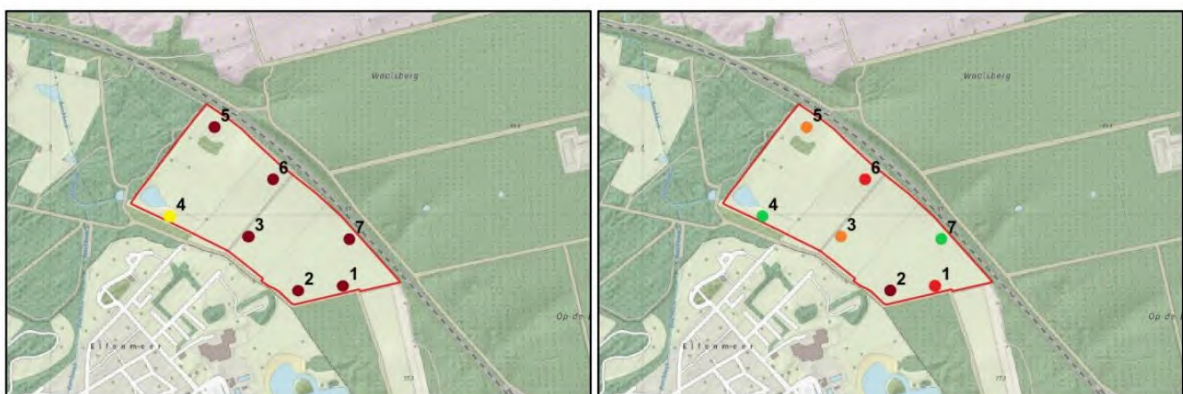
Tabel 8.2.2.: Streefwaarden P-AL en FVG voor potentiële natuurontwikkeling, op basis van P-limitatie (o.a. Gothorst & Hoften, 2018; Van Delft et al., 2014; Rotterdam et al., 2017).

Classificering fosfaattoestand van de bodem voor potentiële natuurontwikkeling (voedselarme tot matig voedselrijke vegetatietypen)	P-AL (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 100g <sup>-1</sup> )	FVG, %
Optimaal voedselarm	<10	<12
Optimaal matig voedselrijk	10-18	12-18
Suboptimaal matig voedselrijk	18-26	18-26
Optimaal voedselrijk	26-40	26-40
Minder geschikt	>40	>40

Tabel 8.3.3.: Landbouwkundige waardering van P-CaCl<sub>2</sub>. De waardering van P-CaCl<sub>2</sub> hangt van de P-AL waarde (Van Rotterdam & Bussink, 2016<sup>6</sup>).

Landbouwkundige waardering P-CaCl <sup>7</sup>	P-AL (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100g)					
P-CaCl (mg/kg)	<16	16-27	27-50	>50	40-60	>60
<0,8	arm	arm	laag	neutraal		
0,8-1,4	laag	laag	neutraal	neutraal		
1,4-3,1	neutraal	neutraal	neutraal	hoog		
>3,1	hoog	hoog	hoog	zeer hoog		
3-4					z. hoog	z. hoog
>4					z. hoog	z. hoog

In tabel 8.2.1. zijn de resultaten gekoppeld aan de streefwaarden voor de ontwikkeling van voedselarme tot matig voedselrijke vegetatietypen (tabel 8.2.2.). De kleuren geven aan of de hoeveelheid fosfaat in de bodem gunstig (groen) is voor de beoogde vegetatietypen of ongunstig ((donker)rood) is. In figuur 8.2.1. zijn de locaties van de boringen weergegeven welke zijn geclassificeerd volgens de indeling van tabel 8.2.2. De P-toestand in de bovengrond op basis van P-AL is op zes van de zeven locaties 'minder geschikt'. De FVG laat een vergelijkbaar beeld zien (Figuur 8.2.2.). In de laag van circa 30-50 cm onder maaiveld is de P-AL-toestand op twee locaties optimaal voedselarm en op twee locaties suboptimaal matig voedselrijk. De overige locaties zijn 'optimaal voedselrijk' en 'minder geschikt' voor natuurontwikkeling. De fosfaatverzadigingsgraad (FVG) geeft overwegend een iets negatiever beeld (zie figuur 8.2.2.). De fosfaatbeschikbaarheid (P-AL) is dan bijvoorbeeld laag, maar omdat de bodem relatief veel P heeft gebonden (door hoge hoeveelheden Fe en Al) kan er naar verloop van tijd meer P vrijkomen dan bij gronden met een lagere FVG. Zowel de FVG als de P-AL zijn een maat voor de beschikbare P in de bodem. P-CaCl<sub>2</sub>, P-ox P-AL en de FVG zijn complementair en geven samen een totaal beeld van de hoeveelheid en verdeling van P in de bodem (Van Rotterdam et al., 2018).



Figuur 8.2.1.: P-AL-toestand voor de bovengrond (0-20 cm, links) en ondergrond (30-50 cm, rechts) (Bron achtergrond Dinoloket, 2022).

<sup>6</sup> Van Rotterdam, D. & W. Bussink, 2016. Notitie – Fosfaatstreefstoestand in de bodem voor mais en gras – bemestingsadvies Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.

<sup>7</sup> Belangrijk te vermelden is dat deze indeling geldt bij een P-AL (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100g) <16, bij een hogere P-AL concentratie kan de landbouwkundige waardering hoger zijn.



Figuur 8.2.2.: Fosfaatverzadigingsgraad voor de bovengrond (0-25 cm, links) en ondergrond (vanaf 50 cm, rechts) (bron achtergrond Dinoloket, 2022).

### 8.2.3 Uitmijnjaren

Om een inschatting te krijgen van de totale hoeveelheid fosfaat die uit de bodem moet worden gehaald is gerekend met P-totaal. P-totaal is echter geen maat voor de beschikbare fosfaat voor planten, wel geeft het weer hoeveel er beschikbaar kan komen in de toekomst. Met P-totaal in de bovenste bodemlaag (50 cm, i.v.m. worteldiepte) kan de maximale tijdsduur voor uitmijnen worden berekend. De streefwaarde voor P is bepaald aan de hand van P-AI waarvoor grenswaarden voor verschillende habitattypes bekend zijn. Aan de hand van die streefwaarde is een streefwaarde voor de FVG specifiek voor het onderzoeksgebied berekend. Met de FVG kan de benodigde fosfaat onttrekking worden berekend. De streefwaarde voor P-AI voor schrale graslanden is 10 mg  $P_2O_5$ / 100 mg (Timmermans, van Eekeren, Finke, Smeding, & Bos, 2010). Dat komt voor het onderzoeksgebied overeen met een FVG van 23,1%. Aan de hand van de berekende FVG kan een theoretische uitmijnperiode worden berekend volgens onderstaande stappen.

De FVG is voor elke bodemlaag berekend aan de hand van de gemeten P-ox, Fe-ox en Al-ox;

1. Bepaal de benodigde daling van de FVG uit het verschil tussen de actuele FVG en de streefwaarde voor FVG, voor de Meinweg is dat 23,1%;
2. Door de benodigde daling van P-ox uit het verschil van de actuele P-ox (afkomstig van de meting) en de P-ox afkomstig van de streefwaarde van de FVG. De afgeleide streefwaarde kan verschillen tussen de boorlocaties door verschillen in Fe-ox en Al-ox tussen de locaties;
3. De hoeveelheid P moet in kg/ha worden berekend om te kunnen bepalen hoeveel P er uit de bodem moet worden onttrokken om de streefwaarde van FVG te kunnen behalen.
4. Bereken hoeveel jaren er moeten worden uitgemijnd om de totaal benodigde hoeveelheid P-onttrekking te kunnen realiseren.

(Postma, Goosen, De Lange, & Verhagen, 2019).

Op basis van de fosfaatbeschikbaarheid (FVG) op verschillende diepten in de bodem, kan er berekend worden hoe lang het duurt om een bepaalde streefwaarde voor fosfaatbeschikbaarheid (23,1%) te kunnen bereiken. Deze kan berekend worden aan de hand van de hoeveelheid P-ox die is gemeten. In tabel 8.2.4. is de berekende hoeveelheid jaren weer gegeven, uitgaande dat er niet wordt afgegraven. In deze tabel wordt er uitgegaan van een jaarlijkse onttrekking van 70 kg  $P_2O_5$ /ha/jaar door de vegetatie. Deze hoeveelheid is gebaseerd op een eerder onderzoek over uitmijnen van graslanden (Postma, Goosen, De Lange, & Verhagen, 2019).

Tabel 8.2.4: Overzicht van de benodigde P-onttrekking en -afvoer en het daarvoor benodigde uitmijnjaren om de huidige fosfaatverzadigingsgraad (FVG) in de bodem te verlagen als er niet wordt afgegraven.

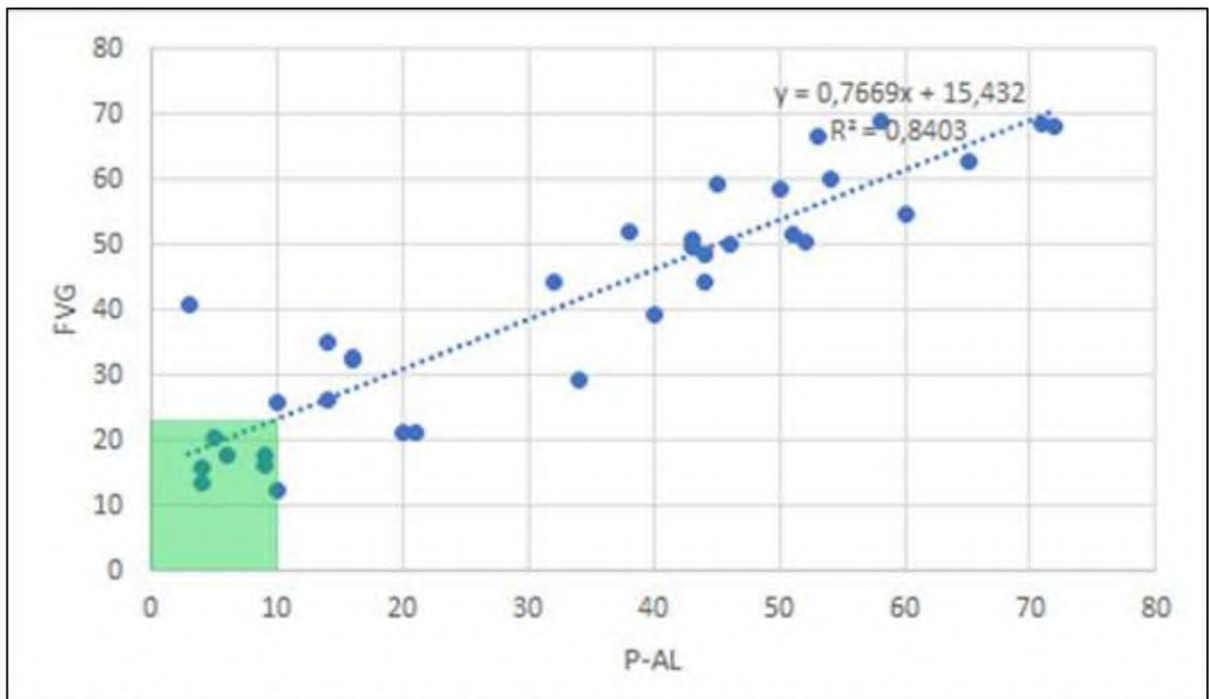
Plotnr	Monsterdiepte cm	Dikte laag m	P-ox (mmol P/kg)		Benodigde P-onttrekking		Aantal uitmijnjaren
			Huidige situatie	Streefgetal	Daling	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	
1	0-10	0,1	15,6	6,06	9,54		
	10-15	0,05	14,2	5,99	8,21		
	15-40	0,25	8,6	6,79	1,81	1933,2	28
	40-60	0,2	3,1	5,83	0		
2	0-15	0,15	16,5	5,72	10,78		
	15-25	0,1	13,8	5,45	8,35		
	25-50	0,25	4,4	3,87	0,53	2751,7	39
3	0-25	0,25	17,7	5,96	11,74		
	25-35	0,1	17,2	6,34	10,86		
	35-50	0,15	5,8	6,34	0	4280,4	61
4	0-15	0,15	8,4	5,57	2,83		
	15-25	0,1	8,7	6,19	2,51		
	30-60	0,3	2,7	3,08	0	719,4	10
5	0-20	0,2	14,4	6,84	7,56		
	20-30	0,1	13,6	7,08	6,52		
	30-50	0,2	7,5	8,13	0	2304,1	33
6	0-15	0,15	15,2	6,76	8,44		
	15-25	0,1	12	5,47	6,53		
	25-50	0,25	8	4,17	3,83	3062,2	44
7	0-20	0,2	15,3	7,05	8,25		
	20-25	0,05	11,7	6,87	4,83	2014,4	29
	25-50	0,25	4,1	5,32	0		

Voor de vraag hoelang de uitmijnperiode duurt om schraal struisgrasland te ontwikkelen wordt er wat uitgebreider ingegaan op de streefwaarden afgeleid voor de fosfaatverzadigingsgraad voor de ontwikkeling van natuurontwikkeling, zie tabel 8.2.5.

Tabel 8.2.5.: P-AI klassen; Geschiktheid natuurontwikkeling (Gortworst & Hoften, 2018).

criterium P-AI waarde	Klasse	Beoordeling P-AI
<5	Arm	Nooit landbouw geweest
5-10	Arm	Ideaal voor natuurontwikkeling
10-18	Laag	Suboptimaal voedselarm
18-26	Neutraal	Suboptimaal matig voedselrijk
>26	Hoog	Niet optimaal

Uit de bovenstaande tabel is op te maken dat er tussen de waardes geen duidelijke grenzen zijn voor de benodigde fosfaattoestand om een natuurlijk schraalgrasland te ontwikkelen. Dit komt omdat de grenzen van de benodigde fosfaattoestand niet hard zijn. Grenzen zijn ook afhankelijk van bijvoorbeeld andere voedingsstoffen of de vochttoestand. De in dit onderzoek gehanteerde streefwaarde is P-AL 10 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per 100 gram (voor het habitat schraal struisgrasland is overeenkomend met een FVG van 23,1%). De streefwaarde is bepaald aan de hand van de P-AI van heischraal grasland). De P-AI en de FVG zijn tegen elkaar uitgezet in figuur 8.2.2.



Figuur 8.2.2.: Benodigde verlaging van FVG tot de streefwaarde voor P-Al ( $P\text{-Al} \leq 10$ ) voor schraal grasland. De punten geven de waarden voor alle bodemonsters (op verschillende dieptes) binnen het onderzoeksgebied.

Uit het tabel 8.2.4. blijkt dat in de huidige situatie binnen het onderzoeksgebied het vele tientallen jaren duurt voordat de streefwaardes van P-ox zijn bereikt. Zonder andere maatregelen is uitmijnen alleen haalbaar op locatie 4. Op de andere locaties duurt het circa 30 tot 60 jaar voordat een geschikte voedselrijkdom is verkregen. Bij uitmijnen wordt vaak een grens van circa 7-10 jaar gehanteerd (persoonlijke communicatie [J](#) [SBB](#)).

Een perceel waar gekozen wordt voor uitmijnen kent gedurende het uitmijnproces een lage biodiversiteit. De vegetatie bestaat namelijk uit een beperkt aantal grassen en klavers die vaak worden gemaaid. De lijn vanuit Staatsbosbeheer is om te kiezen voor uitmijnen indien de verschralingsduur tot de gewenste P-waarde 7 jaar of minder bedraagt. Indien de verschralingsduur door uitmijnen langer is dan 7 jaar is de lijn om te kiezen voor maaien en afvoeren. Wanneer het met uitmijnen langer duurt dan (circa) 7 jaar om gewenste streefconcentraties te bereiken heeft het dus de voorkeur om voor maaien en afvoeren te kiezen. Dit geeft ruimte voor de ontwikkeling van vegetaties bij hoger dan gewenste P concentraties. Tijdens maaien en afvoeren is sprake van een hogere natuurkwaliteit dan tijdens uitmijnen. Dit verdient daarom in dat geval de voorkeur boven lange periodes uitmijnen. Dit is in verband met de hoge kosten van uitmijnen en de lage natuurwaarde van het gebied zo lang er uitmijnbeheer plaatsvindt. Doordat er bij uitmijnen vaak gemaaid moet worden is het gebied in de tussentijd minder geschikt voor bijvoorbeeld insecten, een rijker kruidenrijkgrasland (met bijvoorbeeld margrietten) kan al sneller van meerwaarde zijn voor de fauna in de omgeving. Duurt uitmijnen langer dan 10 jaar dan kan beter voor een minder schraal habitat worden gekozen of indien mogelijk voor het afgraven van de voedselrijke bovengrond (Persoonlijke communicatie [J](#) [SBB](#))

Bij het afgraven van de bovenlaag (circa 15 cm) kunnen met uitmijnen al veel sneller streefniveaus worden bereikt. Uitmijnen zou dan nog maar 4 tot 24 jaar duren. Verschalen door maaien en afvoeren duurt ongeveer dubbel zo lang als door middel van uitmijnen. P-limitatie kan door maaien en afvoeren dus in 8 tot 48 jaar worden bereikt. Bovendien is de vegetatie nu waarschijnlijk N- of K- gelimiteerd (de vegetatie is schraler dan verwacht op basis van de hoeveelheid P in de bodem), waardoor er met een intensiever maabeer ook mogelijkheden zijn om het gebied verder te verschralen. Bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden is meestal voldoende stikstof aanwezig (via de atmosfeer) en komt er voldoende kalium vrij door verwerking, waardoor er doorgaans gestuurd zal moeten worden op fosforlimitatie (Lamers et al., 2005; Smolders et al., 2006). Echter zijn 'zandgronden vaak rijk aan fosfaat en arm aan stikstof en kalium (Mullekom et al., 2016). Aangezien het beschikbaar P in de toplaag hoger is dan P-Al 10 (daaronder is P limiterend) lijkt met

name kalium limiterend te zijn in het onderzoeksgebied. In het onderzoeksgebied is de Kalium beschikbaarheid (K-CaCl) gemiddeld 11 - 39 mg/kg. Een Kalium beschikbaarheid (K-CaCl<sub>2</sub>) <50 mg/kg wordt (landbouwkundig) als zeer laag gezien (K-CaCl<sub>2</sub> 50 tot 100 mg/kg als laag) (Rotterdam et al., 2021). In de landbouw streeft men naar 70-110 mg K/kg. Er zijn echter geen grenswaardes bekend voor de gewenste habitat-/leefgebiedtypes.

Stikstof is gemeten als nitraat en ammonium. Nitraat hecht zich niet aan de bodem en kan zich via het bodemvocht gemakkelijk door de bodem verspreiden. Het spoelt vooral op zandgrond gemakkelijk uit. Ammonium is daarentegen weinig uitspoelingsgevoelig omdat het zich hecht aan bodemdeeltjes. Het merendeel van het ammonium moet naar nitraat om worden gezet om op te kunnen worden genomen door planten. Stikstof als nitraat (<3,1-5,2 mg NO<sub>3</sub>-N/kg) en ammonium (<2,1-9,1 mg NH<sub>4</sub>-N/kg) is op de meeste locaties lage concentraties aanwezig. In de meeste monsters zelfs lager dan de laagste meetgrens. Ook hier zijn geen duidelijke grenswaardes bekend voor de gewenste habitat-leefgebiedtypes. Zolang de N-depositie hoog is, is het bovendien lastig natuurtypen te realiseren op grond van stikstoflimitatie. Zelfs wanneer stikstoflimitatie wordt bereikt, kan zich op fosfaatrijke gronden door biologische vastlegging van N (zoals door klavers) opnieuw een voedselrijke vegetatie ontwikkelen. In de praktijk betekent dit dat om een soortenrijk vegetatietype te laten ontstaan, gestuurd moet worden op P(fosfor)- of K(kalium)-limitatie (Smolders et al., 2011).

## 8.3 Watermonsters

De watermonsters zijn op de volgende elementen onderzocht: Calcium (Ca), IJzer (Fe), Magnesium (Mg), Fosfor (tot), Zwavel (tot) en op anorganische verbindingen (ammonium (NH<sub>4</sub>), ortho-fosfaat (PO<sub>4</sub>), nitraat (NO<sub>3</sub>)). De in het onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven. Voor de vergelijking van de waardes is er gekeken naar natuurlijke omstandigheden die voorkomen op arme zandgronden (Paulissen, Nijboer, & Verdonschot, 2007).

Tabel 8.3.1.: De bemonsterde watermonsters vergeleken met de referentie van watermonsters van arme zandgrond (Paulissen, Nijboer, & Verdonschot, 2007).

Metalen	Eenheid	Referentie-beeld: Arme zandgrond	Pellbuis 1 (Grondwater)	Poel
Ca	mg/l	25	18	2,2
Fe (Fe II + Fe III)	mg/l	0,4	2,6	2,4
Fe II	mg/l	--	0,35	2,4
Fe III	mg/l	--	2,3	<0,05
Mg	mg/l	2,1	2,8	1,9
P (tot)	mg/l	0,09 <sup>8</sup>	0,059	0,2
P (tot)(PO <sub>4</sub> ) (Fosfaat)	mg/l	Geen data	0,18	0,62
P (tot)(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (Fosfaat)	mg/l	Geen data	0,13	0,46
S (tot)	mg/l	--	9,8	3,5
S (SO <sub>4</sub> )	mg/l	8	29	11
<b>Totaal alkaliniteit</b>	mmol/l	1,4	0,5	<0,10
NH <sub>4</sub>	mg/l	0,2	0,28	3,7
PO <sub>4</sub>	mg/l	Geen data	<0,06	<0,06
NO <sub>3</sub> (Nitraatstikstof)	mg/l	0,8	0,75	0,62

Uit de bovenstaande tabel blijkt dat er duidelijke verschillen zijn tussen de watermonsters. Vergeleken met het referentiebeeld is het gemeten calciumgehalte van het grondwatermonster aan de lage kant en het calciumgehalte van het poelmonster is sterk verlaagd. Opvallend is het hoge ijzergehalte in de beide watermonsters in vergelijking tot het referentiebeeld. In vergelijking met het referentiebeeld is het magnesiumgehalte in beide watermonsters normaal. Magnesium speelt samen met calcium een rol in de

<sup>8</sup> De fosforwaarden (mg/l) zijn gebaseerd op de KRW-maatlatten voor Ondiepe gebufferde meren (Van Puijenbroek, Cleij, & Visser, 2010)

hardheid van het water (zie tabel 8.3.2). Deze twee elementen zorgen voor een zuurbufferende werking in het water. Het watermonster uit het grondwater heeft een hoger magnesiumgehalte vergeleken met het watermonster uit de poel. Het water uit de poel kan worden geclassificeerd als 'zeer zacht', terwijl het grondwater kan worden geclassificeerd als 'vrij hard'. De fosforconcentratie in het grondwater is vrij laag en in de poel is de concentratie bijna dubbel zo hoog als in de referentiesituatie. Voor fosfaat zijn geen referentiewaarden beschikbaar, wel zijn de concentraties in de poel circa drie keer zo hoog als in het grondwater. Uit de gegevens van de watermonsters is gebleken dat het sulfaatgehalte in het grondwater driemaal hoger is dan het watermonster afkomstig uit de poel. In vergelijking met het referentiebeeld, is er een soortgelijk beeld. De hoeveelheid ammonium (NH<sub>4</sub>) is in de poel een stuk hoger dan het referentiebeeld. Het grondwatermonster laat een iets hoger ammoniumwaarde zien. Het NO<sub>3</sub>-gehalte is in beide watermonsters enigszins lager dan het referentiebeeld.

- Tabel 8.3.2.: Weergave hardheid watermonsters (Paulissen, Nijboer, & Verdonschot, 2007).

Monster	Concentratie zouten (mg/l)	Duitse Hardheid (mmol/l)	Betekenis hardheid
Referentie: Arme zandgrond	75,88	19,62	Hard
Poel (oppervlaktewater)	2,97	11,48	Zeer zacht
Peilbuis (grondwater)	58,24	15,06	Vrij hard

Aangezien de poel dicht op de Peelrandbreuk ligt kan het hoge ijzergehalte, maar ook het lage calciumgehalte veroorzaakt worden door wijst (zie ook hoofdstuk 4.2) (Geopark Peelhorst en Maasvallei, 2022). Het hoge ijzergehalte van het poelwatermonster duidt op dat deze poel wordt gevoed door deze kwel. Wijstwater bevat naast een hoog ijzergehalte ook hogere concentraties aan nikkel, sulfaat en fosfaat. Daarentegen is het voedsel- en kalkarm en erg schoon. Voedselarm wil zeggen dat er weinig fosfaten en nitraten in het water zitten (Lappere en Kerkhoff, Z.D.). Uit de watermonsters blijkt dat het grondwater calciumrijk is en dat het watermonster afkomstig uit de poel beduidend calciumarmer is (grondwater: 18 mg/l, poel: 2,2 mg/l).

Mogelijkerwijs is het grondwatermonster genomen uit een diepere kalkrijke laag.

De gehalten fosfaat en ammonium in het water in de poel zijn relatief hoog. Dit kan mogelijk verklaard worden aan de hand van inspoeling van nutriënten (meststoffen) in het water. De oevers van de poel worden begraaasd door hooglanders, ook werd de poel ten tijde van het onderzoek door de koeien gebruikt om af te koelen.

Zwavel in vorm van sulfaat (SO<sub>4</sub>) kan op verschillende manieren terecht komen in het (grond)water. Dit kan gebeuren doormiddel van: atmosferische depositie, bemesting, mineralisatieprocessen in de bodem en verwerking van zwavelhoudende mineralen. De precieze herkomst van de hoge waarde is niet duidelijk maar waarschijnlijk spelen de vier bovengenoemde oorzaken hierin een rol.

Gezien de alkaliniteit van de watermonsters is het water uit de poel ongebufferd (alkaliniteit: < 0,10 mmol/l). Het grondwater daarentegen is matig gebufferd (alkaliniteit: 0,50 mmol/l). De alkaliniteit en het calciumgehalte zijn te verklaren aan de hand van wijst, maar er kan ook de invloed zijn van regenwater. Om een zwakgebufferd ven te realiseren dient de zuurgraad van het water te liggen tussen pH 4,5 en 7. Zwakgebufferde vennen zijn afhankelijk van de aanrijking van basen afkomstig van (calciumrijke) kwel (Arts, Brouwer, & Smits, 2016). De mogelijkheid bestaat dat de poel deels onder invloed staat van lokale kwel (wijst) gezien de ijzerrijkdom en het lagere calciumgehalte in de poel. Gezien de criteria voor zwak gebufferd ven, opgesteld door STOWA (STOWA, 2004) (zie tabel 8.3.3), kan de poel niet worden gekarakteriseerd als zwak gebufferd ven. De alkaliniteit is met <0,1 meq/l te laag en het nitraatgehalte te hoog.

Belangrijk om op te merken is dat er grote verschillen zitten tussen de waarden gemeten in de peilbuis en de poel. De hoge ijzerwaardes van beide wijzen op wijst. Echter zijn in het grondwater hoge calciumconcentraties gemeten die je bij wijst invloed niet direct zou verwachten. Bij kwel zou je echter bij hoge calciumconcentraties in het grondwater deze ook in de poel verwachten. Mogelijk is de poel verzuurd door externe invloeden zoals het inspoelen van nutriënten. Aan de hand van de gegevens van de watermonsters is niet duidelijk te zeggen in welke mate de kwel (tegenwoordig) van invloed is op de poel.

Tabel 8.3.3.: Weergave van de randvoorwaarden voor zwak gebufferde vennen opgesteld door STOWA (STOWA, 2004)

Abiotische variabele	Range Stowa	Gemeten waardes watermonster poel
Zuurgraad	PH 5.5 - 6,5	Onbekend
Alkaliniteit	0,1 – 1,0 meq/l	<0,1 meq/l
Ortho-fosfaat-P-gehalte	<0,017 mg/l	<0,020 mg/l
Nitraat-N-gehalte	< 0,35 mg/l	0,62 mg/l
Sulfaat	10-30 mg/l	11 mg/l

## 9. Conclusies en Aanbevelingen

### 9.1 Conclusie

Voor het onderzoek zijn de volgende vragen geformuleerd:

- Is het onderzoeksgebied geschikt voor de ontwikkeling van stikstofgevoelig habitatype of leefgebied?
- Is het beoogde leefgebied in het onderzoeksgebied realiseerbaar? Zo ja, wat is nodig voor de ontwikkeling?

De potenties voor de stikstofgevoelige habitattypen en/of leefgebieden in het onderzoeksgebied grenzend aan de Meinweg worden vooral bepaald door de huidige vochttoestand, voedselrijkdom en zuurgraad. Om een goede indruk te krijgen van de potenties van het gebied is de vegetatie in verschillende plots in kaart gebracht. Vegetatief gezien heeft het gehele onderzoeksgebied een (matig) voedselrijk tot voedselarm karakter, met soorten als struisgras, hazenpootje, gewoon biggenkruid, st-janskruid, schapenzuring en smalle weegbree. Echter wordt de vegetatie gedomineerd door krobaar, veldbeemdgras, glanshaver en gestreepte witbol, soorten die ook voorkomen op voedselrijke standplaatsen. De meerderheid van de vegetatieopnames kan vegetatief worden ingedeeld binnen de glanshaver-orde, een vegetatietype die veelal voorkomt op voedselrijke tot matig voedselrijke bodems. Locaties 1 en 5 behoren echter tot een ander vegetatietype. De vegetatiesamenstelling van locatie 1 kan worden ingedeeld bij de struisgrasvegetaties. Deze komen veelal voor op drogere en schralere standplaatsen. Locatie 5, gelegen ten noorden van het berkenbos, kan vegetatief worden ingedeeld bij de ruigtegemeenschappen. Mogelijk heeft het maken van een brandgang ter plaatse ten tijde van de heidebrand in de Meinweg (in 2020) een rol gespeeld bij het ontwikkelen van deze soortensamenstelling. Over het gehele onderzoeksgebied gezien, zijn de aangetroffen vegetatiesamenstellingen verklaarbaar. Op de hogere droogste delen van het onderzoeksgebied heeft zich voornamelijk een drogere en schralere vegetatie ontwikkeld, terwijl in de lagere, vochtigere delen binnen het onderzoeksgebied zich een voedselrijkere en vochtigere vegetatie heeft ontwikkeld. Over het gehele onderzoeksgebied globaal gezien, laat de vegetatie kansen zien voor het ontwikkelen van een schraal graslandtype.

Uit de chemische analyses is gebleken dat de huidige hoeveelheden fosfaat in de bodem van het onderzoeksgebied erg hoog zijn. Uitmijnen tot noodzakelijke fosfaatconcentraties duurt tussen de 10 en 60 jaar als het huidig maaiveld niet wordt afgegraven. Opvallend is dat de fosfaatconcentratie in de bodem op locatie 4 beduidend lager is dan op de andere locaties. Bij uitmijnen wordt een periode tot maximaal 7-10 jaar als wenselijk geacht. In de huidige situatie is uitmijnen daarom geen optie voor het onderzoeksgebied. Het hoge fosfaatgehalte in de bodem is voornamelijk aanwezig in de toplaag (0-20 cm). Dit geldt voor alle locaties binnen het onderzoeksgebied (maar in mindere mate op locatie 4). Bij afgraven tot een diepte van circa 20 (15-25) cm is op de locaties 1, 4, 5 en 7 het P-gehalte dusdanig gedaald dat deze in een periode van vier tot tien jaar uitgemijnd kunnen worden tot op streefniveau. Het P-gehalte is op locaties 2, 3 en 6 zijn echter zo hoog dat afgraven van zelfs 30 cm niet genoeg is om binnen een redelijke termijn van uitmijnen streefconcentraties te halen.

In het onderzoeksgebied is de Kalium beschikbaarheid (K-CaCl) zeer laag 11 - 39 mg/kg en stikstof als nitraat (<3,1-5,2 mg NO<sub>3</sub>-N/kg) en ammonium (<2,1-9,1 mg NH<sub>4</sub>-N/kg) is tevens in zeer lage concentraties aanwezig. De beschikbaarheid van N en/of K is waarschijnlijk limiterend (samen met vochttoestand) voor de productiviteit van de huidige vegetatie. Opvallend is dat de locaties met de hoogste P-waardes de laagste K-waardes hebben.

Het onderzoeksgebied leent zich voor het ontwikkelen van droog struisgrasland. Daarvoor zal een deel van het gebied afgegraven moeten worden afgraven tot op circa 20 cm diepte. Waar de fosfaatconcentraties hoger zijn of al schralere vegetaties aanwezig zijn kan in worden gezet op een intensiever maaibeheer en gestuurd worden op (verdere) limitatie van N en/of K.

## 9.2 Discussie

Met behulp van AERIUS-monitor is gekeken naar de atmosferische stikstofdepositie in het onderzoeksgebied en is deze getoetst aan de KDW van de beoogde en habitat- en leefgebiedtypes. Uit AERIUS blijkt dat de atmosferische depositie in 2019 te hoog is voor de verschillende types met uitzondering van Ruigte en zomen. Tegen 2030 is de atmosferische depositie waarschijnlijk dusdanig gedaald dat het gebied aan de KDW van de verschillende habitattypen voldoet. Al is de concentratie nitraat en ammoniak in de huidige situatie al dusdanig laag dat de atmosferische depositie ook nu geen issue lijkt. Zolang de N-depositie hoog is, is het echter niet aan te raden natuurtypen te realiseren op grond van stikstoflimitatie. Zelfs wanneer stikstoflimitatie wordt bereikt, kan zich op fosfaatrijke gronden door biologische vastlegging van N (zoals door klavers) opnieuw een voedselrijke vegetatie ontwikkelen. In de praktijk betekent dit dat om een soortenrijk vegetatietype te laten ontstaan, gestuurd moet worden op P(fosfor)- of K(kalium)-limitatie (Smolders et al., 2011). Doordat in het onderzoeksgebied al schrale vegetaties aanwezig zijn zorgt uitmijnen met grasklaver voor een achteruitgang qua vegetatiesamenstelling. Ook is gezien de waarschijnlijke limitatie van N en met name K, is bijmesting met K niet aan te raden. Ook betreft het relatief droge gronden welke daardoor mogelijk minder geschikt zijn voor uitmijnen.

De hoge fosfaatwaarden hoeven geen nadeel te zijn voor het ontwikkelen van stikstofgevoelige natuur. Globaal geeft de vegetatie een iets schralere indruk dan op basis van de fosfaatconcentratie te verwachten is, hierin spelen N- en K-concentraties een rol maar waarschijnlijk ook de vochtvoorziening. Delen kunnen afgegraven worden om op deze manier naast lage N- en K-waardes ook lage P-waardes na te kunnen streven. Op andere delen kan ingezet worden op een intensiever beheer (al dan niet met uitmijnen) met als doel te sturen op verdere N- en K-limitatie. Daarbij kan dan aangesloten worden op omliggende gronden, wat kan betekenen dat vooral de lagere delen afgegraven worden aflopend richting poel en de hogere delen aansluiting houden op bijvoorbeeld de Spoorbaan. Al kan langs de Spoorbaan ook juist af worden gegraven om een steilrandje te creëren voor bijvoorbeeld bijen. Door deels af te graven en te sturen met maaien en afvoeren kan een gevarieerd gebied ontstaan met variatie in vegetatiesamenstelling en -structuur. Het gebied kan daarbij als voedselvoorziening fungeren voor de schrale fauna-arme systemen van de heide van de Meinweg.

Uit gegevens, afkomstig van het grondwater en de poel, is gebleken dat het water erg ijzerrijk is, iets wat typerend is voor grond- en kwelwater rond de Peelrandbreuk. Een ander belangrijk kenmerk is het lage calcium- en magnesiumgehalte in het poelwater. Het is onduidelijk het groot de invloed van het grondwater is op de poel. De poel lijkt meer regenwater gevoed, maar mogelijk heeft het afspoelen van meststoffen (of de koeien in de poel) een verzurend effect wat kan worden beperkt door de poel uit te rasteren. Wellicht zijn er dan kansen voor het ontwikkelen van een zwak gebufferd 'ven'.

## Bronnenlijst

- Aerius Monitor. (2022, oktober 14). *Aerius Monitor, Hexagonen*. Opgehaald van Aerius: <https://monitor.aerius.nl/gebied/149>
- Arts, G., Brouwer, E., & Smits, N. (2016). *Herstelstrategie H3130: Zwakgebufferde vennen*. Opgehaald van [https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel%20II-1/H3130\\_Zwak%20gebufferde%20vennen.update\\_2016.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel%20II-1/H3130_Zwak%20gebufferde%20vennen.update_2016.pdf)
- Atlas Leefomgeving. (2022, Oktober). *Kaarten, NNN-gebieden*. Opgehaald van Atlasleefomgeving.nl: <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>
- Bal, D., Beije, H., Felliger, M., Haveman, R., Van Opstal, A., & Van Zadelhoff, F. (2001). *Handboek natuurdoeltypen*. Wageningen: Rapport Expertisecentrum LNV.
- Bal, D., Beije, H., Fellinger, M., Haveman, R., van Opstal, A., & van Zadelhoff, F. (2001). *Handboek Natuurdoeltypen: tweede, geheel herziende editie*. Wageningen: Expertisecentrum LNV.
- Bal, D., Beije, H., Fellinger, M., Haveman, R., Van Opstal, A., & Zadelhoff, F. (2001). *Handboek Natuurdoeltypen*. Van Eck & Oosterink drukkers: Dodewaard.
- Beije, H., Bal, D., Smits, N., Smolders, A., & Kemmers, R. (Z.D.). *Effecten van voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting*. Opgehaald van Natura2000: [https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel\\_I\\_Intermezzo\\_II.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel_I_Intermezzo_II.pdf)
- De Bakker, H., & Schelling, J. (1989). *Systeem voor Bodemclassificatie voor Nederland*. Wageningen: Winand Staring Centre.
- Geopark Peelhorst en Maasvallei. (2022, September). *Wijstgronden*. Opgehaald van [www.peelhorstenmaasvallei.nl](http://www.peelhorstenmaasvallei.nl): <https://peelhorstenmaasvallei.nl/wijstgronden/>
- Gortworst, P., & Hoftten, R. (2018). *Potenties voor de graslanden van het Beekbergerwoud*. Velp: Hogeschool Van Hall Larenstein.
- Huiskes, H., Bal, D., Ozinga, W., Slings, R., Smits, N., & Wallis de Vries, M. (2020). *Herstelstrategie H6430C: Ruigten en zomen (droge bosranden)*. Opgehaald van Natura 2000: <https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel%20II-1/H6430C.pdf>
- Jongmans, A., Van den Berg, M., Sonneveld, M., Peek, G., & Van den Berg Van Saparoea, R. (2013). *Landschappen van Nederland, Geologie, Bodem en Landgebruik*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
- Koster, E. (2011). Breuktrappen en terrassen in de Meinweg. *Grondboor en Hamer*, 168 - 173.
- Nationaal Park De Meinweg. (2018). *Ontdek Nationaal Park De Meinweg, Oude eiken en wilde zwijnen*. Herkenbosch: IVN Limburg.
- Natura2000. (2008). *Habitattypen profielen Habitatype 6230*. Opgehaald van Natura2000: [https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen\\_profielen/Profiel\\_habitatype\\_6230.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen_profielen/Profiel_habitatype_6230.pdf)
- Natura2000. (2008). *Profiel habitattype Heischrale graslanden*. Opgehaald van Natura2000: [https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen\\_profielen/Profiel\\_habitatype\\_6230.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/profielen/Habitattypen_profielen/Profiel_habitatype_6230.pdf)
- Nijssen, M., Beije, H., Groenendijk, D., Bouwman, J., & Smits, N. (2008, September). *Herstelstrategie Droog struisgrasland*. Opgehaald van Natura2000: [https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel%20II-2/LG\\_09%20Droog%20struisgrasland.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel%20II-2/LG_09%20Droog%20struisgrasland.pdf)
- Paulissen, M., Nijboer, R., & Verdonschot, P. (2007). *Grondwater in perspectief*. Wageningen: Alterra.
- Postma, R., Goosen, A., De Lange, R., & Verhagen, R. (2019). *Pilotproject Uitmijning Oude Willem*. Heerenveen: Antea Group.
- Provincie Limburg. (Actueel). *Portal provincie Limburg*. Opgehaald van Provincie Limburg: <https://portal.prvlimburg.nl/viewer/app/default>
- Schaminée, J., Janssen, J., Weeda, E., Hommel, P., Haveman, R., Schipper, P., & Bal, D. (2015). *Veldgids Rompgemeenschappen*. Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Schaminée, J., Sýkora, K., Smits, N., & Horsthuis, M. (2010). *Veldgids Plantengemeenschappen van Nederland*. Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Smits, N., Beije, H., Vogels, J., & de Waal, R. (2020, Juni). *H4030 Herstelstrategie Droge heiden*. Opgehaald van Natura2000: [https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel%20II-1/H4030\\_Droge-heidenupdate\\_2020\\_laatste.pdf](https://www.natura2000.nl/sites/default/files/PAS/Herstelstrategieen/Deel%20II-1/H4030_Droge-heidenupdate_2020_laatste.pdf)

datum 6 februari 2023  
projectnummer 0477506.104  
betreft Pilot Natuurbank: Meinweg



StiBoKa. (1970). *Bodemkaart van Nederland Toelichting kaarten 59 Peer en 60 West en 60 Oost Sittard*. Arnhem: Van der Wiel- Luyben N.V.

Ten Cate, J., & Maarleveld, G. (1977). *Toelichting op Legenda Geomorfologische kaart van Nederland*. Wageningen: StiBoKa.

Timmermans, B., van Eekeren, N., Finke, E., Smeding, F., & Bos, M. (2010). *Fosfaat uitmijnen op natuurpercelen met gras/klaver en kalibemesting*. Zeist: Drukkerij Kerckebosch.

*Topotijdreis*. (2022, Oktober 14). Opgehaald van Kadaster: <https://www.topotijdreis.nl/>

Van Puijenbroek, P., Cleij, P., & Visser, H. (2010). *Nutriënten in het Nederlandse zoete oppervlaktewater: toestand en trends*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

WUR. (2022, Oktober). *Landelijke Vegetatiebank*. Opgehaald van LVB: <https://www.synbiosys.alterra.nl/>

#### Internetbronnen:

[www.peelhorstenmaasvallei.nl](http://www.peelhorstenmaasvallei.nl), 2022



**datum** 6 februari 2023  
**projectnummer** 0477506.104  
**betreft** Pilot Natuurbank: Meinweg

# Z23-9170-3 (43)



## Bijlage 1 Boorprofielen (incl. subboringen)



## Bijlage 2 Vegetatieopnames

Naam gebied	Meinweg	Meinweg	Meinweg	Meinweg
Nummer boorlocatie	5	4	3	2
Plotnummer	1	2	3	4
Coördinaten Rijksdriehoek	204302, 353160	204227, 352996	204360, 352958	204456, 352861
Coördinaten XY	51.16574, 6.09207	51.16427, 6.09097	51.16392, 6.09287	51.16304, 6.09423
Hoogte KL (cm)				
Gemiddeld hoogte (cm):	100	5	70	60
Max hoogte (cm):	120	20	100	130
Dichtheid (%)				
KL	100	100	100	100
ML	80		10	80
Zuurgraad (Jaap)	6,65	5,9	6,6	6,85
Zuurgraad (lab)	6	5,1	5,5	5,5
Vegetatietype:	31RG10 RG Bezemkruiskruid	16RG15 RG Kweek en Gr Vossenstaart	16RG20 RG Jacobskruiskruid	16RG20 RG Jacobskruiskruid
Dichtheid (Braun-Blanquet)				
Soortnaam				
Bijvoet	r			
Boerenwormkruid	r			
Canadese fijnstraal			1	+
<i>Festuca spec.</i>				
Gestreepte witbol				2a
Gewone ereprijs				
Gewone hoornbloem				+
Gewoon biggenkruid			r	+
Gewoon struisgras				
Glanshaver	5			4
Grote brandnetel		+		
Grote teunisbloem	r			
Grote vossenstaart			2b	2a
Hazenpootje				
Hoge fijnstaal				r
Jacobskruiskruid		r	1	1
<i>Verbascum spec.</i>	r			
Klein streepzaad			+	r
Kleine teunisbloem	r			
Kropaar	4		5	4
Kruipende boterbloem		1		
Kweek	4			
<i>Mos spec.</i>	5		2a	
Paardenbloem		1	r	r
Ridderzuring		1		
Rode klaver				
Schapenzuring	+			
Scherpe boterbloem		+		
Sint-Janskruid	1			
Smalle weegbree			r	1

datum 6 februari 2023  
projectnummer 0477506.104  
betreft Pilot Natuurbank: Meinweg





<i>Crepis spec.</i>				
Veldbeemdgras	3	5	4	
Veldzuring		+		
Vertakte leeuwentand				
Buiten plots				
Grasklokje				
Wilde marjolein				
Ruwe berk				
Gewoon duizendguldenkruid				
Gewone rolklaver				

datum 6 februari 2023  
 projectnummer 0477506.104  
 betreft Pilot Natuurbank: Meinweg

Naam gebied	Meinweg	Meinweg	Meinweg
Boornummer	1	7	6
Plotnummer	5	6	7
Coördinaten Jaap	204534, 352871	204550, 352959	204404, 353068
Coördinaten XY	51.16312, 6.09534	51.16391, 6.09558	51.16490, 6.09351
Hoogte KL (cm)			
Gemiddeld hoogte (cm):	60	60	10
Max hoogte (cm):	100	80	50
Dichtheid (%)			
KL	100	100	100
ML	50	35	75
Zuurgraad (Jaap)	7,2	6,4	6,3
Zuurgraad (lab)	5,4	5,6	6
Vegetatietype:	14gr7 / 14gr20 / 14gr4	16RG20 RG Jacobskruid	16RG18 RG Glanshaver
Dichtheid (Braun-Blanquet)			
Soortnaam			
Bijvoet			
Boerenwormkruid			
Canadese fijnstraal	r	r	
<i>Festuca spec</i>			3
Gestreepte witbol			r
Gewone ereprijs	r		
Gewone hoornbloem	2m	r	
Gewoon biggenkruid	+	r	+
Gewoon struisgras	4	r	
Glanshaver		3	4
Grote brandnetel			
Grote teunisbloem			
Grote vossenstaart	3		
Hazenpootje		1	+
Hoge fijnstaal			
Jacobskruid			
<i>Verbascum spec.</i>			
Klein streepzaad	+	r	
Kleine teunisbloem			
Kropaar	4	2	
Kruipende boterbloem			
Kweek			
<i>Mos spec</i>			4
Paardenbloem	1		
Ridderzuring			
Rode klaver	+		
Schapenzuring			
Scherpe boterbloem			
Sint-Janskruid		r	
Smalle weegbree	1	+	2m
<i>Crepis spec.</i>	r		
Veldbeemdgras		3	
Veldzuring			
Vertakte leeuwentand	+		

**Bijlage 3 Resultaten analyse  
(grond)watermonsters**

## Bijlage 3 Resultaten analyse (grond)watermonsters

**Analysecertificaat**

Uw project/verslagnummer	0477506.100	Certificaatnummer/Versie	2022129102/1
Uw projectnaam	Meinweg	Startdatum analyse	19-Aug-2022
Uw ordernummer	0477506.100	Datum einde analyse	24-Aug-2022
Uw monsternummer	J	Rapportagedatum	24-Aug-2022/09:21
		Bijlage	A, C
		Pagina	1/1

Analyse	Eenheid	1	2
<b>Metalen</b>			
Q Calcium (Ca)	mg/L	18	2.2
Q IJzer (Fe)	mg/L	2.6	2.4
Q IJzer (II)	mg/L	0.35	2.4
Q IJzer, Fe(III)	mg/L	2.3	<0.050
Q Magnesium (Mg)	mg/L	2.8	1.9
Fosfor totaal (P)	mg/L	0.059	0.20
Fosfor totaal (P04)	mg P04/L	0.18	0.62
Fosfor totaal (P205)	mg P205/L	0.13	0.46
S-totaal (S)	mg S/L	9.8	3.5
S-totaal (S04)	mg S04/L	29	11
<b>Vluchtige organische halogeenkoolwaterstoffen</b>			
S Trichlooretheen	ug/L	<0.20	<0.20
<b>Fysisch-chemische bepalingen</b>			
EC-temp. corr. factor (mathematisch)		1.131	1.129
S Geleidingsvermogen 25°C	uS/cm	130	100
S Geleidingsvermogen 25°C	mS/m	13	10
Q Geleidingsvermogen 20°C	mS/m	11	9.1
EC (Meettemperatuur)	°C	19.4	19.5
<b>Anorganische verbindingen &amp; natte chemie</b>			
Samengestelde alkaliniteit (P-getal)	mMol/L	<0.10	<0.10
Totale alkaliniteit (M-getal)	mMol/L	0.50	<0.10
<b>Anorganische verbindingen</b>			
Q Ammonium (NH4-N)	mg N/L	0.22	2.8
Q Ammonium (NH4)	mg/L	0.28	3.7
S Ortho-fosfaat (P04-P)	mg P/L	<0.020	<0.020
S Ortho-fosfaat (P04)	mg P04/L	<0.060	<0.060
S Nitraat (NO3-N)	mg N/L	0.75	0.62
S Nitraat (NO3)	mg/L	3.3	2.8


  

Nr.	Uw monsteromschrijving	Opgegeven monstermatrix	Monster nr.
1	04-1-1	Water (R5300)	12930805
2	VEN-1-1	Water (R5300)	12930806

Eurofins Analytico B.V.

Gildeweg 1 | 3720 XG Utrecht  
 NL-3771NS | Telefoon: +31 (0)34 461 211  
 +31 (0)34 461 212 | Fax: +31 (0)34 461 213  
 Info-en@eurofins.nl | www.eurofins.nl



2 van 4

1. door Rijksoverheid  
 2. door Rijksoverheid  
 3. door Rijksoverheid  
 4. door Rijksoverheid  
 5. door Rijksoverheid  
 6. door Rijksoverheid  
 7. door Rijksoverheid  
 8. door Rijksoverheid  
 9. door Rijksoverheid  
 10. door Rijksoverheid

**Akkoord**  
Dr. coörd.

VA  
TESTEN  
RvA L010



## Bijlage 4 Resultaten analyse grondmonsters

6320 1 0-10

Resultaat	Eenheid	653835	653836	653837	653838	653839	653840	653841	653842	653843	653844
Ammonium-N	mg NH <sub>4</sub> -N/kg	6,2	3,7	2,2	< 2,1	2,2	3,0	2,4	< 2,1	2,4	2,8
Nitraat-N	mg NO <sub>3</sub> -N/kg	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1
S-plantbeschikbaar	mg S/kg	2,9	2,3	2,3	1,8	< 1,1	3,2	2,5	1,7	< 1,1	3,6
S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	240	150	< 70	< 70	90	220	130	< 70	< 70	120
P-plantbeschikbaar	mg P/kg	4,9	4,7	1,6	0,3	5,6	4,2	3,5	0,6	< 0,3	5,7
P-bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	45	60	34	10	54	53	50	14	6	58
K-plantbeschikbaar	mg K/kg	24	19	14	13	24	12	8	< 9	< 9	24
Ca-plantbeschikbaar	mmol Ca/l	1,5	0,9	1,3	0,1	1,4	1,1	1,7	0,3	0,7	1,2
Mg-plantbeschikbaar	mg Mg/kg	45	31	20	15	36	48	26	12	6	59
Na-plantbeschikbaar	mg Na/kg	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	6	< 6	< 6	< 6	< 6
Si-plantbeschikbaar	µg Si/kg	6030	6500	8770	13240	3090	3320	3640	8230	7230	3340
Fe-plantbeschikbaar	µg Fe/kg	< 2010	< 2010	< 2010	2020	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010
Zn-plantbeschikbaar	µg Zn/kg	3850	3660	1740	230	3300	3430	3450	760	100	3000
Mn-plantbeschikbaar	µg Mn/kg	3280	2440	1470	660	1830	1560	1150	440	< 250	1640
Cu-plantbeschikbaar	µg Cu/kg	33	40	29	< 21	34	29	40	21	< 21	30
Co-plantbeschikbaar	µg Co/kg	7,2	9,5	11	7,9	6,1	3,3	3,5	4,4	2,9	2,7
B-plantbeschikbaar	µg B/kg	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76
Mo-plantbeschikbaar	µg Mo/kg	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4
Se-plantbeschikbaar	µg Se/kg	< 2,1	2,5	< 2,1	< 2,1	2,3	2,2	3,3	3,2	< 2,1	< 2,1
Zuurgraad (pH)		5,1	5,2	5,4	5,8	5,2	5,3	5,4	5,6	5,8	5,3
Zuurgraad (pH-KCl)		5,1	5,2	5,4	5,8	5,2	5,3	5,4	5,6	5,8	5,3
P-totale bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	171	174	161	123	176	169	153	122	84	166
P-verzadiging											
Ijzer	mmol Fe/kg	15,1	12,9	9,6	7,4	13,7	13,2	10,7	4,3	1,9	12,3
Aluminium	mmol Al/kg	37,4	39,0	49,2	43,1	37,6	36,3	36,5	29,2	20,5	33,9
Fosfor	mmol P/kg	15,6	14,2	8,6	3,1	15,4	16,5	13,8	4,4	2,0	15,9
P-verzadigingsgraad		0,6	0,5	0,3	0,1	0,6	0,7	0,6	0,3	0,2	0,7

**Toelichting** Bij een P-verzadigingsgraad van > 0,3 is er sprake van een fosfaatverzadigde bodem. Deze uitspraak geldt uitsluitend voor de laag die bemonsterd is.

8327 03 0-25

Resultaat	Eenheid	653845	653846	653847	653848	653849	653850	653851	653852	653853	653854	
Ammonium-N	mg NH <sub>4</sub> -N/kg	2,5	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	9,1	5,4	3,0	< 2,1	5,2	
Nitraat-N	mg NO <sub>3</sub> -N/kg	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	3,6	3,5	4,6	< 3,1	5,2	
S-plantbeschikbaar	mg S/kg	2,3	10,5	2,0	1,8	1,9	2,1	2,9	3,9	2,8	2,6	
S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	< 70	< 70	< 70	< 70	< 70	80	180	250	110	160	
P-plantbeschikbaar	mg P/kg	5,0	3,3	0,3	< 0,3	2,4	1,5	1,2	0,6	< 0,3	1,2	
P-bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	71	65	20	9	72	14	16	5	< 3	16	
K-plantbeschikbaar	mg K/kg	12	< 9	< 9	< 9	15	17	13	< 9	< 9	11	
Ca-plantbeschikbaar	mmol Ca/l	0,7	1,4	0,6	1,0	1,4	1,2	1,6	0,6	0,1	1,5	
Mg-plantbeschikbaar	mg Mg/kg	30	19	12	8	23	30	29	18	7	23	
Na-plantbeschikbaar	mg Na/kg	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	
Si-plantbeschikbaar	µg Si/kg	3350	4090	5510	8540	< 3020	4520	5880	8150	9560	5270	
Fe-plantbeschikbaar	µg Fe/kg	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	< 2010	2070	< 2010	< 2010	< 2010	
Zn-plantbeschikbaar	µg Zn/kg	4390	3770	630	190	1810	6000	5780	1330	230	6790	
Mn-plantbeschikbaar	µg Mn/kg	2020	1140	530	270	1150	4810	3960	1530	270	4060	
Cu-plantbeschikbaar	µg Cu/kg	32	35	< 21	< 21	31	24	25	< 21	< 21	22	
Co-plantbeschikbaar	µg Co/kg	2,8	3,0	< 2,6	< 2,6	< 2,6	8,8	7,4	12	24	9,5	
B-plantbeschikbaar	µg B/kg	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	< 76	
Mo-plantbeschikbaar	µg Mo/kg	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	
Se-plantbeschikbaar	µg Se/kg	2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	2,3	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	
Zuurgraad (pH)		5,2	5,3	5,6	5,8	5,9	4,8	4,9	5,0	5,5	4,7	
Zuurgraad (pH-KCl)		5,2	5,3	5,6	5,8	5,9	4,8	4,9	5,0	5,5	4,7	
P-totale bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	170	196	116	110	200	111	137	63	4	135	
P-verzadiging	IJzer	mmol Fe/kg	12,1	11,9	5,9	4,7	12,2	28,0	32,9	10,1	< 1,1	31,5
	Aluminium	mmol Al/kg	36,8	39,7	49,0	34,9	38,6	20,2	20,7	16,6	4,3	19,5
	Fosfor	mmol P/kg	17,7	17,2	5,8	3,2	17,3	8,4	8,7	2,7	< 1,1	8,3
	P-verzadigingsgraad		0,7	0,7	0,2	0,2	0,7	0,3	0,3	0,2	< 0,1	0,3

**Toelichting** Bij een P-verzadigingsgraad van > 0,3 is er sprake van een fosfaatverzadigde bodem. Deze uitspraak geldt uitsluitend voor de laag die bemonsterd is.

0652 05 0-20

Resultaat	Eenheid	653855	653856	653857	653858	653859	653860	653861	653862	653863	653864	
Ammonium-N	mg NH <sub>4</sub> -N/kg	2,7	2,1	< 2,1	< 2,1	2,5	3,4	2,9	2,1	2,3	2,2	
Nitraat-N	mg NO <sub>3</sub> -N/kg	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	3,3	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	
S-plantbeschikbaar	mg S/kg	2,1	2,4	2,9	2,6	2,4	1,7	< 1,1	< 1,1	1,8	1,3	
S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	110	100	< 70	< 70	100	120	< 70	< 70	< 70	< 70	
P-plantbeschikbaar	mg P/kg	4,3	3,5	0,9	< 0,3	5,8	4,1	4,3	2,4	0,6	4,0	
P-bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	44	44	21	4	52	38	43	32	10	51	
K-plantbeschikbaar	mg K/kg	38	29	23	14	24	11	< 9	< 9	11	15	
Ca-plantbeschikbaar	mmol Ca/l	0,6	1,4	0,4	0,4	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	
Mg-plantbeschikbaar	mg Mg/kg	37	33	29	16	49	16	10	9	10	16	
Na-plantbeschikbaar	mg Na/kg	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	
Si-plantbeschikbaar	µg Si/kg	5740	3920	8640	8000	5180	6200	16570	10540	17120	10950	
Fe-plantbeschikbaar	µg Fe/kg	< 2010	< 2010	< 2010	2080	< 2010	< 2010	3550	< 2010	2380	2310	
Zn-plantbeschikbaar	µg Zn/kg	440	330	120	< 100	330	650	550	310	< 100	680	
Mn-plantbeschikbaar	µg Mn/kg	660	460	290	< 250	680	680	530	350	260	720	
Cu-plantbeschikbaar	µg Cu/kg	< 21	< 21	< 21	< 21	22	29	29	< 21	< 21	24	
Co-plantbeschikbaar	µg Co/kg	3,9	4,1	4,4	5,9	3,6	4,3	6,4	4,0	5,3	4,8	
B-plantbeschikbaar	µg B/kg	< 76	< 76	< 76	< 76	102	< 76	< 76	< 76	< 76	120	
Mo-plantbeschikbaar	µg Mo/kg	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	
Se-plantbeschikbaar	µg Se/kg	< 2,1	< 2,1	2,2	< 2,1	2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	< 2,1	
Zuurgraad (pH)		5,8	5,8	6,1	6,1	6,1	5,8	5,8	6,0	6,2	5,8	
Zuurgraad (pH-KCl)		5,8	5,8	6,1	6,1	6,1	5,8	5,8	6,0	6,2	5,8	
P-totale bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	185	188	154	113	158	198	161	122	26	216	
P-verzadiging	IJzer	mmol Fe/kg	24,1	23,6	23,2	12,2	24,0	17,3	13,7	9,9	4,1	18,2
	Aluminium	mmol Al/kg	35,1	37,7	47,2	20,6	33,9	41,2	33,7	26,2	12,9	43,2
	Fosfor	mmol P/kg	14,4	13,6	7,5	2,2	14,6	15,2	12,0	8,0	2,2	15,8
	P-verzadigingsgraad		0,5	0,4	0,2	0,1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3	0,5

**Toelichting** Bij een P-verzadigingsgraad van > 0,3 is er sprake van een fosfaatverzadigde bodem. Deze uitspraak geldt uitsluitend voor de laag die bemonsterd is.

6332 7 0-20

Resultaat	Eenheid	653865	653866	653867	653868	653869	
Ammonium-N	mg NH <sub>4</sub> -N/kg	2,3	< 2,1	3,0	< 2,1	2,8	
Nitraat-N	mg NO <sub>3</sub> -N/kg	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	< 3,1	
S-plantbeschikbaar	mg S/kg	2,0	1,6	1,7	2,3	2,3	
S-totale bodemvoorraad	mg S/kg	80	90	< 70	< 70	< 70	
P-plantbeschikbaar	mg P/kg	4,3	2,6	0,3	< 0,3	5,0	
P-bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	46	40	9	4	43	
K-plantbeschikbaar	mg K/kg	39	28	19	18	20	
Ca-plantbeschikbaar	mmol Ca/l	1,0	1,0	0,6	0,7	1,3	
Mg-plantbeschikbaar	mg Mg/kg	55	37	20	18	32	
Na-plantbeschikbaar	mg Na/kg	< 6	< 6	< 6	< 6	< 6	
Si-plantbeschikbaar	µg Si/kg	10800	10270	18170	15990	7150	
Fe-plantbeschikbaar	µg Fe/kg	< 2020	< 2010	4800	5150	2060	
Zn-plantbeschikbaar	µg Zn/kg	1270	800	240	< 100	1800	
Mn-plantbeschikbaar	µg Mn/kg	1250	1200	820	740	1650	
Cu-plantbeschikbaar	µg Cu/kg	36	39	30	21	51	
Co-plantbeschikbaar	µg Co/kg	8,3	9,3	9,6	9,2	13	
B-plantbeschikbaar	µg B/kg	102	< 76	< 76	< 76	< 76	
Mo-plantbeschikbaar	µg Mo/kg	< 4	< 4	< 4	< 4	< 4	
Se-plantbeschikbaar	µg Se/kg	< 2,1	2,1	< 2,1	< 2,1	2,1	
Zuurgraad (pH)		5,4	5,5	5,6	5,7	5,3	
Zuurgraad (pH-KCl)		5,4	5,5	5,6	5,7	5,3	
P-totale bodemvoorraad	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	207	197	176	119	203	
P-verzadiging	IJzer	mmol Fe/kg	23,8	22,0	14,4	9,7	22,6
	Aluminium	mmol Al/kg	37,2	37,5	31,7	20,5	36,1
	Fosfor	mmol P/kg	15,3	11,7	4,1	2,4	14,6
	P-verzadigingsgraad		0,5	0,4	0,2	0,2	0,5

**Toelichting** Bij een P-verzadigingsgraad van > 0,3 is er sprake van een fosfaatverzadigde bodem. Deze uitspraak geldt uitsluitend voor de laag die bemonsterd is.

## Over Antea Group

Antea Group is het thuis van 1500 trotse ingenieurs en adviseurs. Samen bouwen wij elke dag aan een veilige, gezonde en toekomstbestendige leefomgeving. Je vindt bij ons de allerbeste vakspecialisten van Nederland, maar ook innovatieve oplossingen op het gebied van data, sensoring en IT. Hiermee dragen wij bij aan de ontwikkeling van infra, woonwijken of waterwerken. Maar ook aan vraagstukken rondom klimaatadaptatie, energietransitie en de vervangingsopgave. Van onderzoek tot ontwerp, van realisatie tot beheer: voor elke opgave brengen wij de juiste kennis aan tafel. Wij denken kritisch mee en altijd vanuit de mindset om samen voor het beste resultaat te gaan. Op deze manier anticiperen wij op de vragen van vandaag en de oplossingen voor morgen. Al 70 jaar.

## Contactgegevens

Monitorweg 29  
1322 BK Almere  
Postbus 10044  
1301 AA Almere  
T. +31 6 [redacted] J  
E. [redacted] J@AnteaGroup.nl

### Copyright © 2023

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct een melding te maken bij [security@antegroup.nl](mailto:security@antegroup.nl). Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontleen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

### **L** Art. 5.1 lid 2 sub g

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de bescherming van het milieu waar deze informatie betrekking op heeft



## Onderzoek ten behoeve van herstelmaatregelen in het Molenveld



### *Eindrapportage*

Opdrachtgever: Eelerwoude • Projectnummer: PR-22.088 • Rapportnummer: RP-22.088.22.125

• Datum: 23 februari 2023

Auteurs:  Four small blue square icons, each containing a white lowercase letter 'j', representing the authors of the report.

Niets uit dit rapport mag worden gereproduceerd, opnieuw vastgelegd, vermenigvuldigd of uitgegeven door middel van druk, fotokopie, microfilm, langs elektronische of elektromagnetische weg of op welke andere wijze dan ook zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.

*Titel rapport: Onderzoek ten behoeve van herstelmaatregelen Molenveld*

*Opdrachtgever: Eelerwoude*

*Auteurs:* [redacted] & [redacted]

*Rapportnummer: RP-22.088.22.125*

*Foto voorzijde: indruk van het Molenveld (gemaakt door [redacted])*

**Informatie:**

Onderzoekcentrum B-WARE B.V.

Postbus 6558

6503 GB Nijmegen

Tel: 024-[redacted]

[redacted]@b-ware.eu

© Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen, 2023.

## Inhoudsopgave

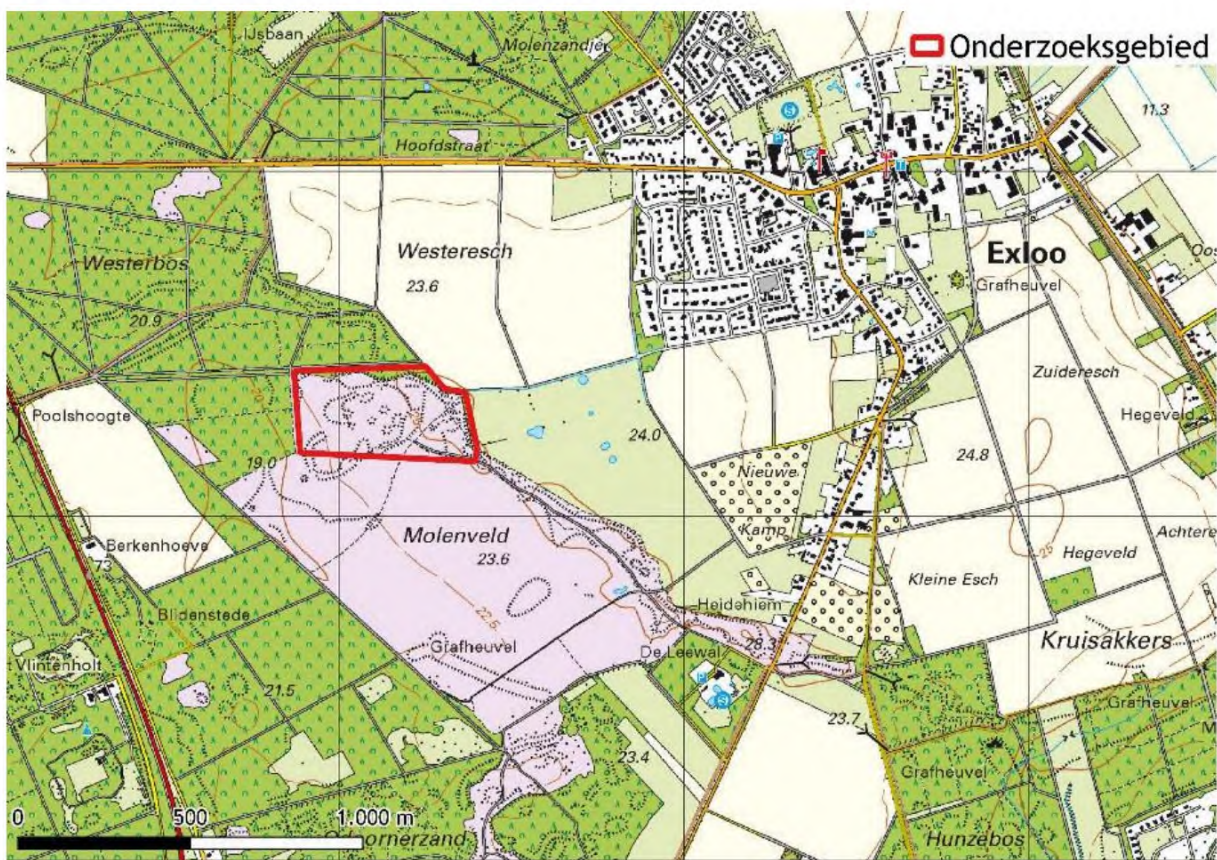
1.	Inleiding .....	5
1.1	Aanleiding .....	5
1.2	Abiotiek van droge heide.....	5
	Achtergrond en mogelijke herstelmaatregelen.....	6
2.	Methodes .....	9
2.1	Monstername en gebiedsbeschrijving .....	9
2.2	Chemische analyses .....	10
3.	Resultaten.....	13
3.1	Algemeen beeld locaties .....	13
3.2	Bodemchemie.....	15
4.	Knelpunten en advies.....	21
5.	Schapenpark .....	23
6.	Literatuur .....	25
7.	Bijlages .....	27



## 1. Inleiding

### 1.1 Aanleiding

Het Molenveld is een glooiend heideveld gelegen tussen Odoorn en Exloo in de provincie Drenthe. Eelerwoude heeft in opdracht van Staatsbosbeheer Drenthe aan Onderzoekcentrum B-WARE gevraagd om de bodemchemie te onderzoeken in het noordelijke deel van het Molenveld om vast te stellen of er bodemchemische knelpunten zijn voor de ontwikkeling van kruidenrijke droge heide. Het onderzoeksgebied is circa 13 ha groot (figuur 1.1) en is altijd als heide gekarteerd geweest op de historische kaarten (topotijdreis.nl). In 2017 hebben in het onderzoeksgebied maaierwerkzaamheden plaatsgevonden.



Figuur 1.1. Overzicht van het onderzoeksgebied (rood omlijnd) op een topografische kaart (Esri).

### 1.2 Abiotiek van droge heide

In de Nederlandse heideterreinen is in de afgelopen vier decennia een duidelijk patroon zichtbaar van toenemende vergrassing en versnelde successie als gevolg van de vermistende werking van de atmosferische N-depositie. Daarnaast dragen verhoogde aluminiumconcentraties en verlaagde kationenbeschikbaarheid in de bodem bij aan het verlies van plant- en diersoorten die gevoelig zijn voor de verzurende effecten van de verhoogde N-depositie en S-depositie uit het verleden. Deze vermistende en verzurende effecten van de verhoogde atmosferische depositie in heden en verleden zijn in hoge mate oorzaak van het verlies van soorten (zowel planten als dieren) in de droge heide (o.a. Van den Burg et al., 2021; Bobbink et al., 2021, Bobbink et al., 2017; Van Den Berg et al., 2005).

Daarnaast zijn er duidelijke aanwijzingen dat de kation-leverende mineralenvoorraad in de bodem op veel plekken in het Nederlands zandlandschap sterk is aangetast door de langdurige bodemverzuring uit het verleden, maar die ook nu nog steeds plaatsvindt (Bergsma et al., 2018).

#### Referentiewaarden gemeten in goed ontwikkelde droge heide

Voor de vegetatie in droge zandlandschappen zijn de beschikbaarheid van nutriënten en de bodembuffering belangrijke aspecten (Bobbink, 2008; De Graaf et al., 2009). Op basis van de database van B-WARE (GRIP: Gemeten Referentiewaarden in Plantengemeenschappen) zijn bodemchemische randvoorwaarden opgesteld voor het voorkomen van een aantal voor de heide kenmerkende plantensoorten. De beschreven randvoorwaarden zijn hier vervolgens gebruikt als mogelijk hersteldoel in de verdere rapportage.

Tabel 1.1. Abiotische randvoorwaarden (optimumranges) voor de typische en soortenrijke subassociaties van droge heide (Van der Zee et al., 2017; Weijters et al., 2018; GRIP (Onderzoekcentrum B-WARE, 2022)). Concentraties zout- en Olsenextracties in  $\mu\text{mol/l}$  bodem, concentraties totaal in  $\text{mmol/l}$  bodem, Al/Ca-ratio in  $\text{mol/mol}$  en basenverzadiging (BV) in procenten.

		pH- NaCl	Ca- NaCl	Al/Ca - ratio	BV	NH <sub>4</sub> - NaCl	Olsen -P	totaal -P
Associatie van Struikhei en stekelbrem (20Aa01)	<i>Genisto anglicae-Callunetum</i> (20Aa01)							
Typische sub associatie	<i>Genisto anglicae-Callunetum typicum</i> (20Aa01b)	2,5- 4,5	400- 2300	2-10		<250	100- 500	0,5-3
soortenrijke heischrale subassociatie	<i>Genisto anglicae-Callunetum danthonietosum</i> (20Aa01d)	3,5- 5,0	1500- 4000	<2 (2,5)	30- 70	<200	100- 500	2,5- 3,5

#### Achtergrond en mogelijke herstelmaatregelen

Door verzuring en vermesting staat de kwaliteit van veel bestaande heideterreinen sinds halverwege de vorige eeuw onder druk. Met name de N-depositie en voorheen de S-depositie vormen de laatste 6 decennia een grote bedreiging voor de kwaliteit van de droge heide (H4030), stuifzandheide (H2310) en natte heide (H4010). Daarnaast vormt verdroging van de droge heide nog een extra bedreiging. Als gevolg van deze verzuring verliest de bodem zijn buffercapaciteit, dalen de pH en de beschikbaarheid van calcium, kalium en magnesium en neemt de beschikbaarheid van aluminium en ammonium toe. (Bobbink et al., 2014, 2017). Daarnaast heeft N-depositie ook een vermestend effect wat kan lijden tot verruiging van de vegetatie en wordt bij een zure bodem ammonium niet omgezet naar nitraat, waardoor hoge ammoniumconcentraties toxisch kan zijn.

Het herstellen van de bodem is vaak dan ook gericht op het verbeteren/herstellen van deze bodemchemische parameters (verhogen pH en basenverzadiging; verhogen beschikbaarheid van basische kationen, verlagen Al/Ca ratio en NH<sub>4</sub>-concentraties). Er zijn aanwijzingen dat het toedienen van steenmeel (gemalen silicaatgesteente) redelijk goed lijkt te werken. Het duurt echter wel 3 tot 5 jaar voordat de eerste effecten in de bodem duidelijk meetbaar zijn (Weijters et al., 2018, Verbaarschot et al., 2020 en Vogels et al., 2020). Het steenmeel Biolit kan goed gebruikt worden in systemen met een P-tekort en zorgt voor een relatief snel effect. Soilfeed kan gebruikt worden bij een te lage K-beschikbaarheid en zorgt voor een langzame aanvulling. Er wordt echter nauwelijks

effect op bodem-pH en de beschikbaarheid van ammonium gemeten (Weijters et al., 2018, Verbaarschot et al., 2020 en Vogels et al., 2020). Daarnaast is het toedienen van steenmeel niet geschikt voor het voorkomen van een ammoniumpiek na bijvoorbeeld chopperen of plaggen.

In gevallen van erge verzuring of hoge urgentie kan beter voor een sneller werkend kalkproduct gekozen worden. Van het toedienen van kalk of Dolokal (gemalen dolomiet) is bekend dat dit binnen een jaar duidelijk positief (langdurig) effect heeft op de bodembuffering (Bobbink & Van der Zee, 2018). Dit bleek, met name in combinatie met kleinschalig plaggen, succesvol te zijn (De Graaf et al., 1998; Bobbink et al., 2004; Dorland et al., 2005) en was ook na 25 jaar nog terug te zien in de bodem en vegetatiesamenstelling (van der Zee et al., 2017). Echter zijn er ook ongewenste effecten bekend. Het gebruik van kalkproducten kan soms negatief uitpakken voor een deel van de invertebrata (Vogels et al., 2020), maar dit is enkel geconstateerd op plekken waar kalk werd opgebracht na plaggen of bij hoge dosering (meer dan 4-5 ton/ha) (Bobbink et al., 2018; Siepel et al., 2019). Daarnaast kan, bij een te hoge dosering verzuiging van de vegetatie optreden (Bobbink et al., 2018).

Naast het herstel van de bodembuffering wordt er bij herstel regelmatig ook gericht op het verlagen van de stikstofconcentraties (met name ammonium) in de bodem of het terugdringen van vergrassing door o.a. pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). Mogelijke maatregelen voor het verlagen van de  $\text{NH}_4$ -concentraties zijn (druk)begrazing, maaien, chopperen of kleinschalig plaggen.

Na de herstelmaatregelen is meestal niet direct sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Zeldzame of bijzondere soorten vestigen zich meestal niet of slechts na lange tijd. Het uitstrooien van maaisel en/of plagsel van een geschikte, bij voorkeur lokale, referentievegetatie is vaak nodig om de nodige diasporen (zaden, sporen, stekken) aan te brengen. Bij een gesloten of vervilte zode wordt geadviseerd om open plekken te maken alvorens maaisel of plagsel op te brengen. Hierdoor kan een voorspoedige vestiging van de gewenste vegetatie worden bevorderd (Smolders et al., 2009; Klimkowska et al., 2007, Loeb en Weijters, 2013, Loeb et al., 2013).



## 2. Methodes

### 2.1 Monstername en gebiedsbeschrijving

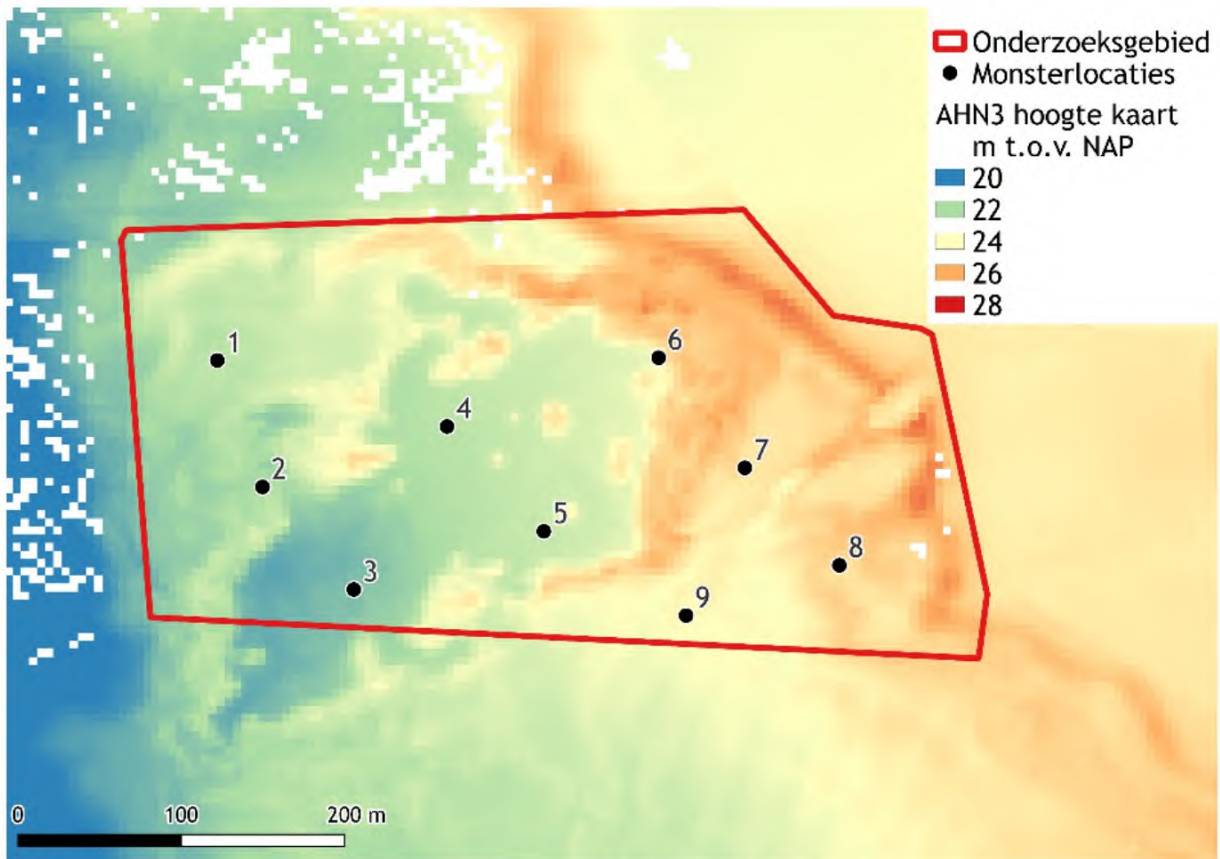
Op 17 oktober 2022 werd in totaal op negen locaties de bodem bemonsterd (figuur 2.1). Monsterlocaties 3 en 5 waren gelegen op in 2017 gemaaide stroken. Bij de bemonstering werd van elke locatie een mengmonster gemaakt van drie gutssteken ( $\varnothing$  3 cm) van de bovenste 10 centimeter van de bodem. De bodemmonsters werden luchtdicht verpakt en opgeslagen bij 4°C tot verdere analyse.

Per bodemmonster werden vervolgens de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en massavolume;
- pH-zout en zoutuitwisselbare/beschikbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en calcium;
- CEC en basenverzadiging door middel van een strontiumextractie;
- de voor planten beschikbare fosfaatconcentratie middels een Olsen-P extractie.
- van locaties 2, 6 en 9 de totale concentraties Al, Ca, K, Mg en P doormiddel van een magnetrondestructie.



Figuur 2.1. De monsterlocaties in het Molenveld op een luchtfoto (PDOK).



Figuur 2.2. De monsterlocaties in het Molenveld op een AHN hoogte kaart (PDOK).

## 2.2 Chemische analyses

### *Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

### *Olsenextractie*

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie plantbeschikbaar fosfaat worden bepaald (Olsen et al., 1954). Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l<sup>-1</sup> natriumbicarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

### *Zoutextractie*

Met een zoutextractie kunnen de zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met

behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analysers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

### *Strontiumextractie*

Met een strontiumextractie kan de concentratie strontium-uitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd vers materiaal ingewogen overeenkomstig met 5 gram droog materiaal (minerale bodems) of 2,5 gram droog materiaal (veenbodems) en met 200 ml strontiumchloride (0,2 mol l<sup>-1</sup>), geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard en bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analysers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

### *Destructie*

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

### *Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-OES, ICAP 6300, Thermo Fisher Scientific of, ARCOS MV, Spectro). De concentraties nitraat (NO<sub>3</sub>-) en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur.



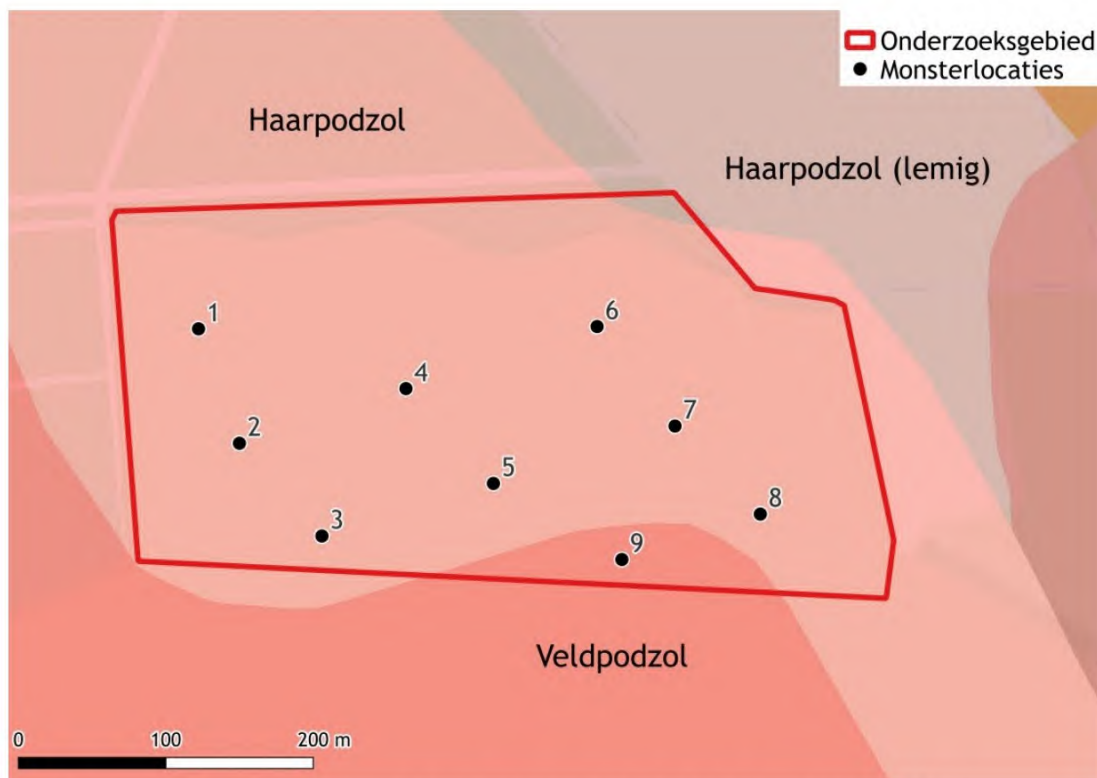
### 3. Resultaten

#### 3.1 Algemeen beeld locaties

##### Bodem

Volgens de bodemkaart van Nederland (PDOK) lagen de monsterlocaties op twee verschillende bodemtypes (figuur 3.1), waarbij locaties 1 tot en met 8 op haarpodzolgrond lagen en locatie 9 op veldpodzolgrond. In het veld lieten de gutsteken over het algemeen duidelijke horizonten zien (figuur 3.2). In het veld bleken uit de gutsteken dat locaties 1 tot en met 6 onder haarpodzolgrond en locatie 8 en 9 onder veldpodzolgrond vielen. Locatie 7 was donker en liet geen duidelijke gelaagdheid zien.

De geomorfologische kaart (beschikbaar op bodemdata.nl) laat zien dat het lager gelegen gedeelte een stuifzandvlakte is, met ten oosten hiervan een dekzandrug (ook goed te zien op de hoogtekaart; figuur 2.2). Ten westen hiervan ligt een ijsstroomheuvelrug. Dit bestaat onder andere uit keileem, waardoor hier door het vasthouden van het water veldpodzolen konden ontstaan, ondanks dat het hoger ligt dan de stuifzandvlakte.



Figuur 3.1. Overzicht van de monsterlocaties op een bodemkaart van Nederland (PDOK).



Figuur 3.2. Voorbeelden van een duidelijke opbouw van een haarpodzolgrond (locatie 3 boven) en de opbouw van een veldpodzolgrond (locatie 8 onder) met het maaiveld aan de linkerkant van de gutssteek.

De totale concentraties aluminium en kalium gemeten in de destructie geven een maat voor de leemfractie van bodems (tabel 3.1). In de veldpodzolgrond op locatie 9 werd nauwelijks leem aangetroffen in de bemonsterde lagen (34 mmol Al-t/l bodem en 2 mmol K-t/l bodem). De verwachting is dat hier het keileempakket een stuk dieper zit. De haarpodzolgrond op locatie 6 was een stuk leemrijker met 178 mmol Al-t/l bodem en 12 mmol K-t/l bodem. Daarnaast was de bodem op locatie 2 en 6 rijker aan calcium, ijzer en fosfor ten opzichte van locatie 9. Locatie 2 lag op de rand van de stuifzandvlakte waar volgens de keileemkaart (prov.drenthe.maps.arcgis.com) geen keileem in de bodem aanwezig is.

Tabel 3.1. Overzicht van de resultaten van de destructie in mmol/l bodem.

locatie	Totale concentraties in mmol/l bodem									
	Al	Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
2	80	4	28	5	4	0,2	3	6	10	0,2
6	178	5	66	12	12	0,7	3	6	7	0,3
9	34	2	9	2	1	0,1	2	4	8	0,3

### Vegetatie

Tijdens de bemonstering in oktober 2022 werd een droge heide vegetatie aangetroffen met lokaal (locatie 2 en 7) vergrassing met pijpenstrootje (*Molinia caerulea*; figuur 3.4). Locatie 3 en 5 in de gemaaide stroken werden gekenmerkt door een kortere vegetatie van droge heide met pijpenstrootje, schapengras (*Festuca filiformis*) en pilzegge (*Carex pilulifera*; figuur 3.3).



*Figuur 3.3. Overzicht van locatie 1 (links) en locatie 5 (rechts) in het Molenveld.*



*Figuur 3.4. Vergraste heide (locatie 2) zoals deze bij locatie 2 en 7 werd aangetroffen.*

### **3.2 Bodemchemie**

Het organische stof percentage van de bodem zorgt voor een groot deel voor de vochtbalans in de bodem en bepaalt in droge zandgronden voor een groot deel de Cation Exchange Capacity (CEC). Het percentage organische stof varieerde van 6 tot 9% en de CEC van 18 tot 36 meq/l bodem. Locatie 8 had een vrij hoog percentage organische stof (19%) en een relatief hoge CEC (46 meq/l).

Tabel 3.2. Overzicht belangrijkste bodemchemische parameters per locatie. Organisch stof in procenten, zoutextractie (0,2 M NaCl) met concentraties in  $\mu\text{mol/l}$  bodem, basenverzadiging (BV) en cation exchange capacity (CEC) in  $\text{meq/l}$  bodem, Olsen-P in  $\mu\text{mol/l}$  bodem en destructie in  $\text{mmol/l}$  bodem. Groen = binnen de range van droge heide met kenmerkende kruiden, geel = net buiten deze range en rood is ver buiten deze range zoals gegeven in tabel 1.1. De gehele bodemchemische dataset is bijgevoegd in bijlage 1.

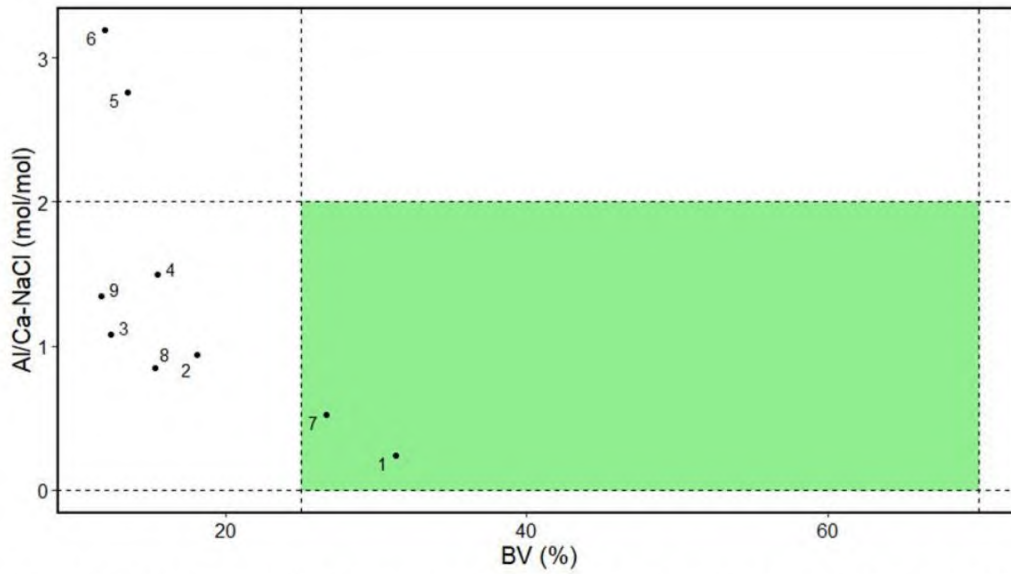
Locatie	OS %	pH	Al	Ca	K	Zout					Al/Ca mol/mol	Strontium		Olsen P $\mu\text{mol/l}$
						Mg	Mn	P	NO3	NH4		BV %	CEC meq/l	
1	7	3,3	331	1408	1145	1038	9	1,2	48	681	0,2	31	28	328
2	9	3,1	1473	1570	318	709	22	1,4	26	238	0,9	18	36	452
3	8	3,2	1129	1046	293	528	21	1,7	130	389	1,1	12	22	448
4	7	3,3	1507	1010	412	387	14	1,0	146	216	1,5	15	28	476
5	7	3,3	1698	616	180	271	9	0,8	147	399	2,8	13	29	328
6	7	3,4	1038	325	212	167	2	1,1	22	150	3,2	12	18	467
7	8	3,3	944	1813	289	800	26	0,8	19	375	0,5	27	29	405
8	19	2,8	1192	1414	263	766	2	2,3	6	1566	0,8	15	46	281
9	6	3,0	1052	781	239	614	3	1,9	8	396	1,3	12	36	325

### Bodembuffering

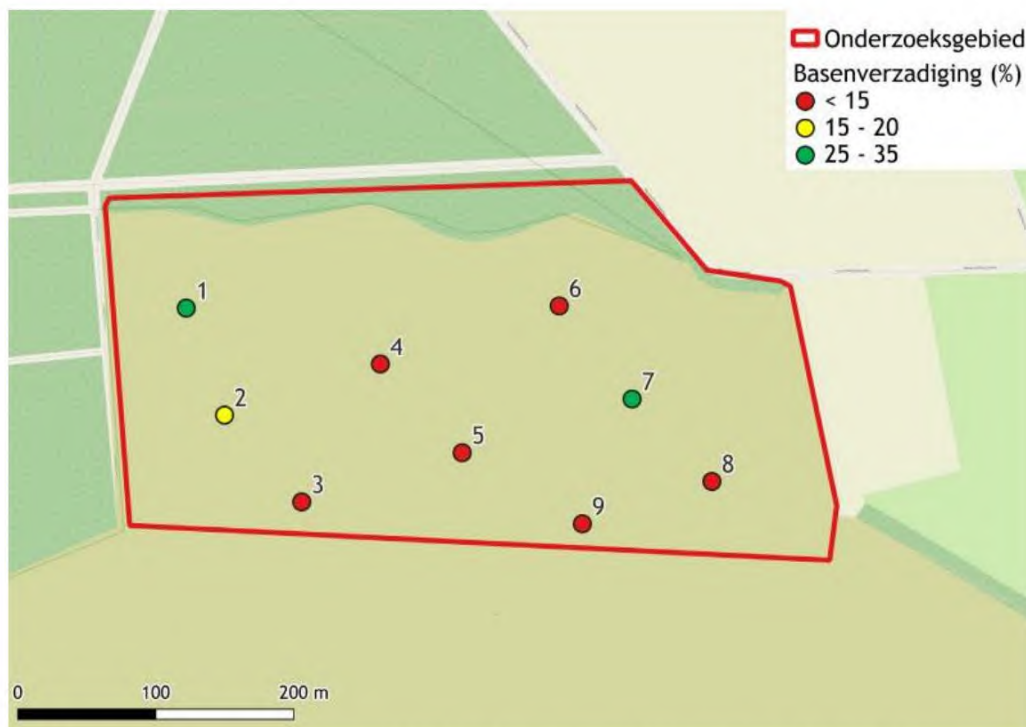
De pH-NaCl varieerde van 2,8 tot 3,4. Daarmee viel de pH-NaCl op alle locaties buiten de range voor droge heide met het voorkomen van kenmerkende kruiden ( $> 3,5$ ), maar binnen de range voor soortenarme droge heide (2,6 - 3,5).

In de kruidenrijke heides werd een basenverzadiging van 20% of hoger gemeten (tabel 3.2). Op locatie 1 en 7 viel de basenverzadiging met respectievelijk 31 en 27% binnen deze range (figuur 3.5, figuur 3.6). Op deze twee locaties was de Al/Ca-ratio in de bodem laag met 0,2 en 0,5 mol/mol. Dit betekent dat er een overmaat van beschikbaar calcium ten opzichte van beschikbaar aluminium in de bodem aanwezig is.

Op locaties 2 tot en met 6, 8 en 9 varieerde de basenverzadiging van 12 tot 18% en was daarmee te laag voor kruidenrijke droge heide. De Al/Ca-ratio varieerde van 0,9 tot 3,2 mol/mol en was daarmee op locatie 5 en 6 aan de hoge kant ( $> 2$  mol/mol).



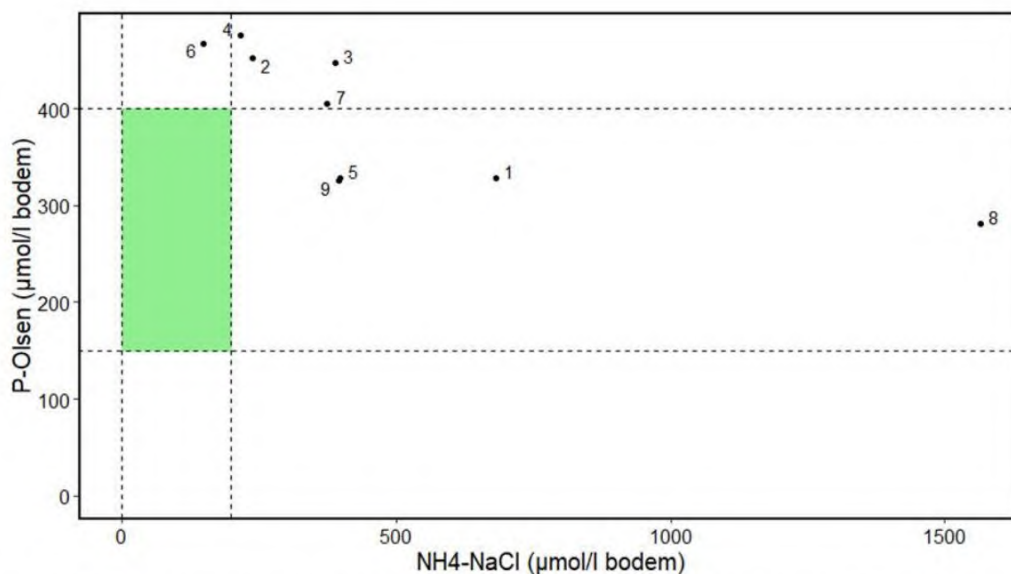
Figuur 3.5. De basenverzadiging in procenten en de Al/Ca-ratio in mol/mol. Het groene vlak geeft de range van de streefconcentraties voor droge heide met kenmerkende kruiden gegeven in tabel 1.1.



Figuur 3.6. De basenverzadiging in procenten in  $\mu\text{mol/l}$  bodem per meetlocatie op een topografische kaart (OpenStreetMap).

### Voedselrijkdom

Wat voedselrijkdom betreft is de beschikbaarheid van ammonium een belangrijke sturende factor voor het voorkomen van kruiden in de heide. Bij ammoniumconcentraties boven de 200  $\mu\text{mol/l}$  bodem beginnen kenmerkende kruiden uit het heidelandschap te verdwijnen. De concentraties ammonium in de bodem waren, op locatie 6 na, te hoog voor droge heide ( $> 200 \mu\text{mol/l}$ ) met concentraties van 216 tot 681  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op locatie 6 werd een ammonium concentratie van 150  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten. Locatie 8 viel op door een extreem hoge concentratie ammonium met 1566  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op deze locatie werd ook een wat hogere P-NaCl concentratie gemeten van 2,3  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Op deze locatie met relatief veel organische stof (19%) en een lage pH-NaCl (2,8) hoopt ammonium op doordat de nitrificatie geremd is. De nitraatconcentraties in de bodem waren overal laag met concentraties van 6 tot 147  $\mu\text{mol/l}$  bodem. De concentratie plantbeschikbaar fosfaat varieerde van 281 tot 476  $\mu\text{mol/l}$  bodem (figuur 3.7).



Figuur 3.7. De concentraties ammonium en plantbeschikbaar fosfaat in  $\mu\text{mol/l}$ . Het groene vlak geeft de range van de streefconcentraties voor droge heide met kenmerkende kruiden gegeven in tabel 1.1.

Naast stikstof en fosfor zijn ook de gehalten aan kalium en magnesium belangrijk voor de vegetatie. Voor deze parameters zijn echter geen duidelijke streefconcentraties bekend. Wel zijn er steeds meer signalen dat een goede verhouding tussen Ca, K en Mg niet enkel belangrijk is voor de vegetatie maar mogelijk ook voor de fauna (Vogels et al., 2020). Daarom wordt bij het adviseren van mogelijke herstelmaatregelen ook gekeken naar de beschikbaarheid van kalium en magnesium in de heide.

In het Molenveld werden met uitzondering van locatie 1 beschikbare kaliumconcentraties van minder dan 500  $\mu\text{mol/l}$  bodem gemeten. Dat zijn geen ongebruikelijke waarden voor heides, maar wel relatief laag. Op locaties 1 werd juist een relatief hoge beschikbare kaliumconcentratie gemeten van 1145  $\mu\text{mol/l}$  bodem. Wat beschikbaar magnesium betreft werden over het algemeen concentraties tussen de 500 tot 1000  $\mu\text{mol/l}$  bodem op locaties 1, 2, 3, 7, 8 en 9. Op locaties 4, 5 en 6 werd weinig beschikbaar magnesium gemeten met concentraties van 167 tot 387  $\mu\text{mol/l}$  bodem.



Figuur 3.8. De concentraties ammonium en plantbeschikbaar fosfaat in  $\mu\text{mol/l}$  bodem per meetlocatie op een topografische kaart (OpenStreetMap).



#### 4. Knelpunten en advies

In de onderzochte zone van het Molenveld vormt met name de lage bodembuffering op zeven van de negen locaties een knelpunt voor de ontwikkeling van een kruidenrijkere heide. Daarnaast vormden de hoge ammoniumconcentraties in de bodem een knelpunt.

Op locatie 1 is het op basis van de bodemchemie niet nodig om maatregelen te nemen, aangezien de buffering geen knelpunt vormt. Wel vraagt de verhoogde ammoniumconcentratie in de bodem om actief beheer tegen eventuele opslag en verruiging.

Op locaties 3, 4, 5, 6, 8 en 9 was de basenverzadiging in de bodem aan de lage kant voor kruidenrijke heide. Voor deze locaties kan gekozen worden de bodembuffering te verhogen. Omdat de kaliumconcentraties in de bodem relatief laag waren, wordt geadviseerd om een kaliumrijk steenmeel zoals Soilfeed (10 ton/ha) te gebruiken. Op locatie 8 met een zeer hoge ammoniumconcentratie in de bodem kan overwogen worden om naast een steenmeel ook een lage dosis kalk toe te dienen (1 ton/ha) om de nitrificatie op gang te brengen. Verder wordt ook voor deze locaties geadviseerd om vanwege de verhoogde ammoniumconcentraties in de bodem actief te verschralen als dat nodig is.

Op locaties 2 en 7, met een dominantie van pijpenstrootje, wordt geadviseerd om eerst de dominantie van pijpenstrootje te doorbreken via plaggen of chopperen (met aanvullende bekalking) of eventueel branden gevolgd door langdurige drukbegrazing. Dit zal een meer open vegetatie creëren. Daarna zouden er eventueel bufferherstelmaatregelen genomen kunnen worden. Geadviseerd wordt om na de maatregelen vast te stellen of dit nodig is. Ook kan ervoor gekozen worden om de pijpenstrootjeruigte te laten staan. Deze neemt slechts een klein oppervlak van het terrein in en kan een aanvullende structuur vormen voor bijvoorbeeld fauna of paddenstoelen.

Tabel 4.1. Knelpunten en advies per monsterlocatie.

Locatie	Knelpunten	Advies
1	N te hoog	-
2	vergrast met pijpenstrootje, basenverzadiging te laag en N aan hoge kant	plaggen/chopperen gevolgd door drukbegrazing i.c.m. herstel buffering
3	basenverzadiging te laag en N te hoog	Soilfeed (10 ton/ha)
4	basenverzadiging te laag en N aan hoge kant	Soilfeed (10 ton/ha)
5	basenverzadiging te laag en N te hoog	Soilfeed (10 ton/ha)
6	basenverzadiging te laag	Soilfeed (10 ton/ha)
7	vergrast met pijpenstrootje en N te hoog	plaggen/chopperen gevolgd door drukbegrazing
8	basenverzadiging te laag, N veel te hoog	Soilfeed (10 ton/ha) en kalkproduct (1 ton/ha) i.c.m. actief verschralen indien nodig
9	basenverzadiging te laag en N te hoog	Soilfeed (10 ton/ha)



## 5. Schapenpark

Tijdens het veldbezoek op 17 oktober 2022 werd ook het dichtbij gelegen Schapenpark bezocht. Voor een gebied van circa 40 ha is Staatsbosbeheer Drenthe voornemens om herstelmaatregelen te nemen voor het herstel of behoud van kruidenrijke droge heide. Het onderzoeksgebied is in het verleden als bos in gebruik geweest (van circa 1940-1987). Op basis van de historische kaart, bodemkaart, hoogtekaart en luchtfoto's werd door Onderzoekcentrum B-WARE een boorplan opgesteld. In overleg met de opdrachtgever werd besloten om middels een veldbezoek te bekijken of dit boorplan nog bijgesteld kan worden.

Voorgesteld wordt om de delen met sterke vergrassing met Pijpenstrootje niet mee te nemen. Hierdoor wordt het aantal bodemonsters teruggebracht naar 12 in plaats van de eerder beoogde 19 bodemonsters (figuur 5.1). Op locaties 1 en 6 werd ook vergrassing met Pijpenstrootje waargenomen, maar was ook nog een groot deel Struikhei in de vegetatie aanwezig (figuur 5.2).



Figuur 5.1. Overzicht van het boorplan in het Schapenpark in juni 2022 (links) en het aangepaste boorplan na veldbezoek (rechts) op een luchtfoto.



*Figuur 5.2. Indruk van de zone met boorlocatie 6.*

## 6. Literatuur

- Bergsma, H., J. Vogels, A. van den Burg & R. Bobbink, 2018. Is de bodemverzuring in Nederland onomkeerbaar? Vakblad Natuur Bos Landschap: 4-6.
- Bobbink, R. (2008). Biodiversiteit in natuurreservaten. *Landschap*, 25(3), 109-115.
- Bobbink, R. (2021). Effecten van stikstofdepositie nu en in 2030: een analyse. *Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen. Rapportnummer RP-20.135*, 21.
- Bobbink, R., & van der Zee, F. F. (2018). Actieplan tot redding van droge heischrale graslanden. B-WARE Research Centre.
- Bobbink, R., A. van den Burg, E. Brouwer, B. van de Riet & H. Siepel (2018). Langetermijneffecten van bosbekalking en - bemesting: de Harderwijkerproef. Monitoring OBN-17-DZ. VBNE, Driebergen.
- Bobbink, R., Bergsma, H.L.T., Den Ouden, J & Weijters, M.J. (2017). Bodemverzuring in het droog zandlandschap. na het zuur geen zoet? *Landschap, special issue Droog zandlandschap*.
- Bobbink, R., Brouwer, E., Ten Hoopen, J. & Dorland, E. (2004). Herstelbeheer in het heidelandschap: effectiviteit, knelpunten en duurzaamheid. In: Van Duinen, G-J., Bobbink, R., Van Dam, C., Esselink, H., Hendriks, H., Klein, M., Kooijman, A., Roelofs, J. & Siebel, H., Duurzaam natuurherstel voor behoud biodiversiteit. 15 jaar herstelmaatregelen in het kader van het overlevingsplan bos en natuur, Expertisecentrum LNV, Ede, pp. 33-70.
- Bobbink, R., D. Bal, H.F. van Dobben, A.J.M. Jansen, M. Nijssen, H. Siepel, J.H.J. Schaminée, N.A.C. Smits & W. de Vries (2014). De effecten van stikstofdepositie op de structuur en het functioneren van ecosystemen. In: N.A.C. Smits & D. Bal (red.). Herstelstrategieën stikstofgevoelige habitats. Alterra WUR & Ministerie EZ. Deel 1, H-2: 41-110.
- De Graaf, M. C. C., P. J. M. Verbeek, R. Bobbink & J. G. M. Roelofs (1998). Restoration of species-rich dry heaths: the importance of appropriate soil conditions. Pag 89-111. *Blackwell Science Ltd*.
- de Graaf, M. C., Bobbink, R., Smits, N. A., Van Diggelen, R., & Roelofs, J. G. (2009). Biodiversity, vegetation gradients and key biogeochemical processes in the heathland landscape. *Biological conservation*, 142(10), 2191-2201.
- Dorland, E., Hart, M. A. C., Vermeer, M. L., & Bobbink, R. (2005). Assessing the success of wet heath restoration by combined sod cutting and liming. *Applied Vegetation Science*, 8(2), 209-218.
- GRIP (Onderzoekcentrum B-WARE, 2022)
- Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* 140: 318-328.
- Loeb, R., en Weijters, M.J. (2013). Introductie van soorten via maaisel na herinrichting: ongeduld of wijsheid? *De levende Natuur* 114: 157-159
- Loeb, R., Van der Bij, A., Bobbink, R, Frouz, J en Van Diggelen, R. (2013). Ontwikkeling van droge heischrale graslanden op voormalige landbouwgronden. Eindrapportage eerste fase. Rapport nr. 013/OBN176-DZ Den Haag, 2013
- Olsen, S., Cole, C., Watanabe, F., & Dean, L. (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, US Dep. Of Agri. Circ. No939. USA.
- PDOK. (2020). Dataset: Basisregistratie Ondergrond (BRO)

- Siepel, H., R. Bobbink, B.P. van de Riet, A. van den Burg & E. Jongejans (2019). Long-term effects of liming on soil physico-chemical properties and micro-arthropod communities in Scotch pine forest. *Biology and Fertility of Soils* 55:675-683.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.
- van den Berg, L. J., Dorland, E., Vergeer, P., Hart, M. A., Bobbink, R., & Roelofs, J. G. (2005). Decline of acid-sensitive plant species in heathland can be attributed to ammonium toxicity in combination with low pH. *New Phytologist*, 166(2), 551-564.
- van den Burg, A.B, F. Berendse, H.F. van Dobben, J. Kros, R. Bobbink, J. Roelofs, B. Odé, C.A.M. van Swaay, H. Sierdsema, H.N. Siebel, W. de Vries, 2021. Onderzoek naar een ecologisch noodzakelijke reductiedoelstelling van stikstof: stikstof en natuurherstel. Wereld Natuur Fonds.
- Van der Zee, F., Bobbink, R., Loeb, R., Wallis de Vries, M., Oostermeijer, G., De Graaf, M. (2017). Actieplan herstel heischrale graslanden. Hoe behouden we heischrale graslanden in Nederland? Wageningen Environmental Research, Wageningen 2017
- Verbaarschot, E., Weijters, M. & Bobbink, R. (2020). Bodemchemisch onderzoek ten behoeve van bufferherstel in de Staartse Heide. Onderzoekcentrum B-WARE B.V., Nijmegen. RP-20.059.20.78.
- Vogels, J., E. Verbaarschot, R. Loeb, M. Weijters, R. Bobbink, H. Bergsma, M. Scherpenisse, P. Verbeek & V. de Jong (2020). Steenmeeltoepassing ten behoeve van herstel biodiversiteit in Het Nationale Park De Hoge Veluwe. Eindrapport monitoring 2015-2019. Stichting Bargerveen, B-WARE, BodemBergsma, Natuurbalans-Limes Divergens, Nijmegen.
- Weijters, M., R. Bobbink, E. Bohnen-Verbaarschot, B. Van de Riet, J. Vogels, H. Bergsma & H. Siepel (2018). Herstel van heide door middel van slow release mineralengift. Resultaten van 3 jaar steenmeelonderzoek., VBNE, Driebergen, 216 pag.

## 7. Bijlages

Tabel 7.1. Bodemchemische gegevens per locatie met elementen van zout- (0,2M NaCl) en Olsen-P in  $\mu\text{mol/l}$  bodem; vochtgehalte, bodemdichtheid (BD) in  $\text{kg/l}$  bodem; organische stof (OS) en basenverzadiging (BV) in procenten (%); en cation exchange capacity (CEC) in  $\text{meq/l}$ .

locatie	vocht- gehalte			BD			OS			NaCl ( $\mu\text{mol/l}$ bodem)													Olsen ( $\mu\text{mol/l}$ bodem)	SrCl2 (%; $\text{meq+}/\text{l}$ ; $\mu\text{mol/l}$ bodem)	
										pH	NO3	NH4	Al	Ca	Al/Ca- ratio	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn	P-olsen	BV
1	18	0,9	7	3,3	48	681	331	1408	0,2	3	1145	1038	9	1,2	87	30	22	328	31	28					
2	19	0,8	9	3,1	26	238	1473	1570	0,9	18	318	709	22	1,4	106	37	28	452	18	36					
3	14	0,9	8	3,2	130	389	1129	1046	1,1	12	293	528	21	1,7	92	41	15	448	12	22					
4	16	0,9	7	3,3	146	216	1507	1010	1,5	9	412	387	14	1,0	117	41	18	476	15	28					
5	14	0,8	7	3,3	147	399	1698	616	2,8	7	180	271	9	0,8	125	53	15	328	13	29					
6	13	0,8	7	3,4	22	150	1038	325	3,2	5	212	167	2	1,1	80	22	8	467	12	18					
7	21	0,8	8	3,3	19	375	944	1813	0,5	11	289	800	26	0,8	98	30	23	405	27	29					
8	30	0,6	19	2,8	6	1566	1192	1414	0,8	3	263	766	2	2,3	100	38	42	281	15	46					
9	13	0,9	6	3,0	8	396	1052	781	1,3	12	239	614	3	1,9	88	37	22	325	12	36					



[www.b-ware.eu](http://www.b-ware.eu)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen



# BODEMCHEMISCH ONDERZOEK NATUURPOTENTIES KOOLMANSDIJK



- Eindrapport -



# BODEMCHEMISCH ONDERZOEK KOOLMANSDIJK

*Eindrapport*



*Titel rapport:*

*Bodemchemisch onderzoek Koolmansdijk, eindrapport*

*Auteurs:*

█ & █

*Rapportnummer: RP-22.140.22.101*

*Opdrachtgever:*

*Staatsbosbeheer*



**Informatie:**

Onderzoekcentrum B-WARE BV  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Mercator III, Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen

Contactpersoon:

█

Tel: 024 █

█@b-ware.eu

www.b-ware.eu

**INHOUDSOPGAVE**

<b>1. Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding	7
1.2 Onderzoeksvragen bodemchemisch onderzoek	8
1.3 Leeswijzer	9
<b>2. Materiaal en methoden</b>	<b>11</b>
2.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek	11
2.2 Chemische analyse	15
<b>3. Abiotiek referentielocaties en beoogde natuurtypen</b>	<b>17</b>
3.1 Toelichting referentielocaties	17
3.2 Algemene streefconcentraties	21
3.3 Droog heischraalgrasland en droge heide	22
3.4 Natte heide, vochtig-nat heischraal grasland, blauwgrasland en dotterbloemhooiland	25
3.5 Kruiden- en faunarijk grasland	26
3.6 Resultaten referentiemetingen Koolmansdijk	28
<b>4. Resultaten bodemchemisch onderzoek</b>	<b>29</b>
4.1 Inleiding	29
4.2 Bodemtype	29
4.3 Grondwaterstanden	31
4.4 Kansen voor natuurontwikkeling per locatie	32
<b>5. Synthese</b>	<b>35</b>
<b>6. Literatuur</b>	<b>39</b>
<b>7. Bijlagen</b>	<b>41</b>
7.1 Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem	41
7.2 Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden	42



## 1. INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Onderzoekcentrum B-WARE is door Staatsbosbeheer gevraagd om een bodemchemisch onderzoek uit te voeren om natuurpotenties en geschikte inrichtingsmaatregelen in kaart te brengen voor twee percelen in de Koolmansdijk (Figuur 1). De Koolmansdijk is voor het grootste deel een ongeveer 20 jaar oud natuurgebied, gelegen ten noorden van Lichtenvoorde. De Koolmansdijk ligt op de rand van het Oost-Nederlandse plateau, op een plek waar de watervoerende laag dekzand heel ondiep wordt. Sinds 2000 zijn al diverse percelen in de Koolmansdijk afgegraven en ingericht. Hier zijn door de opdrachtgever enkele referentiemonsters verzameld. Op de twee voormalige landbouwpercelen wordt gestreefd naar de ontwikkeling van nat schraalland (N10.01).

Het onderzoek is gericht op de bodemkwaliteit. Voor het bepalen van de ontgravingsdiepte of mogelijkheden voor een verschravingsbeheer zijn op een aantal locaties de fosfaatgehalten in de toplaag en in de diepte bepaald en vergeleken met de gewenste fosfaatgehalten nat schraalland (Figuur 2). Het uitvoeren van een (ecohydrologische) systeemanalyse en het opstellen van een inrichtingsplan maken geen deel uit van het onderzoek. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kan de opdrachtgever gericht keuzes maken bij de gebiedsontwikkeling.




Figuur 1. Overzicht van de globale ligging van het onderzoeksgebied.

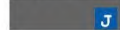
Hoge nutriëntenconcentraties kunnen de ontwikkelingsmogelijkheden van verschillende vegetatietypen belemmeren. Op 8 locaties werden profielbeschrijvingen uitgevoerd en bodemonsters verzameld. Om beter zicht te krijgen in de potenties voor de ontwikkeling van verschillende vegetatietypen werd onderzoek uitgevoerd naar de bodemchemie. Per locatie wordt de bodemopbouw beschreven en worden de fosfaatgehalten van de bodem in de diepte en de mogelijke natuurpotenties onderzocht. Hierbij wordt zowel gekeken naar de kansen van een

.....

verschralingsbeheer als het afgraven van de voedselrijke toplaag of een combinatie met een aanvullend verschralingsbeheer.



Figuur 2. Nat schraalland komt tot ontwikkeling onder voedselarme omstandigheden. Foto's: 



## 1.2 Onderzoeksvragen bodemchemisch onderzoek

Op basis van de onderzoeksresultaten wordt aangegeven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschralingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn.

Door middel van het onderzoek worden de volgende vragen beantwoord:

1. Wat zijn de bodemchemische condities op de referentielocaties?
2. Wat is de bodemopbouw op de boorlocaties inde voormalige landbouwpercelen?
3. Wat zijn de P-concentraties/chemische bodemcondities in de toplaag en wat is de verschralingsduur voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde, soortenrijke natuur (nat schraalland; hoog ambitieniveau) of bijvoorbeeld de ontwikkeling van een kruidenrijk grasland (lager ambitieniveau)?
4. Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor, wat is de geadviseerde ontgrondingsdiepte voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde soortenrijke natuur?
5. Welke natuurpotenties zijn er op basis van de bodemchemie, bodemtype?
6. Welke aanvullende of alternatieve inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen ter bevordering van de soortenrijkdom?

Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de verschralingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

## **1.3 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 worden de toegepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de abiotiek van de referentielocaties en beoogde natuurtypes besproken. De resultaten van het bodemchemisch onderzoek worden in hoofdstuk 4 beschreven inclusief de kansen voor de natuurontwikkeling plus de mogelijke (inrichtings)maatregelen die daarvoor nodig zijn, waarna een korte synthese volgt in Hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 bevat een overzicht van de gebruikte literatuur en hoofdstuk 7 de bijlagen.



## 2. MATERIAAL EN METHODEN

### 2.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek

#### Monstername

Op 20 september 2022 werden op 8 locaties boringen gezet tot op 150 cm-mv (Figuur 3). De locaties werden in overleg met de opdrachtgever vastgesteld op basis van de actuele en historische perceelverdeling, hoogteverschillen in het landschap en variatie in het bodemtype. De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS (Tabel 1). Het bodemprofiel werd beschreven conform NEN 5104 door boormeester [REDACTED] van ATKB (zie Bijlage). Tevens werd de actuele grondwaterstand genoteerd en indien waarneembaar in het profiel ook de GHG en GLG (Tabel 1) geschat op basis van hydromorfe kenmerken. De opdrachtgever geeft aan dat deze inschatting een onderschatting is van de grondwaterstanden in het gebied en dat er, op basis van ontwikkelingen in de directe omgeving, potenties zijn voor de ontwikkeling van natte natuur. Daarnaast werden op 5 plekken in de omgeving van Koolmansdijk (reeds ingerichte percelen) referentiemonsters verzameld door de Staatsbosbeheer (Figuur 4). Deze werden op kosten van B-WARE geanalyseerd.

**Tabel 1.** Overzicht van de monsterdatum, coördinaten, maaiveldhoogte (m N.A.P.) landgebruik, actuele grondwaterstand (GWS; 20-9-2022), gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) per locatie. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 3.

MEETPUNT	DATUM	X	Y	MVH	MVTYPE	GWS	GHG	GLG
1	20-9-2022	235275	447999	18,41	braak	150	110	150>
2	20-9-2022	235283	448028	18,36	braak	150	90	150>
3	20-9-2022	235309	448061	18,69	braak	150>	150>	150>
4	20-9-2022	235325	448075	18,85	braak	150>	150>	150>
5	20-9-2022	235569	448394	18,8	gras	150>	120	150>
6	20-9-2022	235611	448458	18,63	gras	150	100	150>
7	20-9-2022	235605	448498	18,62	gras	150>	120	150>
8	20-9-2022	235530	448378	18,62	gras	150>	100	150>

**Tabel 2.** Overzicht van referentiemonsterlocaties. De soorten die zijn onderstreept zijn kenmerkend voor de bemonsterde locatie. De overige genoemde soorten komen voor in opnames in het betreffende vegetatievlak, maar liggen vaak op een net iets andere plek in de gradiënt en zijn daarmee minder representatief. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 4. Bron: [REDACTED] Staatsbosbeheer.

LOCATIE	X	Y	HABITATTYPE	AANWEZIGE SOORTEN	TOELICHTING
1	235141	448657	Blauwgrasland	<u>Alpenrus</u> , <u>Armbloemige waterbies</u> , <u>Blaaszegge</u> , <u>Blauwe knoop</u> , <u>Biezeknoppen</u> , <u>Blauwe zegge</u> , <u>Borstelgras</u> , <u>Brede orchis</u> , <u>Geelgroene zegge</u> , <u>Geelhartje</u> , <u>Gevlekte Orchis</u> , <u>Fraai duizendguldenkruid</u> , <u>Grote ratelaar</u> , <u>Moeraswespenorchis</u> , <u>Parnassia</u> , <u>Spaanse Ruiter</u> , <u>Stijve ogentroost</u> , <u>Stijve zegge</u> , <u>Tandjesgras</u> , <u>Veldrus</u>	Goed ontwikkelde basenrijke variant van het blauwgrasland met veel kalkmoerassoorten. Voedselrijke bouwvoor verwijderd in 2001.
2	235093	448689	Blauwgrasland	<u>Blaaszegge</u> , <u>Blauwe knoop</u> , <u>Borstelgras</u> , <u>Geelgroen zegge</u> , <u>Geelhartje</u> , <u>Kleine zonnedauw</u> , <u>Pijpenstrootje</u> , <u>Klokjesgentiaan</u> , <u>Spaanse ruiter</u> , <u>Blauwe zegge</u> ,	Deze locatie ligt wat hoger in de gradiënt dan referentie 1 en staat daardoor minder onder invloed van kalkrijke kwel.

3	235107	448643	Blauwgrasland	<u>Gevlekte orchis</u> , <u>Kruipwilg</u> , Tandjesgras, Veldrus <u>Blauwe knoop</u> , <u>Blauwe zegge</u> , Borstelgras, Klokjesgentiaan, Stijve ogentroost, Tandjesgras, Veldrus, <u>Zwarte zegge</u> , <u>Pijpenstrootje</u> , Tormentil, <u>Biezeknoppen</u> , <u>Kruipwilg</u> , <u>Gewoon haakmos</u>	Voedselrijke bouwvoor afgegraven in 2001. Verzuurde locatie hoger op de gradiënt dan 1 en 2, voormalig reservaat, niet afgegraven, wel A horizont met organische stof (bouwvoor) aanwezig, hoog aandeel pijpenstrootje
4	235174	448561	Blauwgrasland	Blaaszegge, Blauwe knoop, <u>Blauwe zegge</u> , <u>Geelgroene zegge</u> , Brede orchis, <u>Geelhartje</u> , Grote ratelaar, <u>Moeraswespenorchis</u> , <u>Parnassia</u> , <u>Stijve ogentroost</u> , <u>Veldrus</u> , <u>Pijpenstrootje</u> , <u>Gewone waternavel</u>	Goed ontwikkeld blauwgrasland, voedselrijke bouwvoor afgegraven in 2001
5	235134	448544	Grote zeggenmoeras	Blaaszegge, Blauwe zegge, Geelgroen zegge, Moerasrolklaver, Grote wederik, Stijve ogentroost, Zwarte zegge, Gewone waternavel, Grote kattestaart, Riet	Grote zeggenvegetatie (matig ontwikkeld) op laagste deel dat in de winter langdurig, diep (ca 40 cm) inundeert met een mix van regenwater en grondwater dat uittreedt op de flanken van de laagte en de laagtes die via die punt afvoeren. Afgegraven in 2001.

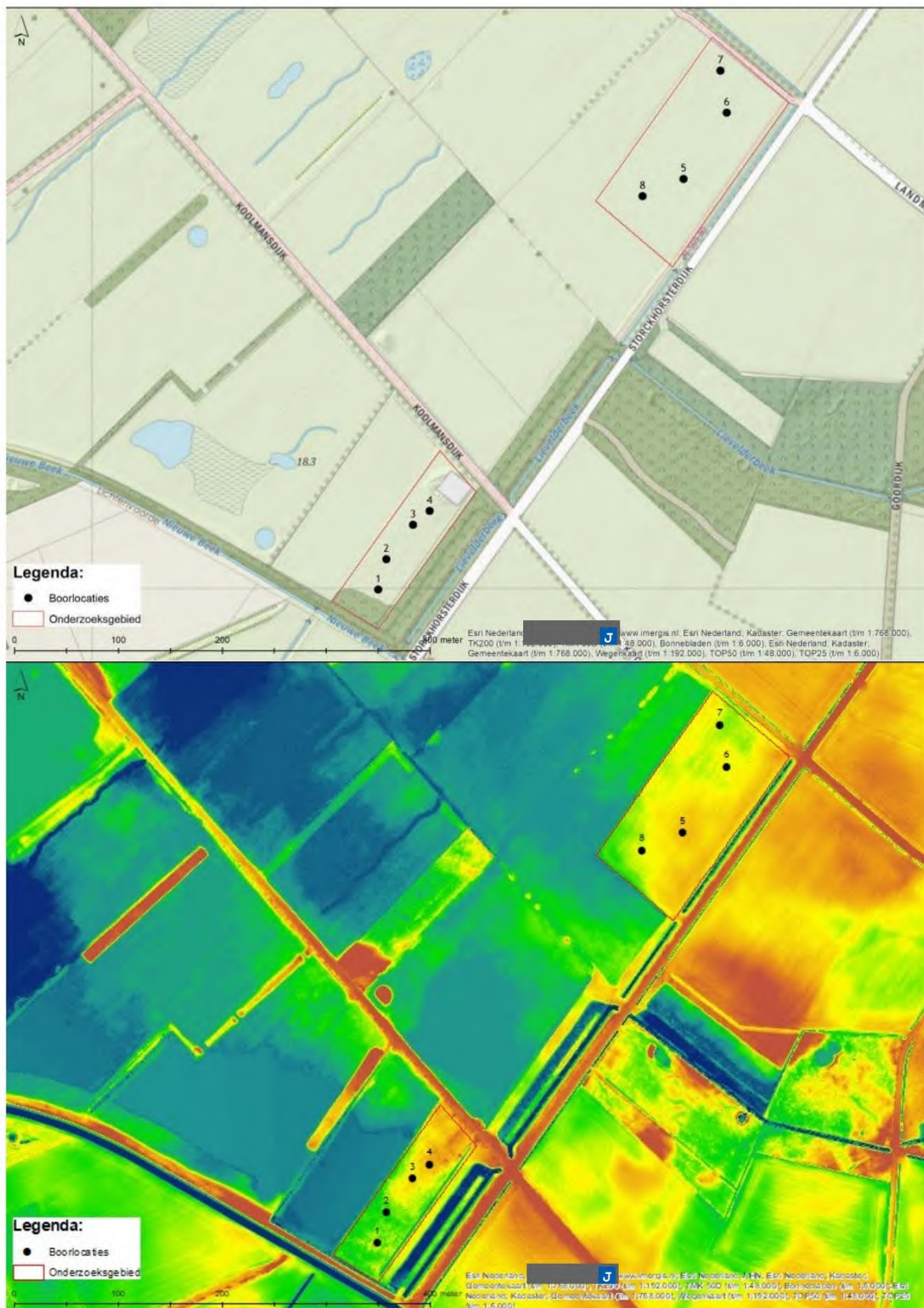
De globale bemonsteringsstrategie:

- 0-20 cm bouwvoor;
- Restant bouwvoor;
- 0-10 cm onder bouwvoor;
- 10-20 cm onder bouwvoor

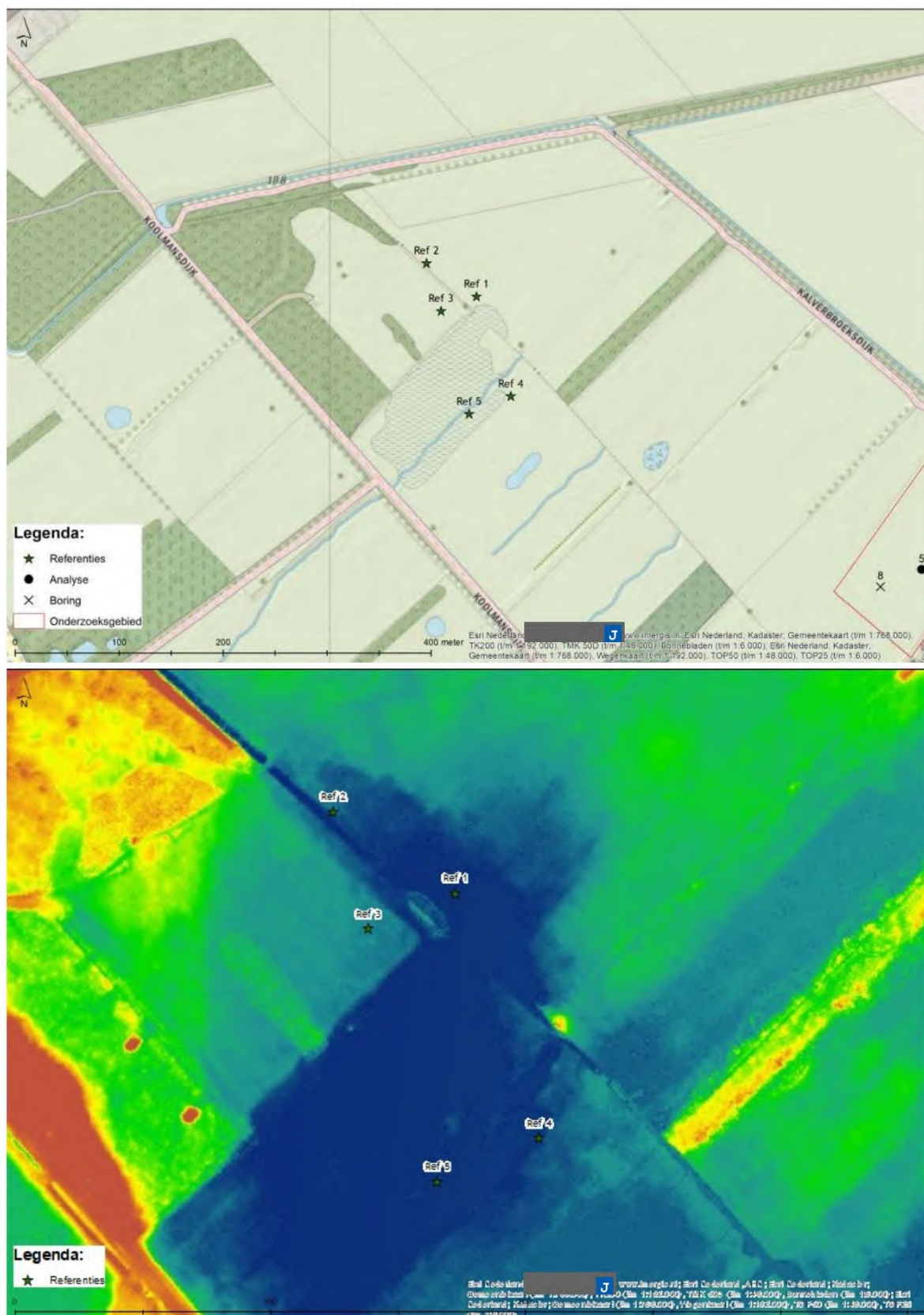
De exacte bemonsteringsdieptes zijn afgestemd op de bodemhorizonten. Hierdoor kan het zijn dat er soms van de hierboven genoemde bemonsteringsdieptes wordt afgeweken. De reden hiervoor is dan herleidbaar uit de beschrijving van de bodemprofielen.

De bodemmonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4 °C tot verdere verwerking. Voor het in kaart brengen van verschralingsduren, ontgrondingsdieptes, natuurpotenties, aanvullende maatregelen en risico's zijn bewerkingen en analyses uitgevoerd (Olsen-extractie, destructie en zoutextractie).

In paragraaf 2.2 worden de analysemethoden nader toegelicht.



Figuur 3. Overzicht van de ligging van de bodemonsterlocaties in het onderzoeksgebied Koolmansdijk op een topografische en hoogtekaart.



Figuur 4. Overzicht van de ligging van de referentielocaties in de omgeving van het onderzoeksgebied Koolmansdijk op een topografische en hoogtekaart.

## 2.2 Chemische analyse

Voor de bodemmonsters zijn de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid (massavolume);
- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- pH-zout en zoutuitwisselbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en calcium;

### *Drooggewicht en organisch stofgehalte*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

### *Destructie*

Door de bodem en plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

### *Olsenextractie*

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie plantbeschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l<sup>-1</sup> natriumbicarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

### *Zoutextractie*

Met een zoutextractie kunnen de vrij in de bodem zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

### Chemische analyses

#### *Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ARCOS MV of GREEN DUO, Spectro, Kleve, Duitsland). De concentraties nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride ( $\text{Cl}^-$ ) werd colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium ( $\text{Na}^+$ ) en kalium ( $\text{K}^+$ ) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

### 3. ABIOTIEK REFERENTIELOCATIES EN BEOOGDE NATUURTYPEN

In dit hoofdstuk worden de bodemchemische condities op de referentielocaties beknopt toegelicht. Deze bodemmonsters dienen als een lokale referentie voor de interpretatie van de bodemchemische analyses van de om te vormen voormalige landbouwgronden.



#### 3.1 Toelichting referentielocaties

De bemonsterde locaties zijn verdeeld over de vegetatiegradiënt vanaf hoger gelegen, zuurdere of verzuurde delen, via de flanken met goed ontwikkeld blauwgrasland naar het laagste deel dat langdurig inundeert en uit een grote zeggenvegetatie bestaat. Foto 1 geeft een overzicht van de gradiënt. De locaties met kalkmoeras/blauwgrasland liggen in de laagste, op de foto niet gemaaide, delen. Vier van de vijf locaties zijn geplagd/afgegraven in 2001 waarbij voormalige landbouwgronden zijn ingericht als nieuwe natuur. Alleen referentielocatie 3 betreft een niet afgegraven locatie in het oude reservaatgedeelte. Zie Figuur 3 voor de ligging van de locatie, Tabel 2 voor een beschrijving en Figuur 6 Figuur 10 voor een impressie van de locaties.

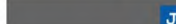



Figuur 5. Overzicht van de hoogtegradiënt met referentielocaties in Koolmansdijk. Foto: 




Figuur 6. Impressie van referentielocatie 1 in blauwgrasland met veel kalkmoerassorten. Foto:  




Figuur 7. Impressie van referentielocatie 2 in nat schraalland. Foto:  




Figuur 8. Impressie van referentielocatie 3 in nat schraalland. Foto's: 



Figuur 9. Impressie van referentielocatie 4 in blauwgrasland. Foto's: 



Figuur 10. Impressie van referentielocatie 5 in de grote zeggenvegetatie. Foto's:  J

### 3.2 Algemene streefconcentraties

Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie.

Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren):

- Heide: 100-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (totaal-P veelal  $<2,5 \text{ mmol/l}$ ), soortenrijk bij Ca-z  $\pm 1500-4000 \mu\text{mol/l}$ , pH-z  $>3,5$ , Al/Ca  $<2$ ,  $\text{NH}_4\text{-z} <200 \mu\text{mol/l}$ );
- Droog schraalland: ( $<$ )200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z  $\pm 4000-8000 \mu\text{mol/l}$ , pH-z  $>3,5$ , Al/Ca  $<1-2$  en basenverzadiging  $>30\%$ );
- Heischraalgrasland: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Kruiden- en faunarijk grasland:  $<1200 \mu\text{mol/l}$  bodem of (met name onder droge condities)  $>1200 \mu\text{mol/l}$  bodem mits P-z  $< 2 \mu\text{mol/l}$  en/of nitraat  $<50-100 \mu\text{mol/l}$ .

De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem waarvan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten (zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen). Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties in deze rapportage uitgedrukt per liter verse bodem.

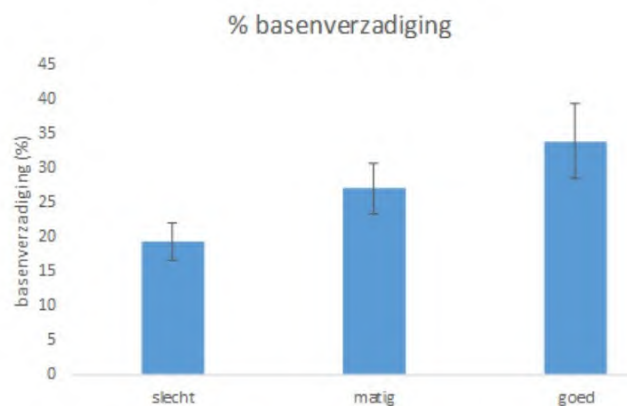
### 3.3 Droog heischraalgrasland en droge heide

Heischrale graslanden behoren tot de soortenrijke ecosystemen op de hogere zandgronden, en kunnen wel 25 tot 30 plantensoorten per  $\text{m}^2$  herbergen. Helaas staat het heischrale grasland sterk onder druk, niet alleen in Nederland maar in heel Europa. Om zowel het areaal als de kwaliteit van heischrale graslanden te behouden en te versterken, zijn heischrale graslanden (H6030) uitgeroepen tot prioritair habitat. Dat betekent dat landen de verplichting hebben om deze graslanden te behouden en te versterken (Weijters e.a., 2020).

**Tabel 3.** Bodemchemie van een soortenarme en soortenrijke vorm van de associatie 19Aa1 van habitattypen H6230 en de bijbehorende rompgemeenschap, waarbij de pH gemeten is in een zoutextract (pH-NaCl), de uitwisselbare calciumconcentratie in  $\mu\text{mol/kg}$  bodem (Ca-NaCl), de aluminiumcalciumratio in mol/mol (Al/Ca-ratio), de anorganische ammoniumconcentratie in  $\mu\text{mol/kg}$  bodem ( $\text{NH}_4\text{-NaCl}$ ) en de basenverzadiging (BV) in procenten gemeten in het strontiumextract. Bron: Weijters e.a., 2020.

		pH-NaCl	Ca-NaCl ( $\mu\text{mol/kg}$ )	Al/Ca-ratio	$\text{NH}_4\text{-NaCl}$ ( $\mu\text{mol/kg}$ )	BV (%)	P-Olsen ( $\mu\text{mol/kg}$ )
Associatie van Liggend walstro en Schapegras (19Aa1) soortenarm	Galio hercynici-Festucetum ovinae (19Aa1) soortenarm	3,0-3,5	800-1000	2,5-4,0	-	27%	$<400$
Associatie van Liggend walstro en Schapegras (19Aa1) redelijk/goed ontwikkeld	Galio hercynici-Festucetum ovinae (19Aa1) redelijk/goed ontwikkeld	3,8-5,0	2250-6000 (12.000)	$<0,8$	$<200$	34%	$<400$
Slecht ontwikkelde rompgemeenschap (19RG02)	RG Bochtige smele (19RG02)	3,4-3,7	500-1000	2-5	100-250 (350)	19%	

In Tabel 3 worden de bodemchemische condities weergegeven van goed tot slecht ontwikkelde heischrale graslanden. De slecht ontwikkelde graslanden (aantal kenmerkende soorten gemiddeld 2,0 per opname, typische soorten 0,9 per opname en geen Rode-Lijstsoorten) hadden een gemiddelde pH-NaCl van 3,5 en een concentratie uitwisselbaar calcium van gemiddeld 0,9 mmol Ca/kg bodem. Deze locaties vallen deels in de rompgemeenschap van Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en/of Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) (**19RG1**). In de redelijk/goed ontwikkelde graslanden (gemiddeld aantal kenmerkende soorten 6,0, typische soortenfosf 1,8 en Rode-Lijstsoorten 3,0) was de concentratie uitwisselbaar calcium gemiddeld 5,3 mmol/kg bodem en de pH-NaCl gemiddeld 4,4. De concentratie uitwisselbaar aluminium (gemiddeld 1,3 mmol/kg bodem) verschilde niet tussen de ontwikkelingscategorieën, maar de verhouding tussen uitwisselbaar aluminium en calcium (Al/Ca-ratio) wel. Deze was in de slecht ontwikkelde droge heischrale graslanden met gemiddeld 3,5 duidelijk hoger dan in de beter ontwikkelde graslanden (gemiddeld 0,7). In de basenverzadiging is eenzelfde trend zichtbaar. De basenverzadiging was zeer laag in de slecht ontwikkelde graslanden (gemiddeld 19%), wat hoger in de matig ontwikkelde graslanden (gemiddeld 27%) en nog iets hoger in de redelijk ontwikkelde graslanden (34%) (Figuur 11). In heischrale graslanden in het buitenland worden voor de basenverzadiging overigens vaak waarden tussen de 50% en 70% gemeten. Daarnaast moet de Olsen-P concentratie ook voldoende laag zijn (<400  $\mu\text{mol/kg}$  bodem; bij een soortelijk gewicht van 1,25 kg/l komt dit overeen met <500  $\mu\text{mol}$  per liter verse (zand)bodem). Verder blijkt uit de GRIP-database dat soorten als Tormentil (*Potentilla erecta*), Tandjesgras (*Danthonia decumbens*) en Muizenootje (*Hieracium pilosella*) vrijwel alleen voorkomen op locaties waar de ammoniumconcentratie in de bodem lager is dan 200  $\mu\text{mol/kg}$  bodem (Weijters e.a., 2020).



**Figuur 11.** Basenverzadiging gemeten in verschillende stadia van ontwikkeling in het vegetatietype 19Aa01: Droge heischrale graslanden in het Pleistocene zandlandschap die behoren tot de Associatie van Liggend walstro en Schapegras. Foutbalken zijn standaardfout. Bron: Grip-database Onderzoekcentrum B-WARE en Van der Zee et al., 2017.

Voor heideontwikkeling in het droog zandlandschap zijn de beschikbaarheid van nutriënten en de zuurgraad belangrijke sturende factoren (o.a. Bobbink 1988; De Graaf *et al.*, 2009). Binnen de binnenlandse droge heide (Calluno-Geniston pilosae) komen in Nederland twee associaties voor, waarvan verreweg de meest voorkomende de associatie van Struikhei en Stekelbrem (**20Aa01**: Genisto anglicae-Callunetum) is. Binnen deze associatie worden op dit moment drie subassociaties onderscheiden, waaronder de typische vorm (**20Aa01b**: Genisto anglicae-Callunetum typicum), de van oorsprong meer soortenrijke heischrale subassociatie (**20Aa01d**: Genisto anglicae-Callunetum danthonetosum) en de korstmosrijke subassociatie op vastgelegde stuifzand (**20Aa01a**). Steeds vaker wordt - en werd - ook de rompgemeenschap van Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*) en/of Bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) (**20RG1**), een sterk gedegradeerde vorm van de droge heidevegetatie, aangetroffen (Weijters e.a., 2018).

Aan de hand van een analyse van referentiedata (GRIP database B-WARE) zijn bodemchemische randvoorwaarden opgesteld voor het voorkomen van genoemde vegetatie-eenheden (Tabel 4). Hierbij bleek dat pH-zout, de concentratie plantbeschikbaar Ca, de Al/Ca-ratio en de NH<sub>4</sub>-concentratie de belangrijkste sturende parameters zijn voor het al dan niet voorkomen van deze vegetatie-eenheden. Naast de in Tabel 4 genoemde parameters zal ook de voor planten beschikbare fosforconcentratie voldoende laag moeten zijn voor droge heide (150-400 µmol/kg bodem; bij een soortelijk gewicht van 1,25 kg/l komt dit overeen met 185-500 µmol per liter verse (zand)bodem)(Weijters e.a., 2018). Dit komt overeen met de Olsen-P range voor natte heide (100-500 µmol/l).

**Tabel 4.** Randvoorwaarden voor een soortenarme en soortenrijke vorm van twee subassociaties van habitatype H4030, waarbij de pH gemeten is in een zoutextract (pH-NaCl), de uitwisselbare calciumconcentratie in µmol/kg bodem (Ca-NaCl), de aluminiumcalciumratio in mol/mol (Al/Ca-ratio) en de anorganische ammoniumconcentratie in µmol/kg bodem (NH<sub>4</sub>-NaCl). Bron: Weijters e.a., 2018.

		pH-NaCl	Ca-NaCl (µmol/kg)	Al/Ca-ratio	NH <sub>4</sub> -NaCl (µmol/kg)
Associatie van Struikhei en stekelbrem (20Aa01)	Genisto anglicae-Callunetum (20Aa01)				
Typische sub associatie	Genisto anglicae-typicum (20Aa01b)	2,6-4,3	400-2300	2-10	<250
soortenrijke heischrale subassociatie	Genisto anglicae-Callunetum danthonietosum (20Aa01d)	3,5-4,3	1500-4000	<2 (2,5)	<200
Vergraste rompgemeenschap	Rompgemeenschap van Pijpenstrootje en Bochtige smele (20RG1)	3,0-3,5	<1000	2-6	150-600 (1300)
Onderverdeling typische sub-associatie van Struikhei en stekelbrem (20Aa01b)	Onderverdeling Genisto anglicae-Callunetum typicum 20Aa01b				
Typische sub associatie-zonder kruiden, zeer soortenarm	20Aa01b_zeer soortenarm	2,6-3,5	400-2000	2-10	<300
Typische sub associatie- met kenmerkende kruiden, goed ontwikkeld	20Aa01b_goed ontwikkeld	>3,5	>1500	<2	<200

### 3.4 Natte heide, vochtig-nat heischraal grasland, blauwgrasland en dotterbloemhooiland

Voor de ontwikkeling van soortenrijke vochtige tot natte natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren afhankelijk van de ijzer- en calciumconcentraties en/of de kleiigheid van de bodem):

- Natte heide: <(300-)500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (totaal-P veelal < 2,5-3,0 mmol/l);
- Heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Vochtig hooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ); veelal (zeer) ijzerrijk.

De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Bijlage 7.2).



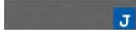
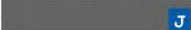
Figuur 12. Foto van een vochtig heischraal grasland (foto: [redacted]) en dotterbloemhooiland (foto: [redacted]).

Het bodemtype en de totale ijzer- en calciumconcentraties van de bodem zijn vooral relevant met het oog op de potentiële natuurbeheer-/habitattypen. Op calciumarme bodems (tot-Ca <10 mmol/l) ligt de ontwikkeling van natte heide voor de hand. Om de ontwikkeling van nat schraalland (N10.01) en vochtig hooiland (N10.02) mogelijk te maken dient de bodem voldoende gebufferd te zijn. Soortenrijke vochtige heischrale graslanden (N10.01) komen over het algemeen voor bij Ca-z concentraties van 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$  en Olsen-P concentraties van 150-400  $\mu\text{mol/l}$ . Onder zeer natte condities kan een kleine zeggenvegetatie tot ontwikkeling komen. Bij concentraties van circa 10.000-25.000  $\mu\text{mol/l}$  (Ca-t veelal >20 mmol/l) en Olsen-P concentraties van 200-500  $\mu\text{mol/l}$  kan een blauwgrasland worden ontwikkeld onder de juiste hydrologische omstandigheden (GRIP database B-WARE). Op gebufferde, ijzerrijke bodems kan onder vochtige tot natte omstandigheden een dotterbloemhooiland (of Elzenbroekbos) tot ontwikkeling komen (onder droge omstandigheden een kamgrasweide/glanshaverhooiland; onder zeer natte omstandigheden trilveen).

Voor de ontwikkeling van blauwgrasland en vochtig hooiland is niet alleen de buffering van belang maar ook de grondwaterstanden. Alleen als er voldoende grondwaterinvloed in maaiveld is zijn deze vegetaties mogelijk. Voor vochtig heischraal grasland kan aanrijking van de wortelzone met grondwater via capillaire opstijging ook al voldoende zijn. De periode waarin grondwater in de wortelzone uittreedt bepaalt in combinatie met de mate van buffering met het grondwater en de zuurproductie als gevolg droogval van de toplaag in de zomerperiode en verzurende (stikstof)depositie of bodems voldoende gebufferd blijven of (langzaam) verzuren.

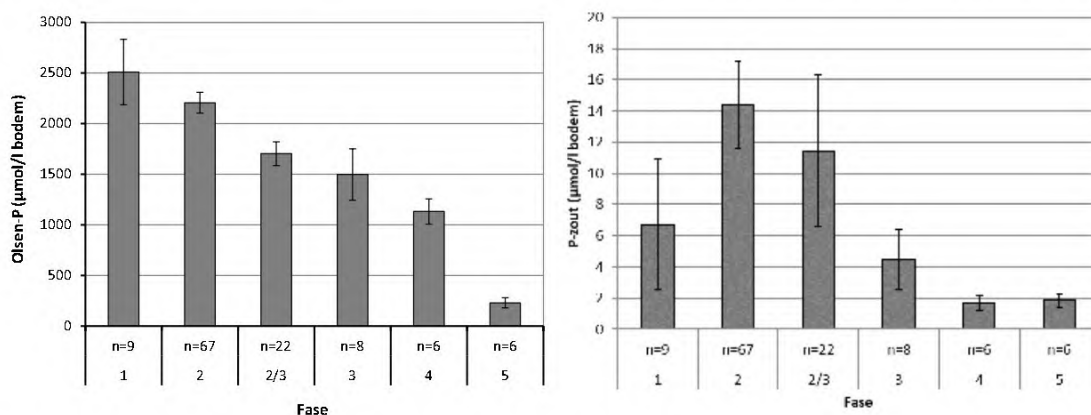
Wanneer na een eventuele ontgronding aanvullend verschrallingsbeheer vereist is duidt dit erop dat de bodem na ontgronding nog niet voldoende P-arm is voor de beoogde ontwikkeling. Een aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel mogelijkheden om de gewenste P-concentraties binnen redelijke termijn te realiseren. Dit brengt echter ook risico's met zich mee. Onder licht/matig voedselrijke, vochtige tot natte omstandigheden kan de eerste jaren (wanneer aanvullende verschralling vereist is of wanneer voedselrijke toplagen worden vernat) verruiging met bijvoorbeeld pitrus optreden die een belemmering kan vormen voor de beoogde ontwikkeling. Overigens is de pitrus op beperkt verrijkte bodems veelal ijler in vergelijking met voedselrijke bodems. Het is de vraag of dit risico wordt genomen of dat 10 cm extra wordt afgegraven waardoor de ontwikkeling van de doelvegetatie meteen kan gaan plaatsvinden en het risico op pitrusontwikkeling wordt beperkt.



**Figuur 13.** Pitrusontwikkeling op percelen die na inrichting nog beperkt tot matig verrijgd zijn met fosfaat. Aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel perspectief. Door voldoende P-gelimeerde omstandigheden te creëren en maaisel uit een referentiegebied op te brengen kan dit worden voorkomen. Foto's:  en 

### 3.5 Kruiden- en faunarijk grasland

Uit onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is ( $<900\text{-}1200/1500 \mu\text{mol/l}$ ; Figuur 14). Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet.



**Figuur 14.** Olsen-P (links) en P-z (rechts) concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem van graslandpercelen in Overijssel ingedeeld per graslandfase naar Schippers e.a. (2012). Verklaring graslandfasen (van voedselrijk naar schraal): fase 1 = raaigraslanden, fase 2 = witbolgraslanden, fase 3 = gras-kruidenmix, fase 4 = kruidenrijk grasland en fase 5 = heischraal grasland. Bron: Scherpenisse e.a. (2017).



Figuur 15. Foto's van een goed ontwikkeld droog (links; Winterswijk) en vochtig (rechts; Doetinchem) kruiden- en faunarijk grasland. Foto's: [REDACTED]

De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de meest labiele P-fractie voldoende laag is ( $P-z < 1-2 \mu\text{mol/l}$ ) en ook de nitraatconcentratie laag is ( $< 50-100 \mu\text{mol/l}$ ).

Om op voedselrijkere, droge gronden de dominantie van witbol te doorbreken, wordt geadviseerd witbol vroeg af te maaien, bijvoorbeeld in mei. Deze grassen bloeien namelijk voordat de zomerkruiden gaan bloeien. Op deze manier wordt gestreepte witbol actief teruggedrongen ten gunste van later bloeiende kruidachtigen. Goed ontwikkelde kruidenrijke graslanden worden vaak laat in de zomer (augustus/september) gemaaid. Onder vochtige tot natte voedselrijke condities is het risico op pitrusontwikkeling groot.

Overigens kunnen er op droge, voedselrijkere (hoge tot zeer hoge Olsen-P concentraties) zandgronden ook kruidenrijkere graslanden tot ontwikkeling komen als gevolg van droogtestress en/of lage concentraties organische stof (eventueel in combinatie met tijdelijk akkerbeheer) (Dorland e.a., 2020; Eichhorn e.a., 2020). Bij recent ander onderzoek in (de voormalige) landbouwenclave Oude Willem, bij het Canadameer en in het Mantingerzand (in opdracht van Prolander) werden bodemonsters verzameld van goed ontwikkelde kruidenrijke graslanden die tot ontwikkeling zijn gekomen onder P-rijkere condities (13,1-16,3  $\mu\text{mol/l}$  totaal-P en 3820-6824  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P). Onder droge (50 cm-mv droogval in groeiseizoen), P-rijke condities kan een soortenrijkere ontwikkeling optreden wanneer de label-P concentraties laag zijn en/of sprake is van droogtestress en/of K- of N-limitatie. Waarschijnlijk zijn de (zeer) lage nitraatconcentraties ( $< 20-100 \mu\text{mol/l}$ ) de oorzaak van de kruidenrijke ontwikkeling in de genoemde gebieden. Dit biedt perspectief voor de ontwikkeling van kruidenrijke graslanden op de voormalige landbouwgronden waar vergelijkbare totaal-P en Olsen-P concentraties worden gemeten.

Bureau Natuurbalans (contactpersoon: [REDACTED]) heeft de laatste jaren goede resultaten ondervonden met de ontwikkeling van kruiden- en faunarijkgrasland door middel van chopperen en gericht inzaaien op P-rijkere gronden. Door te chopperen wordt de dichte, soortenarme graszode verwijderd en ruimte gecreëerd voor de kieming van de doelsoorten. Na het chopperen wordt gericht zaadmengsel (bestaande uit zowel inheemse grassen als kruiden van Biodivers) van glanshaverhooiland of kruiden- en faunarijkgrasland opgebracht. Deze methode bevindt zich echter nog wel in de experimentele fase, het is nog niet duidelijk of de ontwikkelde vegetaties zich op de lange termijn standhouden en waarom het op sommige gronden wel en niet werkt (mogelijk speelt stikstoflimitatie een rol).

### 3.6 Resultaten referentiemetingen Koolmansdijk

In Tabel 5 worden de resultaten van de bodemchemische analyses op de referentielocaties 1-5 gegeven. Zie Tabel 2 voor een beknopte omschrijving van de referentielocaties.

**Tabel 5.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de referentielocaties bij Koolmansdijk. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ), BV = indicatieve basenverzadiging, M5/M12 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500/1200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	jaren	
<5	<150	<20	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschralling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschralling II

Nr	Diepte	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5	M12
Ref 1	0-15	2	14	1,2	113	2,9	113	52	219	13	18	5	38	16310	685	797	7,8	100	1,5	6	32	0	0
Ref 2	0-15	4	15	1,0	271	3,6	123	41	63	8	18	6	34	12845	1242	3051	6,1	99	2,5	7	54	0	0
Ref 3	0-15	7	17	1,0	305	6,2	218	31	109	7	19	10	209	9040	180	151	4,8	92	0,9	52	489	0	0
Ref 4	0-15	6	18	1,0	189	5,9	143	87	359	5	19	11	10	21440	73	1287	7,3	100	0,5	7	34	0	0
Ref 5	0-15	2	15	1,3	136	3,9	117	36	89	10	30	5	37	13074	253	831	6,6	99	2,0	9	44	0	0

De referentielocaties zijn gelegen in nat schraalland (N10.01) en zijn matig tot matig-sterk calciumhoudend (Ca-t: 31-87 mmol/l; Ca-z: 9040-21440  $\mu\text{mol/l}$ ; basenverzadiging 92-100% en pH-z: 4,8-7,8). De locaties ref 1 en ref 4 zijn het sterkst gebufferd. Referentielocatie 4 is zeer ijzerrijk (Fe-t: 359 mmol/l). De bodems zijn voedselarm: de totaal-P concentratie varieert van 2,9-6,2 mmol/l en de Olsen-P concentratie van 113-271  $\mu\text{mol/l}$ . De nitraat- en P-z concentraties zijn laag (NO3-z: 6-52  $\mu\text{mol/l}$ ; P-z: 0,5-2,5  $\mu\text{mol/l}$ ). Op deze locaties zijn onder andere blauwe knoop, brede orchis, geelgroene zegge, geelhartje, moeraswespenorchis, parnassia en Spaanse ruiter asangetroffen (zie ook Tabel 2). Naast de bodemchemie is ook de grondwaterkwaliteit en grondwaterinvloed van invloed op de vegetatieontwikkeling

De referentiemonsters bevestigen het beeld van de beheerder en geven een duidelijk inzicht in het ecohydrologisch functioneren van de gradiënt. De hoogste basenrijkdom ligt duidelijk op de flanken precies op de rand van de inundatiezone. Direct boven het inundatieniveau is de stijghoogte van het grondwater tot in of boven maaiveld waardoor hier de hoogste fluxen met basenrijk water in de wortelzone komen. Daar ligt ook het best ontwikkelde, basenrijke blauwgrasland. Hoger op de gradiënt gebeurt dat minder of niet (stijghoogte onvoldoende hoog) en wordt een mix van vochtige heide soorten met bijvoorbeeld inslag van blauwe zegge en Gevlekte orchis aangetroffen. Lager in de gradiënt is er sprake van inundatie van een mix van regenwater en grondwater en treden lagere fluxen op (met soorten als bijvoorbeeld Blaaszegge).

## 4. RESULTATEN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

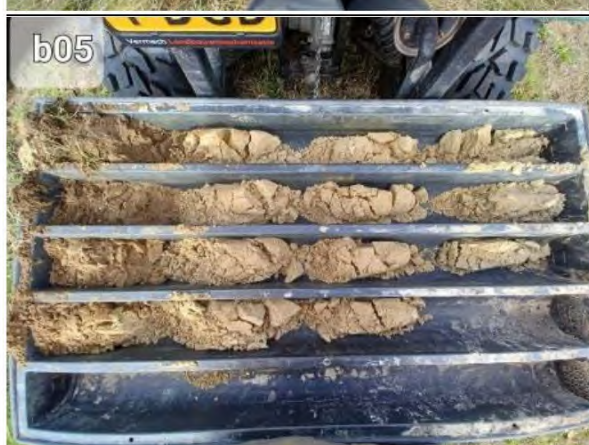
### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.2 wordt het bodemtype en de bodemopbouw gepresenteerd en in paragraaf 4.3 worden de grondwaterstanden besproken. In paragraaf 4.4 worden de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur in clusters besproken en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Ten slotte worden enkele algemene aandachtspunten bij natuurontwikkeling gegeven.

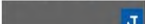
### 4.2 Bodemtype

De bodem in het onderzoeksgebied Koolmansdijk bestaat uit siltig en humeus zand (Tabel 6). In het zuidelijke perceel is lokaal leem in de ondergrond gevonden (locaties 1-3). Daarnaast is de bodem op de meeste locaties omgewerkt en lokaal opgebracht (A/AC horizont). Vooral de bodem op locatie 4 is sterk verstoord. De dikte van de bouwvoor in het zuidelijke perceel varieert van circa 20-50 cm. De C horizont ligt op de meeste locaties diep (>40 cm). De bodem in het noordelijke perceel bestaat uit siltig, humeus zand (Tabel 6). De dikte van de bouwvoor varieert hier van circa 20-30 cm, maar is overwegend 30 cm. Onder de bouwvoor is veelal een BC-horizont te vinden. De BC horizont is op alle locaties arm aan organische stof. Enkel op locatie 6 is een verstoorde laag onder de bouwvoor gevonden (AB horizont). De C horizont ligt op de meeste locaties rond 30-40 cm. Bij de adviezen per locatie zal worden beschreven tot op welke diepte de bodem verrijkt is met fosfaat en welk natuurbeheertype ontwikkeld kan worden. Zie Figuur 16 voor een impressie van de boorprofielen en locaties. Zie Bijlage 1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie.







**Figuur 16.** Foto's van de boorprofielen en impressie van de locaties in het onderzoeksgebied. De bodems zijn uitgelegd per 40 cm (kolom van boven naar beneden) tot een diepte van 150 cm-mv: linksboven ligt 0-10 cm, linksonder 30-40 cm, rechtsboven 120-130 cm-mv. Foto's: 

### 4.3 Grondwaterstanden

Welke natuurbeheertypen zich daadwerkelijk in het gebied kunnen ontwikkelen is onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom van de bodem, de mate van buffering van de bodem, het bodemtype en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater.

De grondwaterstanden zijn ten tijde van de bemonstering niet waarneembaar op de meeste locaties, wat betekent dat de grondwaterstand laag is ( $150 >$  cm-mv) in het onderzoeksgebied. In het zuidelijke perceel ligt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) tussen 90-150 > cm-mv. In het noordelijke perceel varieert de GHG van 100-120 cm-mv. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is op alle locaties  $150 >$  cm-mv. Zie Tabel 1 voor een overzicht per locatie. Momenteel is het gebied voornamelijk droog en daarmee, onder P-arme condities, geschikt voor de ontwikkeling van heide of (droog) heischraalgrasland. Echter, door de zeer droge condities ten tijde van de bemonstering is de GHG mogelijk te laag ingeschat. De opdrachtgever heeft gemeld dat, op basis van de hydrologische condities in de omgeving, ingezet kan worden op de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurtypen. Mogelijk worden in het gebied vernattingsmaatregelen uitgevoerd door middel van maximale demping of verondieping van bestaande sloten, waar vooral het zuidelijke perceel van kan profiteren. Wanneer het grondwater in het maaiveld of de wortelzone komt liggen er mogelijkheden voor nat schraalland (vochtig heischraal grasland of blauwgrasland) onder de juiste hydrologische en voedselarme condities. Het hydrologische aspect maakt echter geen onderdeel uit van het onderzoek. De focus van het

onderzoek ligt op het in kaart brengen van de voedselrijkdom van de toplaag, de diepte van het fosfaatfront en de natuurpotenties.

## 4.4 Kansen voor natuurontwikkeling per locatie

Doel van het huidige onderzoek is om de kansen voor de ontwikkeling van nat schraalland op twee (voormalige) agrarische percelen te bepalen. De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Hoofdstuk 7.2).

In deze paragraaf is het onderzoeksgebied opgedeeld in het noordelijke (locaties 5-8) en zuidelijke perceel (1-4). Per perceel worden de belangrijkste bodemchemische variabelen, potenties en geschikte maatregelen kort toegelicht. In Figuur 17 zijn de beoogde natuurdoelen en benodigde ontgrondingsdieptes inzichtelijk gemaakt. Het opstellen van een inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van deze opdracht, evenals de toetsing of een eventuele ontgroning past binnen het (ecohydrologische) systeem.

### Zuidelijke perceel (locaties 1-4)

**Tabel 6.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in het zuidelijke perceel in Koolmansdijk. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l). M5/M12 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500/1200 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3,0 mmol/l) bij een P-afvoer van 10 kg P/ha/jr. Onder droge condities is P-limitatie niet vereist voor een kruidenrijke ontwikkeling wanneer de nitraatconcentraties laag (<50 µmol/l) zijn. Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren
<5	<200	<20	<4000	<40	<1	<50	0 voldoende P-arm
6-10	201-400	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100	<10 kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	401-800	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200	11-40 matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	801-1200	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400	41-80 kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
>50	>1200	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800	81-200 matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200	201-400 ongeschikt voor verschralling I
					>100	>1200	>400 ongeschikt voor verschralling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5	M12
1	0-20	Zand, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	7	21	1,0	3298	28,1	270	38	247	8	21	11	96	14554	6943	2827	5,5	99	4,5	1699	67	149	119
	20-30	Zand, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	8	20	1,1	2282	26,0	383	59	424	8	32	11	69	18414	1090	3907	4,8	99	2,8	1312	70	63	38
	30-40	Leem, sterk zandig, omg	AC	3	13	1,2	346	9,0	243	54	970	7	36	2	25	22712	222	5205	4,9	99	0,1	41	55	0	0
	40-50	Leem, sterk zandig	C	3	11	1,4	360	16,1	140	38	1421	6	25	2	76	14630	225	3219	5,4	99	0,6	235	63	0	0
2	0-20	Zand, sterk siltig, matig humeus, opg, bv	AP	6	18	1,0																			
	30-50	Leem, omgewerkt oude bouwvoor	A	3	10	1,1	465	14,4	183	41	703	8	27	4	34	15092	139	2947	5,3	99	0,2	170	50	0	0
	50-60	Leem	A	6	17	1,0	607	22,0	342	75	822	6	31	11	21	22971	124	3953	5,5	100	0,8	295	102	12	0
	60-70	Zand, matig siltig	C	1	9	1,2	152	7,1	118	29	302	10	26	1	7	11827	146	1980	5,7	99	0,0	44	53	0	0
70-80	Zand, matig siltig	C	1	10	1,4																				
3	0-20	Zand, matig siltig en humeus, opg, bv	AP	3	9	1,2																			
	30-50	Zand, matig siltig en humeus, opg, bv	AP	3	7	1,2																			
	50-70	Leem, matig humeus, omg oude bouwvoor	A	4	14	1,2	1943	23,4	446	47	445	17	36	8	43	16653	3209	4040	5,1	98	2,0	569	127	109	56
	70-80	Zand, sterk siltig	C	2	11	1,4	207	21,2	141	26	1018	15	21	2	6	10689	2024	2779	5,3	99	0,0	111	119	0	0
80-90	Zand, sterk siltig	C	4	13	1,4																				
4	0-20	Zand, sterk siltig, matig humeus, omg	-	4	11	1,1	4619	22,0	150	18	88	7	12	6	50	6766	805	823	5,1	96	6,7	157	136	119	102
	20-40	Zand, sterk siltig, matig humeus, omg	-	4	10	1,1																			
	50-70	Zand, sterk siltig, matig humeus, omg	-	4	13	1,1	3720	31,4	254	26	326	8	20	9	44	8840	1060	2756	5,1	82	5,4	670	3965	170	133
	70-80	Zand, sterk siltig	C	2	11	1,2	374	13,8	135	20	735	8	14	2	11	8339	1014	2540	5,5	83	0,5	306	3148	0	0
80-90	Zand, sterk siltig	C	2	10	1,4	290	15,4	135	16	844	10	16	2	42	6632	1167	2337	5,2	80	0,2	50	3368	0	0	

.....  
Locatie 1

De bouwvoor (0-30 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en ijzerrijk (Ca-t: 38-59 mmol/l, Ca-z: 14554-18414 µmol/l, Fe-t: 247-424 mmol/l). De bouwvoor is sterk verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 2282-3298 µmol/l, P-t: 26,0-28,1 mmol/l) en zeer rijk aan nitraat (>1000 µmol/l). Onder de bouwvoor is een verstoorde zeer ijzerrijke leembodem gevonden. Na afgraving van de bouwvoor van 30 cm is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van een blauwgrasland (Olsen-P: 346 µmol/l; P-t: 9,0 mmol/l; Ca-z: 22712 µmol/l). Dit is alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.

*Advies: 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland. Let op: alleen mogelijk onder juiste hydrologische condities.*

Locatie 2

Onder de zandige (opgebrachte) toplaag is een omgewerkte oude bouwvoor gevonden. Deze leemlaag (30-50 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en ijzerrijk (Ca-t: 41 mmol/l, Ca-z: 15092 µmol/l, Fe-t: 703 mmol/l). De leemlaag is fosfaatarm (Olsen-P: 465-607 µmol/l, P-t: 14,4-22,0 mmol/l). Na afgraving van 30 cm is de bodem dus voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van een blauwgrasland. Dit is alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.

*Advies: 30 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland. Let op: alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.*

Locatie 3

Onder de zandige (opgebrachte) bouwvoor van 50 cm is een omgewerkte oude bouwvoor gevonden. Deze leemlaag (50-70 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en ijzerrijk (Ca-t: 47 mmol/l, Ca-z: 16653 µmol/l, Fe-t: 445 mmol/l). De leemlaag is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1943 µmol/l, P-t: 23,4 mmol/l). Na afgraving van 70 cm is de bodem pas voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van een blauwgrasland (Olsen-P: 207 µmol/l; P-t: 21,7 mmol/l; Ca-z: 10689 µmol/l). Dit is alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.

*Advies: 70 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland. Let op: alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.*

Locatie 4

De bodem (0-70 cm-mv) op deze locatie is sterk verstoord. De toplaag (0-20 cm-mv) is zwak-matig calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 18 mmol/l, Ca-z: 6766 µmol/l, Fe-t: 88 mmol/l). De toplaag is sterk verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 4619 µmol/l, P-t: 22,0 mmol/l). Na afgraving van 70 cm is de zeer ijzerrijke (735 mmol/l) bodem pas voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van een heischraalgrasland (Olsen-P: 374 µmol/l; P-t: 13,8 mmol/l; Ca-z: 8339 µmol/l).

*Advies: 70 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heischraalgrasland. Let op: alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.*

**Noordelijke perceel (locaties 5-8)**

**Tabel 7.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in het noordelijke perceel in Koolmansdijk. Voor de gebruikte afkortingen zie Tabel 6. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<200	<20	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	201-400	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	401-800	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	801-1200	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>1200	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M5	M12
5	0-20	Zand, matig siltig en humeus, bv	AP	5	10	1,1	4177	27,4	200	28	116	7	19	8	183	7125	161	446	4,9	93	4,3	353	146	151	129
	20-30	Zand, matig siltig en humeus, bv	AP	3	6	1,1	3198	15,2	167	17	48	6	16	4	177	5076	136	144	4,8	87	1,6	168	117	38	30
	30-40	Zand, matig siltig	BC	2	4	1,3	1215	5,1	170	14	38	7	17	2	116	4112	175	68	4,9	85	0,8	49	43	7	0
	40-50	Zand	C	1	3	1,3	149	1,5	145	11	37	6	18	0	38	2970	198	68	5,1	83	0,1	14	42	0	0
6	0-20	Zand, matig siltig en humeus, bv	AP	5	21	1,1	2366	20,0	176	33	227	5	15	6	88	15279	167	2183	4,8	98	4,1	1095	72	95	62
	20-30	Zand, matig siltig, omg	AB	4	9	1,1	1039	12,7	215	35	805	8	26	4	51	14393	140	3219	4,7	97	0,5	337	57	21	0
	30-40	Zand, matig siltig	C	2	4	1,0	147	5,0	94	16	509	7	17	1	32	9016	123	2348	4,8	95	0,3	58	37	0	0
	40-50	Zand, matig siltig	C	2	8	1,2	137	6,9	104	17	663	10	20	1	14	6941	167	2014	5,0	97	0,2	4	54	0	0
7	0-20	Zand, sterk siltig en humeus, bv	AP	3	10	1,0																			
	20-30	Zand, sterk siltig en humeus, bv	AP	3	7	1,0																			
	30-40	Zand, sterk siltig	C	2	5	1,2	498	16,3	120	25	495	10	24	1	26	8615	159	1808	5,0	96	0,2	20	39	0	0
	40-50	Zand, sterk siltig	C	1	4	1,1																			
8	0-20	Zand, matig siltig en humeus, bv	AP	4	10	1,2																			
	20-30	Zand, matig siltig en humeus, bv	AP	4	9	1,1																			
	30-40	Zand, matig siltig	BC	2	6	1,0	671	12,7	115	18	571	9	18	1	60	7368	135	1735	4,5	90	0,9	113	51	10	0
	40-50	Zand	C	1	6	1,1	161	4,9	109	20	234	11	21	0	22	7190	342	2177	4,7	94	0,0	15	27	0	0

**Locatie 5-8**

De bouwvoor op de locaties in het noordelijke perceel (0 tot 20-30 cm-mv) is zwak-matig tot matig-sterk calciumhoudend en zwak-matig tot matig ijzerhoudend (Ca-t: 17-35 mmol/l, Ca-z: 5076-15279 µmol/l, Fe-t: 48-227 mmol/l). De bouwvoor is (sterk) verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 3198-4177 µmol/l, P-t: 15,2-27,4 mmol/l). Op alle locaties is na afgraving van 30 cm (en een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 7-10 jaar op locaties 5 en 8), de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van een heischraalgrasland (Olsen-P: 147-1215 µmol/l; P-t: 5,0-16,3 mmol/l; Ca-z: 4112-9016 µmol/l). Indien op locatie 5 gekozen wordt voor het afgraven van 40 cm, is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van een heide (Olsen-P: 149 µmol/l; P-t: 1,5 mmol/l; Ca-z: 2970 µmol/l).

**Advies:** 30 cm afgraven (en een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 7-10 jaar op locaties 5 en 8) t.b.v. de ontwikkeling van heischraalgrasland (locaties 5-8). Let op: alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.

**Alternatief:** 40 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van heide (locatie 5).

## 5. SYNTHESE

### AANLEIDING EN OPZET ONDERZOEK

- Onderzoekcentrum B-WARE is door Staatsbosbeheer gevraagd om een bodemchemisch onderzoek uit te voeren om natuurpotenties en geschikte inrichtingsmaatregelen in kaart te brengen voor twee percelen Koolmansdijk (Figuur 1). Het onderzoek dient de bodemkwaliteit, natuurpotenties en geschikte maatregelen in kaart te brengen in het onderzoeksgebied. Op basis hiervan kan worden ingeschat waar in het gebied nat schraalland kan worden ontwikkeld. Het opstellen van een beheerplan maakt geen onderdeel uit van het onderzoek.
- Het onderzoek is primair gericht op de bodemchemie. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kan de opdrachtgever gericht keuzes maken bij de gebiedsontwikkeling. Op 8 locaties werden profielbeschrijvingen uitgevoerd en bodemmonsters verzameld voor analyse. Daarnaast werden referentiemonsters verzameld in de regio.

### REFERENTIEMETINGEN OMGEVING KOOLMANSDIJK

- Rondom onderzoeksgebied Koolmansdijk werden door [REDACTED] van Staatsbosbeheer bodemmonsters verzameld van natte schraallanden (zie Tabel 2 en Figuur 4). De bemonsterde locaties zijn verdeeld over de vegetatiegradiënt vanaf hoger gelegen, zuurdere of verzuurde delen, via de flanken met goed ontwikkeld blauwgrasland naar het laagste deel dat langdurig inundeert en uit een grote zeggenvegetatie bestaat. Uit de referentiemetingen blijkt dat er overwegend sprake is van voedselarme condities (Tabel 5). De totaal-P concentratie varieert van 2,9-6,2 mmol/l en de Olsen-P concentratie van 113-271  $\mu\text{mol/l}$ . Daarnaast zijn de bodems matig tot matig-sterk calciumhoudend (Ca-t: 31-87 mmol/l; Ca-z: 9040-21440  $\mu\text{mol/l}$ ; basenverzadiging 92-100% en pH-z: 4,8-7,8). De bodems zijn dus goed gebufferd. En zijn geen zuurdere condities aangetroffen, mogelijk is lokaal sprake van verdroging. Referentielocatie 4 is ijzerrijk (Fe-t: 359 mmol/l). Verder zijn de nitraat- en P-z concentraties laag (NO<sub>3</sub>-z: 6-52  $\mu\text{mol/l}$ ; P-z: 0,5-2,5  $\mu\text{mol/l}$ ). De referentiemonsters bevestigen het beeld van de beheerder en geven een duidelijk inzicht in het ecohydrologisch functioneren van de gradiënt. De hoogste basenrijkdom ligt duidelijk op de flanken precies op de rand van de inundatiezone. Hoger op de gradiënt is de basenrijkdom lager (stijghoogte onvoldoende hoog). Lager in de gradiënt is er sprake van inundatie van een mix van regenwater en grondwater en treden lagere fluxen op.

### P-GELIMITEERDE NATUURONTWIKKELING (VOORMALIGE) LANDBOUWPERCELEN

- De bodem in het onderzoeksgebied Koolmansdijk bestaat uit siltig en humeus zand (Tabel 6). In het zuidelijke perceel is lokaal ijzerrijk leem in de ondergrond gevonden (locaties 1-3). Daarnaast is de bodem op de meeste locaties omgewerkt of opgebracht (A/AC horizont). Vooral de bodem op locatie 4 is sterk verstoord. De dikte van de bouwvoor in het zuidelijke perceel varieert van circa 20-50 cm. De C horizont ligt op de meeste locaties diep (>40 cm). De bodem in het noordelijke perceel bestaat uit siltig, humeus zand (Tabel 6). De dikte van de bouwvoor varieert hier van circa 20-30 cm, maar is overwegend 30 cm. Onder de bouwvoor is veelal een BC-horizont te vinden. De BC horizont is op alle locaties arm aan organische stof. Enkel op locatie 6 is een verstoorde laag onder de bouwvoor gevonden (AB horizont). De C horizont ligt op de meeste locaties rond 30-40 cm. Zie Figuur

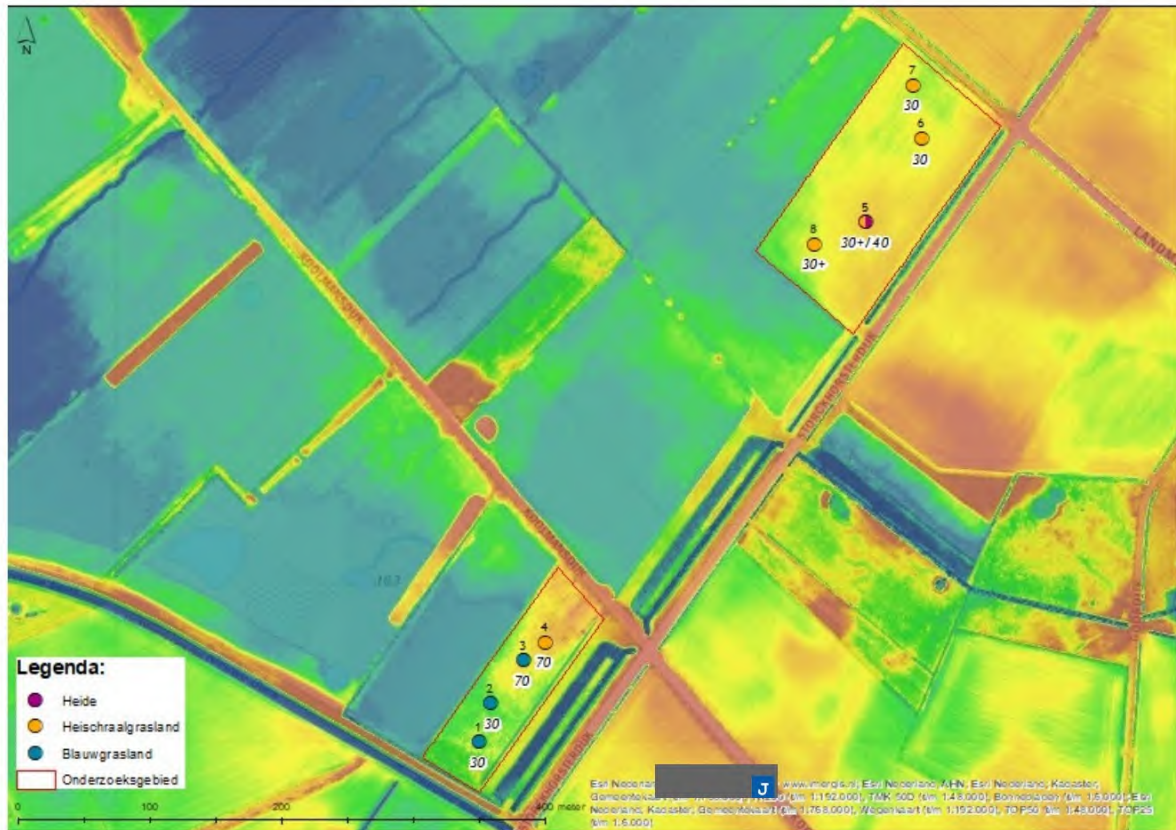
16 voor een impressie van de boorprofielen en locaties. Zie Bijlage 1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie.

- In het zuidelijke perceel ligt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) tussen 90->150 cm-mv. In het noordelijke perceel varieert de GHG van 100-120 cm-mv. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is op alle locaties 150> cm-mv. Zie Tabel 1 voor een overzicht per locatie. Momenteel is het gebied voornamelijk droog en daarmee, onder P-arme condities, geschikt voor de ontwikkeling van heide of (droog) heischraalgrasland. Echter, door de zeer droge condities ten tijde van de bemonstering is de GHG mogelijk te laag ingeschat. De opdrachtgever heeft gemeld dat, op basis van de hydrologische condities in de omgeving, ingezet kan worden op de ontwikkeling van grondwaterafhankelijke natuurtypen. Mogelijk worden in het gebied vernattingsmaatregelen uitgevoerd door middel van maximale demping of verondieping van bestaande sloten, waar vooral het zuidelijke perceel van kan profiteren. Wanneer het grondwater in het maaiveld of de wortelzone komt liggen er mogelijkheden voor nat schraalland (vochtig heischraal grasland of blauwgrasland) onder de juiste hydrologische en voedselarme condities. Het hydrologische aspect maakt echter geen onderdeel uit van het onderzoek. De focus van het onderzoek ligt op het in kaart brengen van de voedselrijkdom van de toplaag, de diepte van het fosfaatfront en de natuurpotenties.
- Voor de ontwikkeling van de beoogde natuurbeheertypen kunnen de volgende streefconcentraties worden gehanteerd (GRIP database Onderzoekcentrum B-WARE):
  - Heide: 100-500 µmol/l bodem (totaal-P veelal <2,5 mmol/l), soortenrijk bij Ca-z ±1500-4000 µmol/l, pH-z >3,5, Al/Ca <2, NH<sub>4</sub>-z <200 µmol/l);
  - Droog schraalland: (<)200-500 µmol/l bodem (Ca-z ±4000-8000 µmol/l, pH-z >3,5, Al/Ca <1-2 en basenverzadiging >30%);
  - Heischraalgrasland: 100-400 µmol/l bodem (Ca-z 4.000-10.000 µmol/l);
  - Blauwgrasland: 200-500 µmol/l bodem (Ca-z 10.000-30.000 µmol/l);
  - Kruiden- en faunarijk grasland: <1200 µmol/l bodem of (met name onder droge condities) >1200 µmol/l bodem mits P-z < 2 µmol/l en/of nitraat <50-100 µmol/l.
- Uit de bodemchemische analyses blijkt dat de toplaag van de bodems verrijkt zijn met fosfaat. Wanneer de voedselrijke toplaag wordt afgegraven kunnen meteen de juiste bodemchemische condities worden gecreëerd voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuurtypen. Onder de juiste hydrologische condities is de ontwikkeling van nat schraalland mogelijk. In Figuur 17 zijn de beoogde natuurdoelen en benodigde ontgrondingsdieptes inzichtelijk gemaakt.

#### Zuidelijke perceel (locaties 1-4):

- Locaties 1 en 2: de bodem op deze locaties is sterk verstoord. Geadviseerd wordt om 30 cm af te graven t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland. Let op: alleen mogelijk onder de juiste hydrologische condities.
- Locaties 3 en 4: de bodem op deze locaties is opgebracht en sterk verstoord. Geadviseerd wordt om 70 cm af te graven t.b.v. de ontwikkeling van blauwgrasland (locatie 3) en heischraalgrasland (locatie 4). Let op: de ontwikkeling van blauwgrasland is enkel mogelijk onder de juiste hydrologische condities. Noordelijk perceel (locaties 5-8):
- Op alle locaties wordt geadviseerd 30 cm af te graven (en een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 7-10 jaar op locaties 5 en 8) t.b.v. de ontwikkeling van heischraalgrasland. Op locatie 5 kan ook gekozen worden voor het afgraven

van 40 cm t.b.v. de ontwikkeling van heide. Let op: de ontwikkeling van vochtig heischraalgrasland is enkel mogelijk onder de juiste hydrologische condities. Een eventuele ontgroning dient te worden getoetst op de inpassing in het ecohydrologische systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek.



Figuur 17. Overzicht van de ontgrondingsdieptes (in cm) die nodig zijn om P-arme condities te realiseren waarbij waarbij + = <10 jaar aanvullend verschravingsbeheer vereist. De kleuren geven een beeld van de natuurpotenties. De natuurpotenties zijn gebaseerd op de Ca-z concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ) op <4000 = heide, 4000-10000 = heischraal grasland, 10000-(>)20000 = blauwgrasland. Het natuurdoeltype (droog/nat) is afhankelijk van de hydrologische situatie.

- Na een eventuele ontgroning wordt geadviseerd om maaisel/plagsel uit een referentieterrein op te brengen om de ontwikkeling van de doelvegetatie te stimuleren en de ontwikkeling van algemene (ruigte)soorten te onderdrukken. Dit is een essentiële aanvullende maatregel na het optimaliseren van de abiotische condities;
- Voor een succesvolle ontwikkeling zijn niet alleen de bodemchemische omstandigheden leidend. De hydrologie dient eveneens te worden geoptimaliseerd, ook wanneer vernattingsmaatregelen worden genomen. Er dient voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld te zijn in combinatie met voldoende doorstroming en in de zomer dient de toplaag droog te vallen (Tabel 8) om P-binding te stimuleren en verzuuring te voorkomen. In verband met het veranderende klimaat (extremere weersomstandigheden) wordt geadviseerd de hydrologische omstandigheden (bij vernatting) regelbaar te maken.

**Tabel 8.** Gemiddelde hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand, pH-H<sub>2</sub>O en fosfaatconcentraties in de bodem van enkele natte (grondwaterafhankelijke) natuurbeheertypen (optimumranges). Droge natuurbeheertypen, zoals droge heide en droog heischraal grasland, zijn niet afhankelijk van grondwaterinvloed. Bronnen: Ertsen e.a. (2005); Onderzoekcentrum B-WARE, niet gepubliceerde data; De Becker (2004). Onder zeer ijzerrijke omstandigheden kunnen bij een optimale ontwikkeling ook hogere fosforconcentraties voorkomen (aangegeven tussen haakjes).

Natuurbeheertype	Specificatie	GHG (cm)	GLG (cm)	pH-H <sub>2</sub> O	Olsen-P (umol/l FW)	totaal-P (mmol/l FW)
Hoogveen		10 + mv	5 -mv	3.5-5	100-300	0.5-2.5
Vochtige heide		10+ tot 20- mv	20- tot 50- mv	3.5-5	100-500	0.5-2.5
Schraalgrasland	Nat heischraal grasland	0 tot 40- mv	40- tot 120 - mv	4.5-6	150-400	1-3
	Kleine zeggenmoeras (Verbond van Zwarte zegge)	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	4.5-6.5	100-500	1-6
	Blauwgrasland	0 tot 25- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	200-500	2-10 (tot 20)
Vochtig hooiland	Dotterbloemhooiland / Veldrusschraalland	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
	Moeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 50- mv	5-7	300-800 (tot 1200)	8-20 (tot 50)
	Rietmoeras	20+ tot 0 mv	10+ tot 40- mv	>5	-	-
Hoog- en laagveenbos	Berkenbroekbos	10+ tot 0 mv	40- tot 80- mv	<5	200-600	1-5
	Elzenbroekbos	20+ tot 20- mv	40- tot 80- mv	5-6.5	300-800 (tot 1200)	5-20 (tot 50)

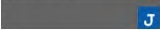
## 6. LITERATUUR

- Becker, P. de (2004) Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende *Alno/Padion* en *Alnion incanae/gemeenschappen*. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Bobbink, R., L. Bik & J. H. Willems (1988). Effects of nitrogen fertilization on vegetation structure and dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in chalk grassland. *Acta Botanica Neerlandica* 37 (2): 231-242.
- Dorland, E., K. Eichhorn, T. Van den Broek & M. Courbois (2020) Herstel kruidenrijke graslanden op zandgrond door tijdelijk akkerbeheer. *De Levende Natuur* 121: 86-91.
- Eichhorn, K., E. Brouwer, E. Dorland, R. Ketelaar & T. van den broek (2020) Kruidenrijke natuurgraslanden ontwikkelen op fosfaatrijke grond. Wat is er mogelijk? *De Levende Natuur* 121: 92-95.
- Ertsen, D., P. de Louw & J. Buma (2005) OGOR Natuur in Noord-Brabant. Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.
- De Graaf, M.C.C., R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs (2009). Biodiversity, vegetation gradients and key geochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.
- Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* 140: 318-328.
- Lamers L.P.M., H.B.M. Tomassen & J.G.M. Roelofs (1998) Sulfate induced eutrophication and phytotoxicity in freshwater wetlands. *Environmental Science & Technology* 32: 199-205.
- Mullekom, M. van & F. Smolders (2012) Bodemchemisch onderzoek Gooiermars. Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. Rapport 2012.34, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture circular No. 939*.
- Scherpenisse, M.C., E. Verbaarschot, B. Timmermans, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek (2017) Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. *Natuurbalans - Limens Divergens BV, Nijmegen*.
- Schippers, W. (2012) Ontwikkelen van kruidenrijk grasland. *Samenwerkende Uitgevers Vof*.
- Van der Zee, F., Bobbink, R. Loeb, M. Wallis De Vries, G. Oostermeijer, S. Luijten & M. De Graaf (2017). Actieplan herstel heischrale graslanden. Hoe behouden we heischrale graslanden in Nederland? Wageningen Environmental Research, Wageningen 2017.
- Van der Zee, F.F., R. Bobbink & J.G.B. Oostermeijer (2020). Meer soorten op de hei: red het heischraal grasland. OBN Deskundigenteam Droog Zandlandschap. KNNV Publishing Zeist
- Weijters, M., L. Smits en Bobbink, R. (2020). Ontwikkeling en behoud van Heischrale graslanden (H6230) in Drenthe en Friesland. Onderzoekcentrum B-WARE B.V., Nijmegen. RP-20.055.20.88

Weijters, M., E. Verbaarschot, R. Loeb en Bobbink, R. (2018). Naar een duurzaam bodemherstel van de Natura-2000 gebieden in beheer van Landschap Overijssel, mineralogisch en bodemchemisch onderzoek en advies. Onderzoekcentrum B-WARE B.V., Nijmegen. RP-17.107.18.61

## 7. BIJLAGEN

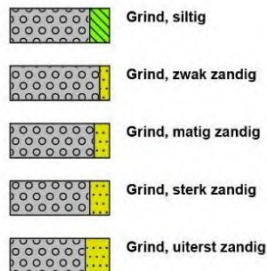
### 7.1 Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem

Profielbeschrijvingen conform NEN5104 van de boorlocaties in het gebied. Profielbeschrijvingen zijn opgesteld door ATKB 

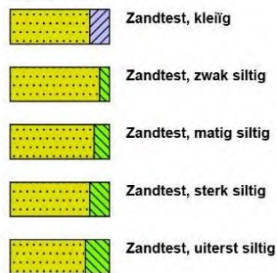
Legenda:

#### Legenda (conform NEN 5104)

##### grind



##### zandtest



##### veen



##### klei



##### leem



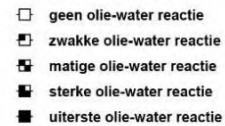
##### overige toevoegingen



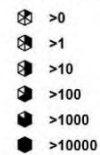
##### geur



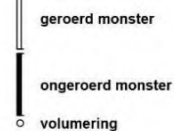
##### olie



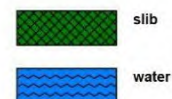
##### p.i.d.-waarde



##### monsters



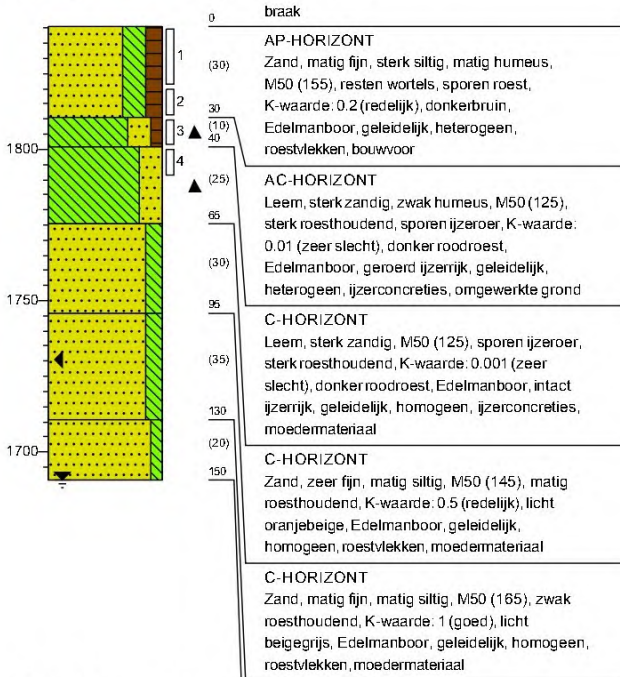
##### overig



**Boring: 1**

X: 235275.36  
 Y: 447999.27  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester: [Redacted]  
 N.A.P.: 18.406  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, float integers  
 GWS: 150  
 GHG: 110

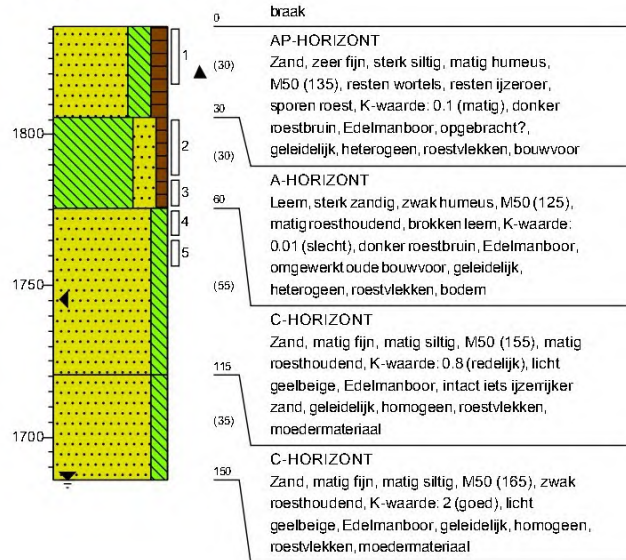
Opmerking: randbossage, veel brandnetel



**Boring: 2**

X: 235283.25  
 Y: 448028.48  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester: [Redacted]  
 N.A.P.: 18.397  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 150  
 GHG: 90

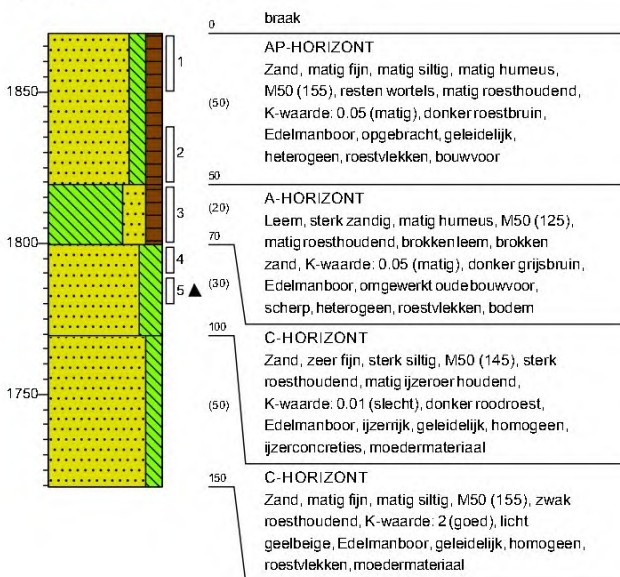
Opmerking: Braak



**Boring: 3**

X: 235308.83  
 Y: 448061.48  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester: [Redacted]  
 N.A.P.: 18.893  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers

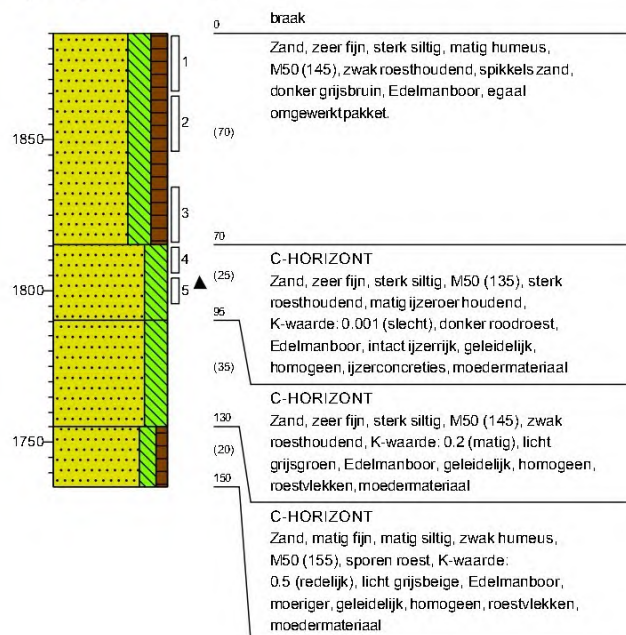
Opmerking: Braak



**Boring: 4**

X: 235324.87  
 Y: 448074.99  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester: [Redacted]  
 N.A.P.: 18.852  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers

Opmerking: Analyse

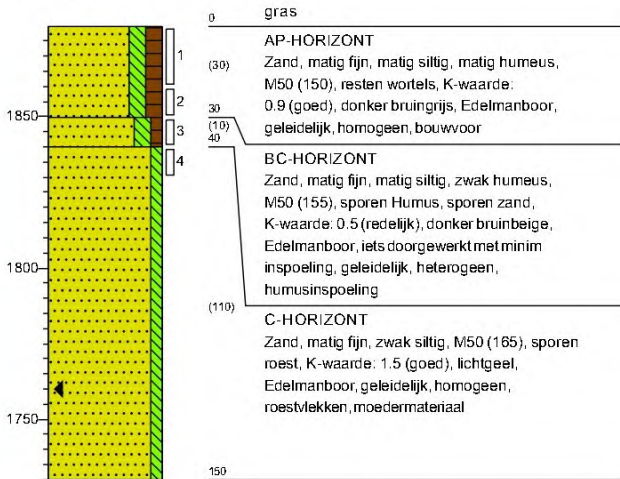


**Boring: 5**

X: 235569.19  
 Y: 448394.11  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: 18.799  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers

GHG: 120

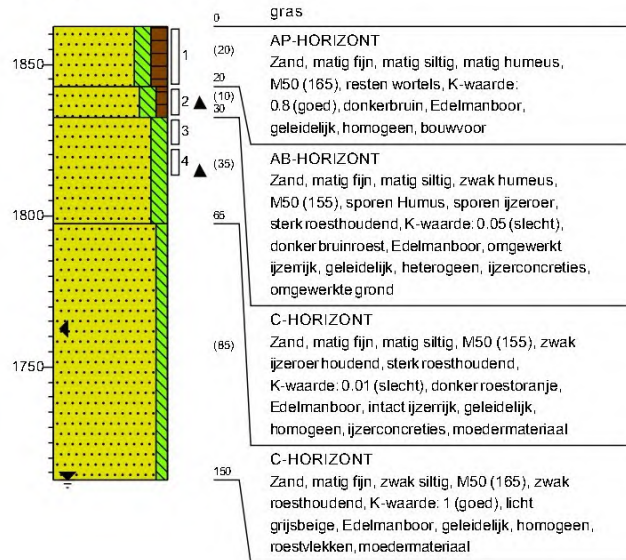
Opmerking: Analyse



**Boring: 6**

X: 235610.89  
 Y: 448457.92  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: 18.820  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 150  
 GHG: 100

Opmerking: Analyse

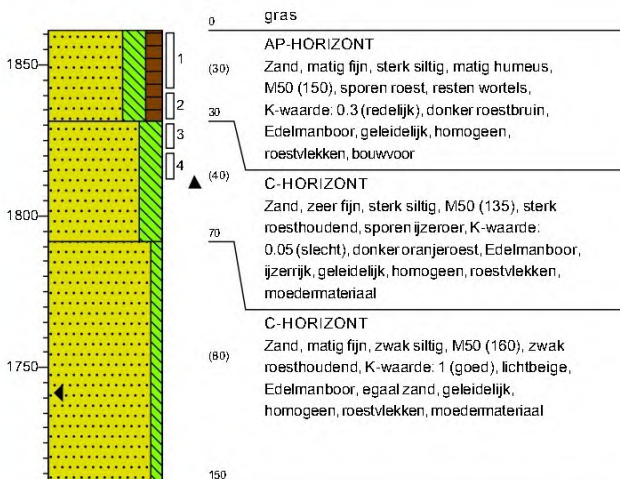


**Boring: 7**

X: 235604.84  
 Y: 448498.45  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: 18.815  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers

GHG: 120

Opmerking: Boring

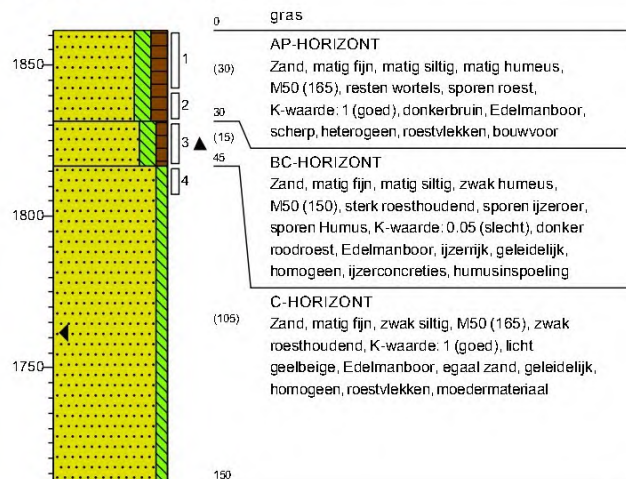


**Boring: 8**

X: 235529.80  
 Y: 448377.75  
 Datum: 20-9-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: 18.616  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers

GHG: 100

Opmerking: Boring

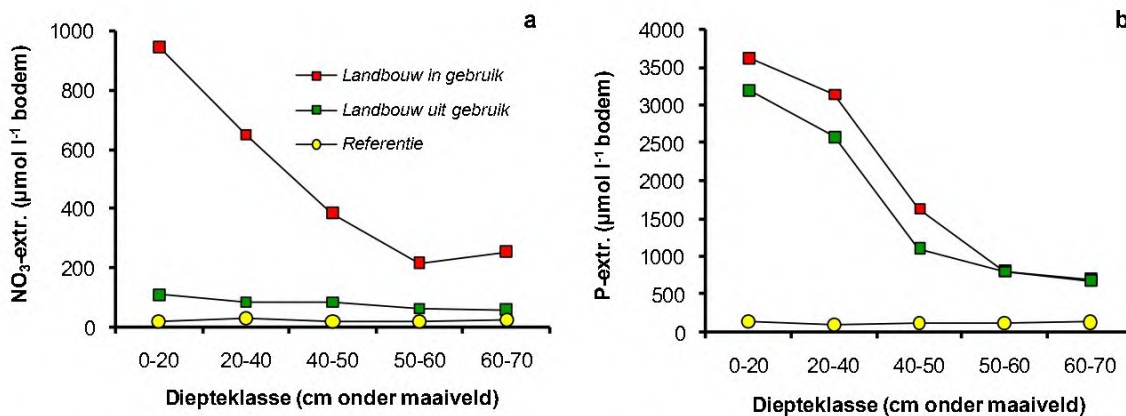


## 7.2 Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden

## 7.2.1 Natuurontwikkeling: belang van fosfaat

De kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten als fosfor (P) en stikstof (N). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de hoge stikstofdepositie in Nederland en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Het is daarom van belang om te sturen op fosforlimitatie.

Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 18; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006). Fosfor daarentegen wordt sterk in de bodem gebonden en de fosforbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik niet sterk af (Figuur 18; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Het is daarom van belang om met maatregelen de beschikbaarheid van fosfor in de bodem te reduceren.

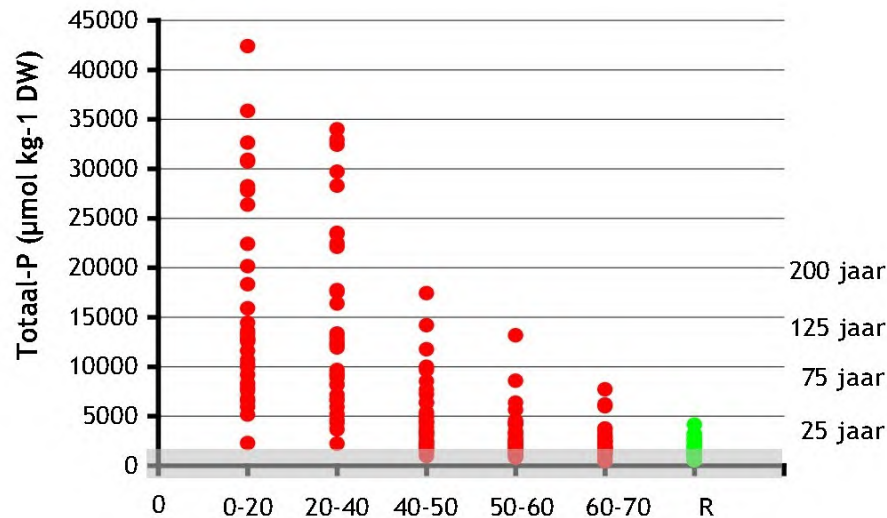


**Figuur 18.** Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers e.a. (2009).

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 18; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende dieptes de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor

geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen.



**Figuur 19.** Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500 µmol totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

### 7.2.2 Verschrallingsmaatregelen bij natuurontwikkeling

Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

#### Extensieve begrazing

Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

#### Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 19, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

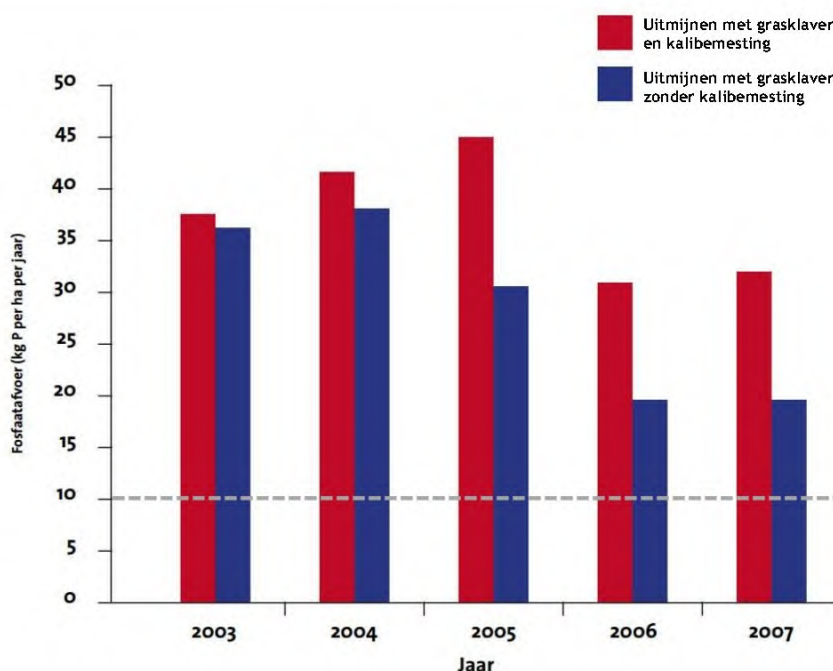
De verschrallingsduur voor maaien en afvoeren is in deze rapportage berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van

.....

een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ( $(0,5/10) \times 100$ ). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ( $(0,5/5) \times 100$ ). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 2,5 mmol/l. Voor uitmijnen kan de verschrallingsduur op dezelfde wijze berekend worden, maar dan wordt uitgegaan van een P-afvoer van 40 kg hectare per jaar. Wanneer aanvullend verschrallingsbeheer vereist is betekent dit dat er onvoldoende voedselarme condities zijn gecreëerd bij de inrichting. Hierdoor is er een kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling onder vochtige tot natte omstandigheden. De verschrallingsduur via maaien en afvoeren is 4 keer zo lang als de duur via uitmijnen. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

### Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschralling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschrallingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



**Figuur 20.** Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide ( $P_2O_5$ ) per ha per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

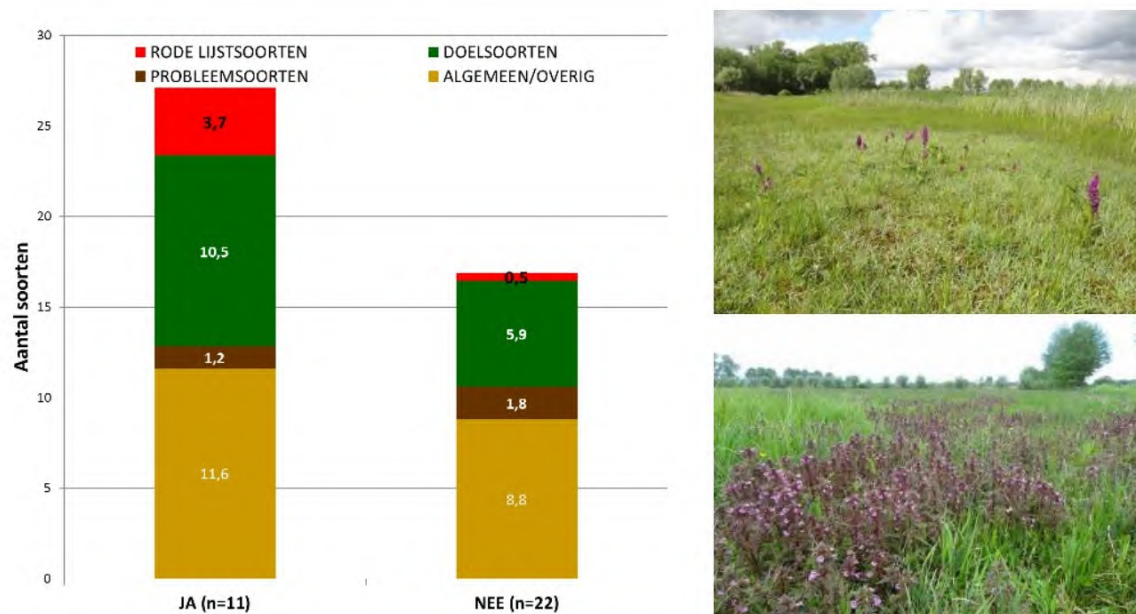
### Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgroning kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig, zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgroning van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

### 7.2.3 Aanvullend advies

#### Herintroductie

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschrallingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschraling van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Door de hoge nitraatconcentraties in deze bodems zijn de meeste zaden reeds gekiemd omdat nitraat werkt als kiemhormoon. De nog resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door zeer algemene soorten met een hoge zaadproductie, zoals Pitrus. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom e.a., 2009; 2013).



**Figuur 21.** Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder ander Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, Heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's:

Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink e.a., 2016). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska e.a., 2007). Het herintroduceren van doelsoorten (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de

zode nog niet gesloten is) uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (Figuur 21).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel waarbij idealiter 1 m<sup>2</sup> vers verzameld maaisel over 1(-2) m<sup>2</sup> bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal (indicatie dichtheid: 1 m<sup>2</sup> verspreiden over 15-25 m<sup>2</sup>) uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd.

Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.

Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hiervan profiteren.

#### Literatuur

- Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.
- Chardon, W.J. (2008) Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683. 25 blz; 43 ref.
- Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H<sub>2</sub>O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitrussing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110 (1): 43-46.
- Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.
- Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.
- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 1: 12-15.
- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* 45: 701-708.

Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 7

Uw klantnummer: 8957924

 Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

 Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

 Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

 T monsternamen: [redacted] [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

<b>Onderzoek</b>	Onderzoek-/ordernr: 756663/005988315	Datum monsternamen: 07-03-2023	Datum verslag: 15-03-2023
	4500026354 [redacted]		

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	4600	3700 - 5550	[Bar chart: 4600 is between 3700 and 5550]			
	C/N-ratio		13	13 - 17	[Bar chart: 13 is at the start of 13-17]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	185	95 - 145	[Bar chart: 185 is above 145]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	5	20 - 30	[Bar chart: 5 is below 20]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	845	810 - 1505	[Bar chart: 845 is between 810 and 1505]			
	C/S-ratio		71	50 - 75	[Bar chart: 71 is between 50 and 75]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	15	20 - 30	[Bar chart: 15 is below 20]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	4,9	2,2 - 3,6	[Bar chart: 4,9 is above 3,6]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	135	185 - 235	[Bar chart: 135 is below 185]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	85	85 - 130	[Bar chart: 85 is at the start of 85-130]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	145	130 - 220	[Bar chart: 145 is between 130 and 220]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	30	85 - 205	[Bar chart: 30 is below 85]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1505	1770 - 2255	[Bar chart: 1505 is below 1770]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	200	85 - 130	[Bar chart: 200 is above 130]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	320	200 - 335	[Bar chart: 320 is between 200 and 335]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	11	18 - 36	[Bar chart: 11 is below 18]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	30	26 - 44	[Bar chart: 30 is between 26 and 44]			
	Zuurgraad (pH)		4,9	5,0 - 5,6	[Bar chart: 4,9 is below 5,0]			
	C-organisch	%	5,0		[Bar chart: 5,0 is below 5,0]			
	Organische stof	%	9,6		[Bar chart: 9,6 is below 9,6]			
C/OS-ratio		0,52	0,45 - 0,55	[Bar chart: 0,52 is between 0,45 and 0,55]				
Koolzure kalk	%	0,5	2,0 - 3,0	[Bar chart: 0,5 is below 2,0]				
Klei (<2 µm)	%	1		[Bar chart: 1 is below 1]				
Silt (2-50 µm)	%	4		[Bar chart: 4 is below 4]				
Zand (>50 µm)	%	85		[Bar chart: 85 is below 85]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	97	> 63	[Bar chart: 97 is above 63]				
CEC-bezetting	%	91	> 95	[Bar chart: 91 is below 95]				
Ca-bezetting	%	64	80 - 90	[Bar chart: 64 is below 80]				
Mg-bezetting	%	23	6,0 - 10	[Bar chart: 23 is above 10]				
K-bezetting	%	3,2	2,0 - 4,0	[Bar chart: 3,2 is between 2,0 and 4,0]				
Na-bezetting	%	1,1	1,0 - 1,5	[Bar chart: 1,1 is between 1,0 and 1,5]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below < 1,0]				
Al-bezetting	%	0,2	< 1,0	[Bar chart: 0,2 is below < 1,0]				
	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Streeftraject</b>	<b>laag</b>	<b>vrij laag</b>	<b>goed</b>	<b>zeer goed</b>	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 10,0 is above 8,0]				
Verslumping	rapporcijfer	8,9	6,0 - 8,0	[Bar chart: 8,9 is above 8,0]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	2,6	6,0 - 8,0	[Bar chart: 2,6 is below 6,0]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject						
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	22							
	Microbiële biomassa	mg C/kg	1128	480 - 1440	█				
	Microbiële activiteit	mg N/kg	147	76 - 128	█				
	Schimmel/bacterie-ratio		0,8	0,6 - 0,9	█				

**Bemestingsadviezen**

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

**Wetgeving**

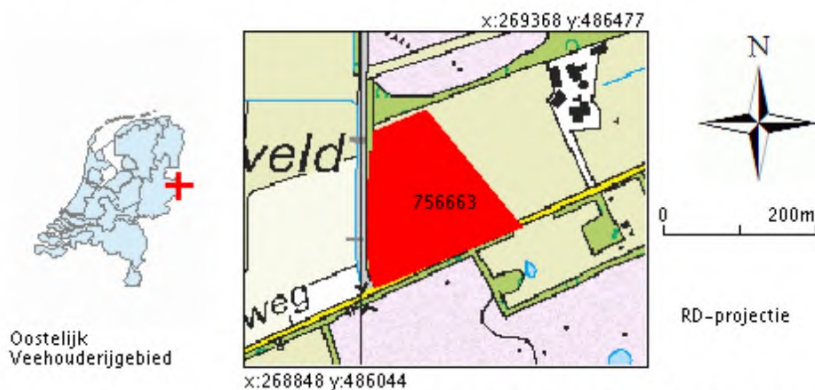
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

**Wetgeving**

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 26 mg  $P_2O_5$ /100 g  
P-plantbeschikbaar (P- $CaCl_2$ ) = 4,1 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouwland>

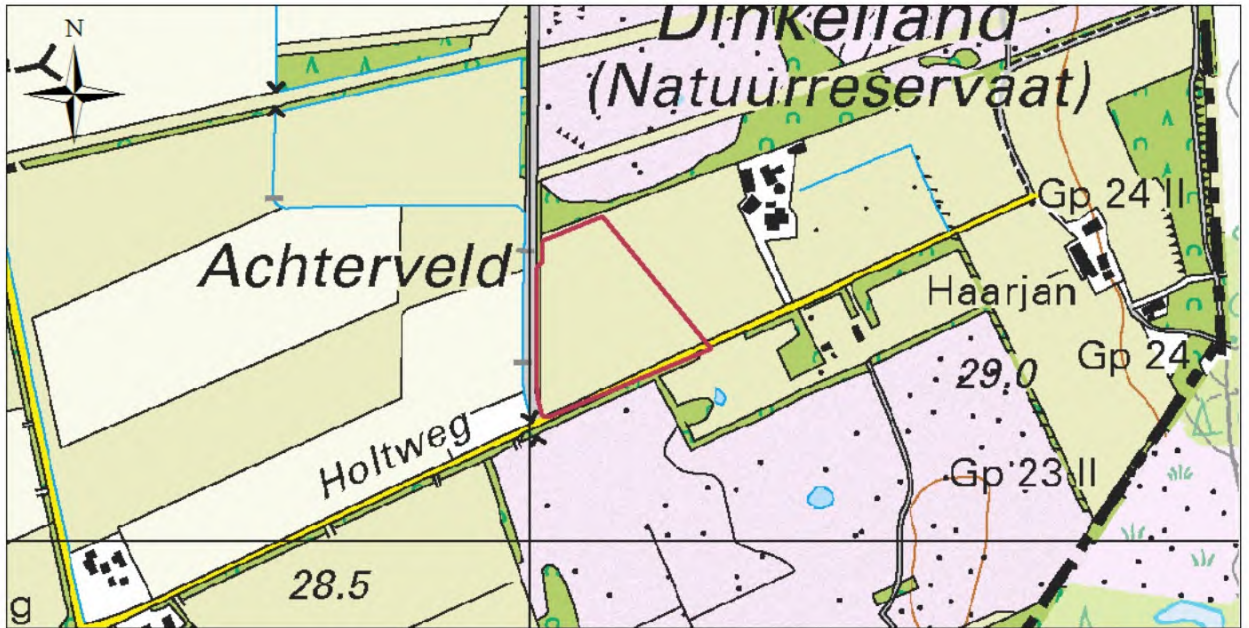


Hoekpunten perceel: 269016 486143, 269020 486144, 269209 486222, 269083 486376, 269015 486348, 269014 486347, 269013 486344, 269012 486322, 269008 486317, 269006 486191, 269009 486164, 269013 486147, 269016 486143

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.



**Legenda**

**Bodemscout**



**Percelen**



Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:11:09

**Advies**

Gewas: Gras

Gift Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	110	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.  De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,3 Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 160 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kali (K <sub>2</sub> O)	0	kg/ha	
Calcium (CaO)	690	kg/ha	
Magnesium (MgO)	0	kg/ha	
Kalk (nw)	640	kg/ha	
Effectieve org.stof	2200	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	50	15	5
		beperkt weiden	60	30	15
		licht maaien	70	45	20
		normaal maaien	80	65	30
	Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		40	20	
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	15	5	0
		beperkt weiden	15	10	0
		licht maaien	15	10	10
		normaal maaien	15	10	10
	Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	60	15	0
		beperkt weiden	60	75	0
		licht maaien	100	60	45
normaal maaien		140	90	65	
Calcium (CaO)		55	55		
Magnesium (MgO)		15	15		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		20	20		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 245 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 42 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 6. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 14. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

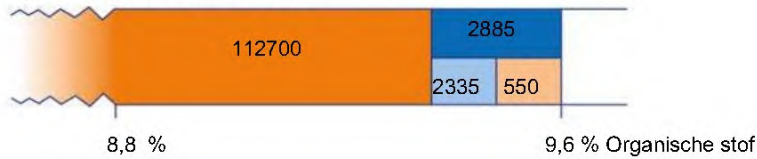
Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** Figuur: Organische stofbalans

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,5

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gras.

■ Nog aan te vullen via bijvoorbeeld dierlijke mest.

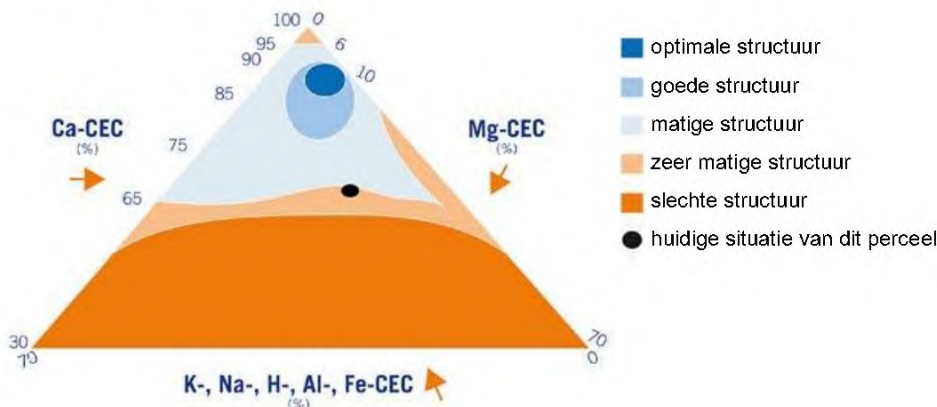
Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1205 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de rulheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

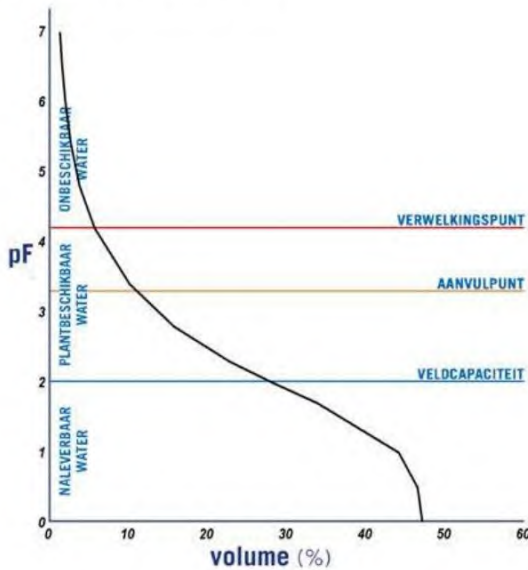
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslappingsrisico van een bodem in te schatten. Bij versleping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op versleping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 22 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	28,3	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	11,0	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	5,9	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 11,0 % vocht zit en geef dan 17 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

Contact & info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro  
 Contactpersoon monsternamen: [Redacted]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat: bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.



Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	3820	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	4,5	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	700	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	4,1	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	26	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	11	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	69	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	3,1	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,3	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	75	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	165	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	22,0	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	9	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	1,1	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	4,9		Em: NIRS
	C-organisch	5,0	%	Em: NIRS
	Organische stof	9,6	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,06	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,5	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	1	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	4	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	85	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	97	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	1128	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	147	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	309	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	411	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1204	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 1

Uw klantnummer: 8957924

 Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

 T monsternamen: [redacted] [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

 Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

 [redacted]  
 Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

<b>Onderzoek</b>	Onderzoek-/ordernr: 756674/005988315	Datum monsternamen: 07-03-2023	Datum verslag: 15-03-2023
	4500026354 [redacted]		

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	2240	1730 - 2600	[bar chart]			
	C/N-ratio		12	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	130	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	4	20 - 30	[bar chart]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	350	380 - 705	[bar chart]			
	C/S-ratio		74	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	6	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	1,3	2,6 - 4,4	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	120	225 - 285	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	45	100 - 160	[bar chart]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	105	105 - 160	[bar chart]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	25	105 - 245	[bar chart]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	935	1155 - 1465	[bar chart]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	90	100 - 160	[bar chart]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	155	105 - 160	[bar chart]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 12	22 - 44	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	13	24 - 44	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		5,5	5,3 - 5,9	[bar chart]			
	C-organisch	%	1,8		[bar chart]			
	Organische stof	%	3,7		[bar chart]			
C/OS-ratio		0,48	0,45 - 0,55	[bar chart]				
Koolzure kalk	%	0,2	2,0 - 3,0	[bar chart]				
Klei (<2 µm)	%	2		[bar chart]				
Silt (2-50 µm)	%	10		[bar chart]				
Zand (>50 µm)	%	84		[bar chart]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	47	> 44	[bar chart]				
CEC-bezetting	%	92	> 95	[bar chart]				
Ca-bezetting	%	68	80 - 90	[bar chart]				
Mg-bezetting	%	19	6,0 - 10	[bar chart]				
K-bezetting	%	3,8	2,0 - 4,0	[bar chart]				
Na-bezetting	%	0,9	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Streeftraject</b>	<b>laag</b>	<b>vrij laag</b>	<b>goed</b>	<b>zeer goed</b>	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	7,7	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,2	6,0 - 8,0	[bar chart]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject						
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	17							
	Microbiële biomassa	mg C/kg	401	185 - 555	████████████████████				
	Microbiële activiteit	mg N/kg	65	31 - 51	██				
	Schimmel/bacterie-ratio		0,8	0,6 - 0,9	████████████████████				

#### Bemestingsadviezen

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

#### Wetgeving

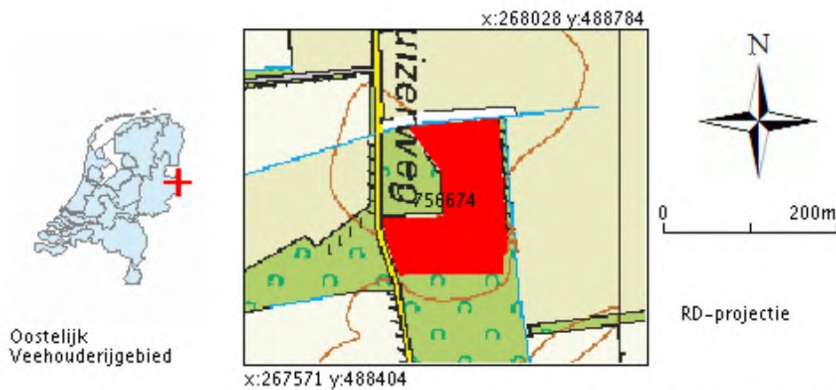
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

#### Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 19 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g  
P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>) = 0,9 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouwland>



Hoekpunten perceel: 267785 488634, 267794 488621, 267797 488570, 267728 488569, 267729 488558, 267731 488549, 267734 488536, 267740 488518, 267746 488503, 267814 488504, 267866 488504, 267865 488525, 267870 488530, 267869 488554, 267860 488683, 267756 488673, 267785 488634

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.



**Legenda**

**Bodemscout**



**Percelen**



Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:08:57

**Advies**

Gewas: Gras

Gift Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	235	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.  De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,6. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 80 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kali (K <sub>2</sub> O)	0	kg/ha	
Calcium (CaO)	325	kg/ha	
Magnesium (MgO)	0	kg/ha	
Kalk (nw)	80	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	60	15	5
		beperkt weiden	75	35	15
		licht maaien	85	55	20
		normaal maaien	95	75	30
	Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		52	26	
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	45	10	0
		beperkt weiden	45	25	0
		licht maaien	45	25	20
		normaal maaien	45	30	25
	Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	95	15	0
		beperkt weiden	95	100	0
		licht maaien	135	75	55
normaal maaien		175	115	85	
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		30	30		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		35	35		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgesteld met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 270 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 21. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 16. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

## Organische stof Figuur: Organische stofbalans



Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 3,0

- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
  - Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.
  - Aanvoer van organische stof via gewas(resten).
  - Netto toename van effectieve organische stof.
- Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1460 kg per ha.

## Figuur: Kwaliteit van de organische stof

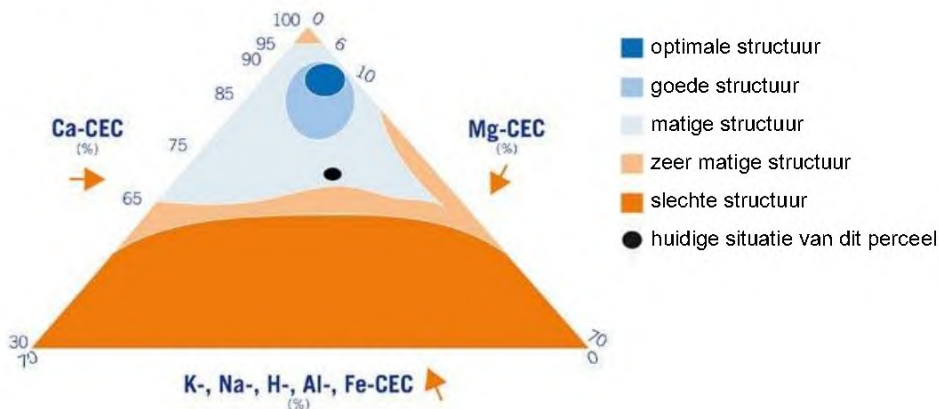


Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

## Fysisch

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

## Figuur: Structuurdriehoek



Fysisch

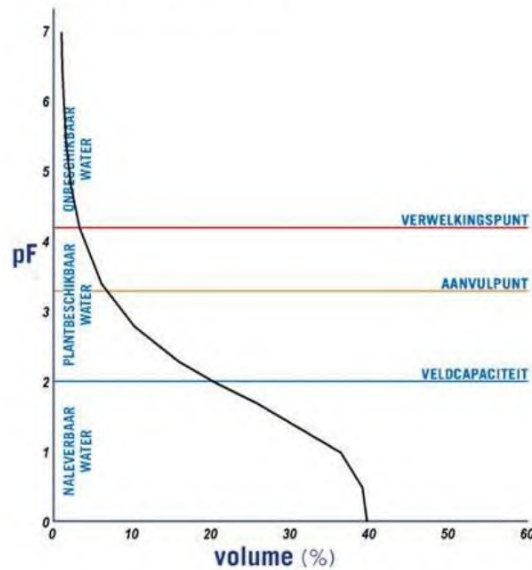
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslappingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslissing wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slomp op. Bij 10-20% klei is het risico op slomp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslissing klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 17 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	20,6	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	6,9	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	3,5	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 6,9 % vocht zit en geef dan 14 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

Contact & info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro, [redacted]  
 Contactpersoon monsternamen: [redacted]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.



Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	1530	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	2,5	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	240	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	0,9	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	19	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	8	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	32	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	1,8	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,2	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	32	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	60	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	8,8	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,4	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	5,5		Em: NIRS
	C-organisch	1,8	%	Em: NIRS
	Organische stof	3,7	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,03	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,2	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	2	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	10	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	84	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	47	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	401	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	65	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	118	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	140	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1462	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 2

Uw klantnummer: 8957924

 Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

 T monsternamen: [redacted] [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

 Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

 Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

<b>Onderzoek</b>	Onderzoek-/ordernr: 756626/005988315	Datum monsternamen: 07-03-2023	Datum verslag: 15-03-2023
	4500026354 [redacted]		

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	2710	2270 - 3400	[bar chart]			
	C/N-ratio		14	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	135	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	< 3	20 - 30	[bar chart]			
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	430	495 - 920	[bar chart]			
	C/S-ratio		86	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	6	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	5,3	2,5 - 4,2	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	350	210 - 275	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	50	95 - 155	[bar chart]			
Fysisch	K-bodemvoorraad	kg K/ha	105	100 - 165	[bar chart]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	45	100 - 235	[bar chart]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1230	1325 - 1690	[bar chart]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	95	95 - 155	[bar chart]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	170	125 - 205	[bar chart]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 12	21 - 42	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	16	22 - 42	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		5,1	5,2 - 5,8	[bar chart]			
	C-organisch	%	2,7		[bar chart]			
	Organische stof	%	5,1		[bar chart]			
	C/OS-ratio		0,52	0,45 - 0,55	[bar chart]			
	Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[bar chart]			
	Klei (<2 µm)	%	1		[bar chart]			
	Silt (2-50 µm)	%	8		[bar chart]			
	Zand (>50 µm)	%	86		[bar chart]			
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	63	> 44	[bar chart]			
	CEC-bezetting	%	90	> 95	[bar chart]			
	Ca-bezetting	%	70	80 - 90	[bar chart]			
Mg-bezetting	%	16	6,0 - 10	[bar chart]				
K-bezetting	%	3,0	2,0 - 4,0	[bar chart]				
Na-bezetting	%	0,8	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	0,2	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Streeftraject</b>	<b>laag</b>	<b>vrij laag</b>	<b>goed</b>	<b>zeer goed</b>	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	8,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	3,4	6,0 - 8,0	[bar chart]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject					
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	19						
	Microbiële biomassa mg C/kg	473	255 - 765	████████████████████				
	Microbiële activiteit mg N/kg	64	39 - 65	████████████████████				
	Schimmel/bacterie-ratio	0,9	0,6 - 0,9	████████████████████				

**Bemestingsadviezen**

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

**Wetgeving**

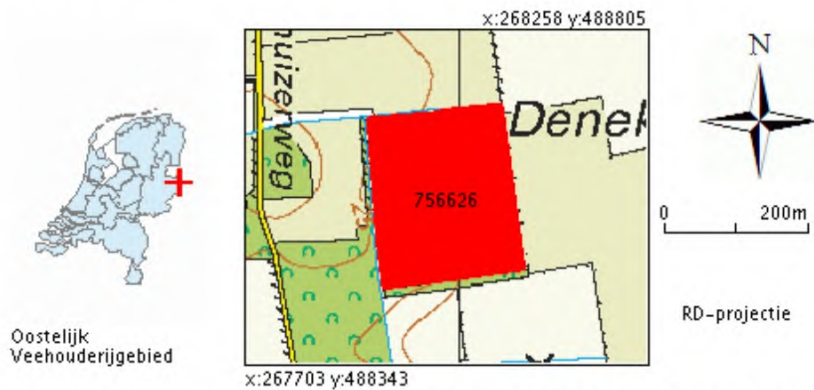
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

**Wetgeving**

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-Al) = 58 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g  
P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>) = 3,8 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-boumland>



Hoekpunten perceel: 268091 488470, 268062 488690, 268059 488705, 268055 488704, 267971 488696, 267972 488694, 267869 488685, 267883 488504, 267891 488443, 268091 488470

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.



**Legenda**

**Bodemscout**



**Percelen**



Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:09:24

**Advies**

Gewas: Gras

Gift Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.
Kali (K <sub>2</sub> O)	0	kg/ha	
Calcium (CaO)	370	kg/ha	
Magnesium (MgO)	0	kg/ha	De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,5. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 100 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kalk (nw)	390	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	70	15	10
		beperkt weiden	85	35	20
		licht maaien	95	55	25
		normaal maaien	105	75	35
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		52	26		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	0	0	0	
	beperkt weiden	0	0	0	
	licht maaien	0	0	0	
	normaal maaien	0	0	0	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	90	15	0	
	beperkt weiden	90	100	0	
	licht maaien	130	75	55	
	normaal maaien	170	115	80	
Calcium (CaO)		55	55		
Magnesium (MgO)		25	25		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		30	30		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 270 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 55 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 15. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 14. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** **Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gewas(resten).

■ Netto toename van effectieve organische stof.

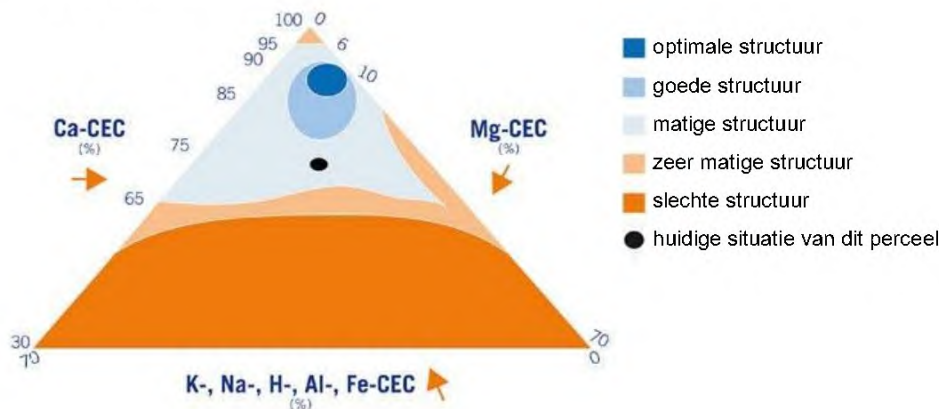
Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1390 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

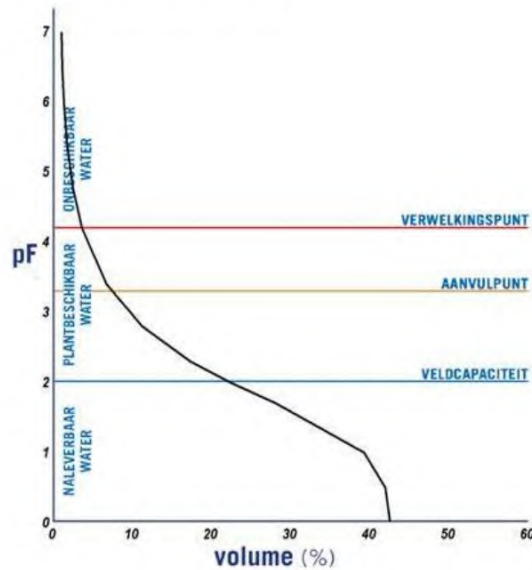
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslompingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslumping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slomp op. Bij 10-20% klei is het risico op slomp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslumping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 19 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	22,5	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	7,5	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	3,8	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 7,5 % vocht zit en geef dan 15 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

Contact & info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro, [redacted]  
 Contactpersoon monsternamen: [redacted]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat: bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.



Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	1950	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	< 2,1	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	310	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	3,8	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	58	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	25	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	37	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	1,9	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,4	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	48	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	68	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	10,2	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,5	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	5,1		Em: NIRS
	C-organisch	2,7	%	Em: NIRS
	Organische stof	5,1	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,05	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,4	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	1	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	8	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	86	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	63	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	473	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	64	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	146	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	169	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1389	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 8

Uw klantnummer: 8957924

 Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

 T monstername: [redacted] [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

 Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

 [redacted] [redacted]  
 Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

<b>Onderzoek</b>	Onderzoek-/ordernr: 756647/005988315	Datum monstername: 07-03-2023	Datum verslag: 15-03-2023
	4500026354 [redacted] [redacted]		

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	4080	2940 - 4410	[bar chart]			
	C/N-ratio		12	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	175	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	< 3	20 - 30	[bar chart]			
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	630	645 - 1195	[bar chart]			
	C/S-ratio		77	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	9	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	9,7	2,3 - 3,9	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	295	200 - 255	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	140	90 - 140	[bar chart]			
K-bodemvoorraad	kg K/ha	155	115 - 195	[bar chart]				
Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	95 - 220	[bar chart]				
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1370	1495 - 1900	[bar chart]				
Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	220	90 - 140	[bar chart]				
Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	240	175 - 290	[bar chart]				
Fysisch	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	10	19 - 39	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	24	24 - 40	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		5,3	5,2 - 5,8	[bar chart]			
	C-organisch	%	3,8		[bar chart]			
	Organische stof	%	7,1		[bar chart]			
	C/OS-ratio		0,53	0,45 - 0,55	[bar chart]			
	Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[bar chart]			
	Klei (<2 µm)	%	1		[bar chart]			
	Silt (2-50 µm)	%	11		[bar chart]			
	Zand (>50 µm)	%	81		[bar chart]			
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	76	> 53	[bar chart]			
	CEC-bezetting	%	94	> 95	[bar chart]			
	Ca-bezetting	%	69	80 - 90	[bar chart]			
	Mg-bezetting	%	20	6,0 - 10	[bar chart]			
	K-bezetting	%	4,1	2,0 - 4,0	[bar chart]			
Na-bezetting	%	1,1	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Streeftraject</b>	<b>laag</b>	<b>vrij laag</b>	<b>goed</b>	<b>zeer goed</b>	
Verkruijmbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	8,4	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,2	6,0 - 8,0	[bar chart]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject						
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	22							
	Microbiële biomassa	mg C/kg	969	355 - 1065	████████████████████				
	Microbiële activiteit	mg N/kg	100	63 - 105	████████████████████				
	Schimmel/bacterie-ratio		0,8	0,6 - 0,9	████████████████████				

#### Bemestingsadviezen

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

#### Wetgeving

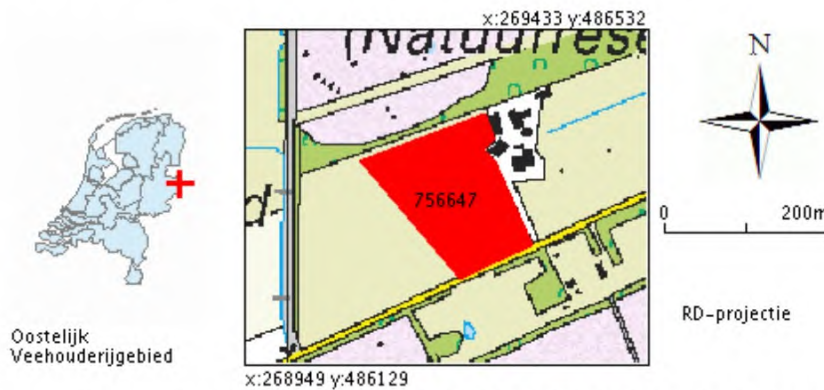
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

#### Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 52 mg  $P_2O_5$ /100 g  
P-plantbeschikbaar (P- $CaCl_2$ ) = 7,5 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouwland>

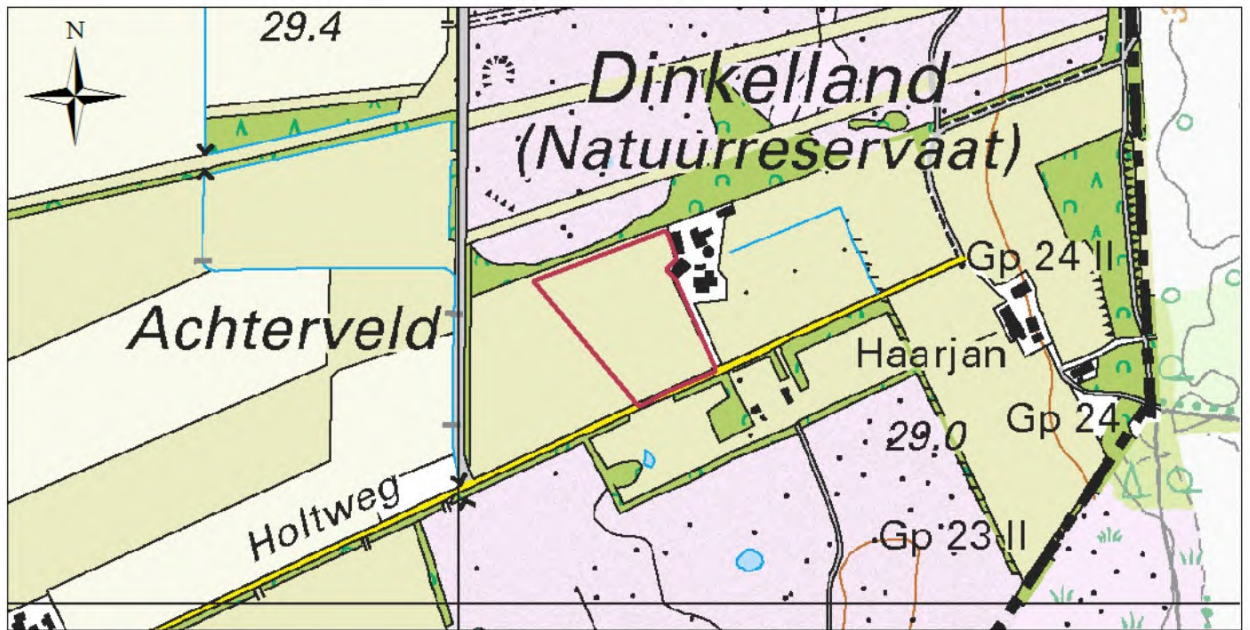


Hoekpunten perceel: 269237 486431, 269084 486374, 269207 486229, 269240 486245, 269295 486269, 269295 486271, 269296 486272, 269295 486274, 269293 486279, 269251 486373, 269238 486387, 269251 486400, 269239 486430, 269237 486431

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.



**Legenda**

**Bodemscout**



**Percelen**



Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:10:17

**Advies**

Gewas: Gras

Gift Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.
Kali (K <sub>2</sub> O)	0	kg/ha	
Calcium (CaO)	440	kg/ha	De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,5. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 125 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Magnesium (MgO)	0	kg/ha	
Kalk (nw)	250	kg/ha	
Effectieve org.stof	200	kg/ha	



Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	60	15	10
		beperkt weiden	75	30	20
		licht maaien	85	50	25
		normaal maaien	95	70	35
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		48	24		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	0	0	0	
	beperkt weiden	0	0	0	
	licht maaien	0	0	0	
	normaal maaien	0	0	0	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	35	10	0	
	beperkt weiden	35	65	0	
	licht maaien	75	50	35	
	normaal maaien	115	75	55	
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		10	10		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		30	30		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 250 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 75 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 7. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 24. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

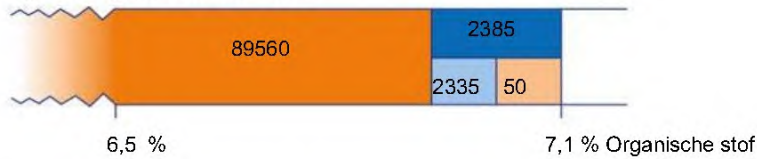
Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,6

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gras.

■ Nog aan te vullen via bijvoorbeeld dierlijke mest.

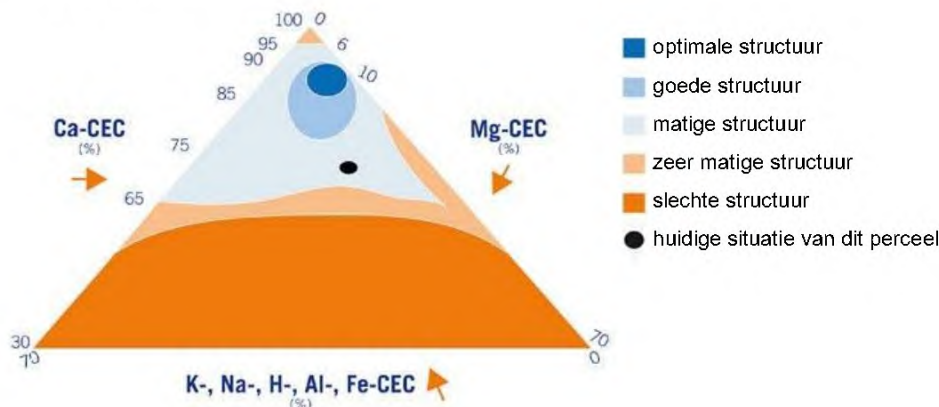
Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1295 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de rulheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbeters als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

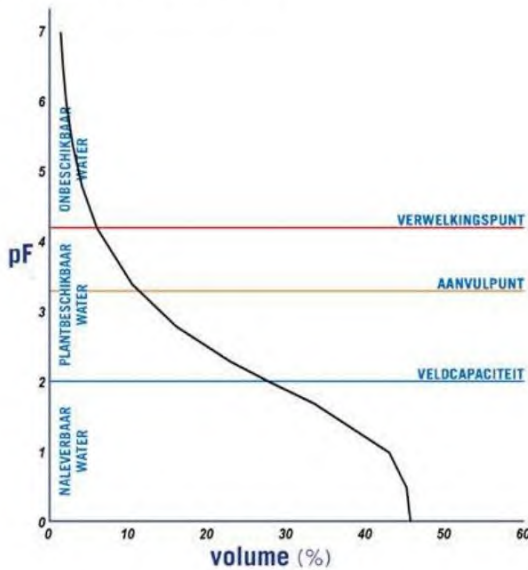
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslappingsrisico van een bodem in te schatten. Bij versleping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op versleping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 22 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	28,1	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	11,4	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	6,2	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 11,4 % vocht zit en geef dan 17 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

Contact & info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro, [J]  
 Contactpersoon monsternamen: [J]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat: bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.



Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	3150	Em: NIRS	Q
resultaten	S-plantbeschikbaar	< 2,1	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	S-totale bodemvoorraad	485	Em: NIRS	Q
	P-plantbeschikbaar	7,5	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)	Q
	P-bodemvoorraad	52	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	P-bodemvoorraad	23	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	K-plantbeschikbaar	109	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	K-bodemvoorraad	3,1	Em: NIRS	
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	Em: NIRS	
	Ca-bodemvoorraad	55	Em: NIRS	
	Mg-plantbeschikbaar	171	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	Mg-bodemvoorraad	15,3	Em: NIRS	
	Na-plantbeschikbaar	8	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	Na-bodemvoorraad	0,8	Em: NIRS	
	Zuurgraad (pH)	5,3	Em: NIRS	
	C-organisch	3,8	Em: NIRS	Q
	Organische stof	7,1	Em: NIRS	Q
	C-anorganisch	0,05	Em: NIRS	
	Koolzure kalk	0,4	Em: NIRS	
	Klei (<2 µm)	1	Em: NIRS	
	Silt (2-50 µm)	11	Em: NIRS	
	Zand (>50 µm)	81	Em: NIRS	
	Klei-humus (CEC)	76	Em: NIRS	
	Microbiële biomassa	969	Em: NIRS	
	Microbiële activiteit	100	Em: NIRS	
	Schimmel biomassa	258	Em: NIRS	
	Bacteriële biomassa	308	Em: NIRS	
	Bulkdichtheid	1295	Em: NIRS	

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 9

Uw klantnummer: 8957924

Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

T monsternamen: [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

**Onderzoek**    Onderzoek-/ordernr: 756631/005988315    Datum monsternamen: 07-03-2023    Datum verslag: 15-03-2023  
 4500026354 [redacted]

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	4050	2710 - 4060	[Bar chart: 4050 is between 2710 and 4060]			
	C/N-ratio		11	13 - 17	[Bar chart: 11 is below 13]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	175	95 - 145	[Bar chart: 175 is above 145]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	4	20 - 30	[Bar chart: 4 is below 20]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	705	590 - 1100	[Bar chart: 705 is between 590 and 1100]			
	C/S-ratio		63	50 - 75	[Bar chart: 63 is between 50 and 75]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	13	20 - 30	[Bar chart: 13 is below 20]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	3,7	2,4 - 4,0	[Bar chart: 3,7 is between 2,4 and 4,0]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	215	200 - 260	[Bar chart: 215 is between 200 and 260]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	155	95 - 145	[Bar chart: 155 is above 145]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	175	115 - 195	[Bar chart: 175 is between 115 and 195]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	95 - 225	[Bar chart: 10 is below 95]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1495	1645 - 2090	[Bar chart: 1495 is below 1645]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	215	95 - 145	[Bar chart: 215 is above 145]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	245	180 - 295	[Bar chart: 245 is between 180 and 295]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	13	20 - 40	[Bar chart: 13 is below 20]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	21	24 - 41	[Bar chart: 21 is below 24]			
	Zuurgraad (pH)		5,3	5,3 - 5,9	[Bar chart: 5,3 is at the start of 5,3 - 5,9]			
	C-organisch	%	3,4		[Bar chart: 3,4 is below 5,3]			
	Organische stof	%	6,4		[Bar chart: 6,4 is below 5,3]			
C/OS-ratio		0,53	0,45 - 0,55	[Bar chart: 0,53 is between 0,45 and 0,55]				
Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[Bar chart: 0,4 is below 2,0]				
Klei (<2 µm)	%	2		[Bar chart: 2 is below 2,0]				
Silt (2-50 µm)	%	11		[Bar chart: 11 is below 2,0]				
Zand (>50 µm)	%	80		[Bar chart: 80 is below 2,0]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	82	> 57	[Bar chart: 82 is above 57]				
CEC-bezetting	%	93	> 95	[Bar chart: 93 is below 95]				
Ca-bezetting	%	69	80 - 90	[Bar chart: 69 is below 80]				
Mg-bezetting	%	19	6,0 - 10	[Bar chart: 19 is above 10]				
K-bezetting	%	4,1	2,0 - 4,0	[Bar chart: 4,1 is above 4,0]				
Na-bezetting	%	0,9	1,0 - 1,5	[Bar chart: 0,9 is below 1,0]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below 1,0]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below 1,0]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 10,0 is above 8,0]				
Verslumping	rapporcijfer	8,3	6,0 - 8,0	[Bar chart: 8,3 is above 8,0]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,3	6,0 - 8,0	[Bar chart: 5,3 is below 6,0]				



Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	21						
	Microbiële biomassa mg C/kg	905	320 - 960	[Bar chart: 905 is between 320 and 960, closer to 960]				
	Microbiële activiteit mg N/kg	114	61 - 102	[Bar chart: 114 is above 102]				
	Schimmel/bacterie-ratio	0,7	0,6 - 0,9	[Bar chart: 0,7 is between 0,6 and 0,9]				

### Bemestingsadviezen

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

### Wetgeving

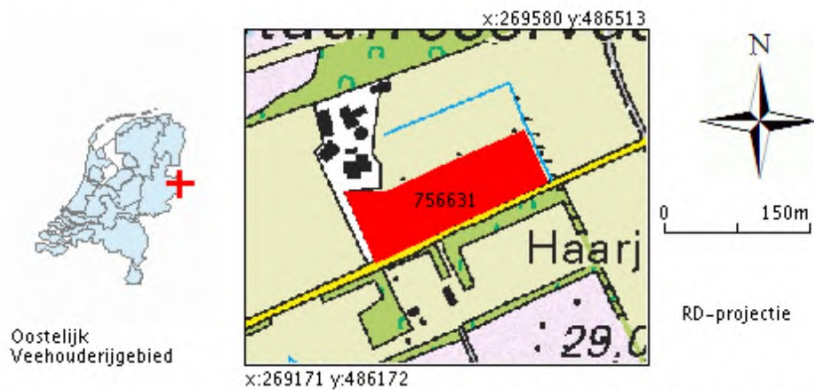
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

### Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 37 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g  
 P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>) = 2,8 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouland>

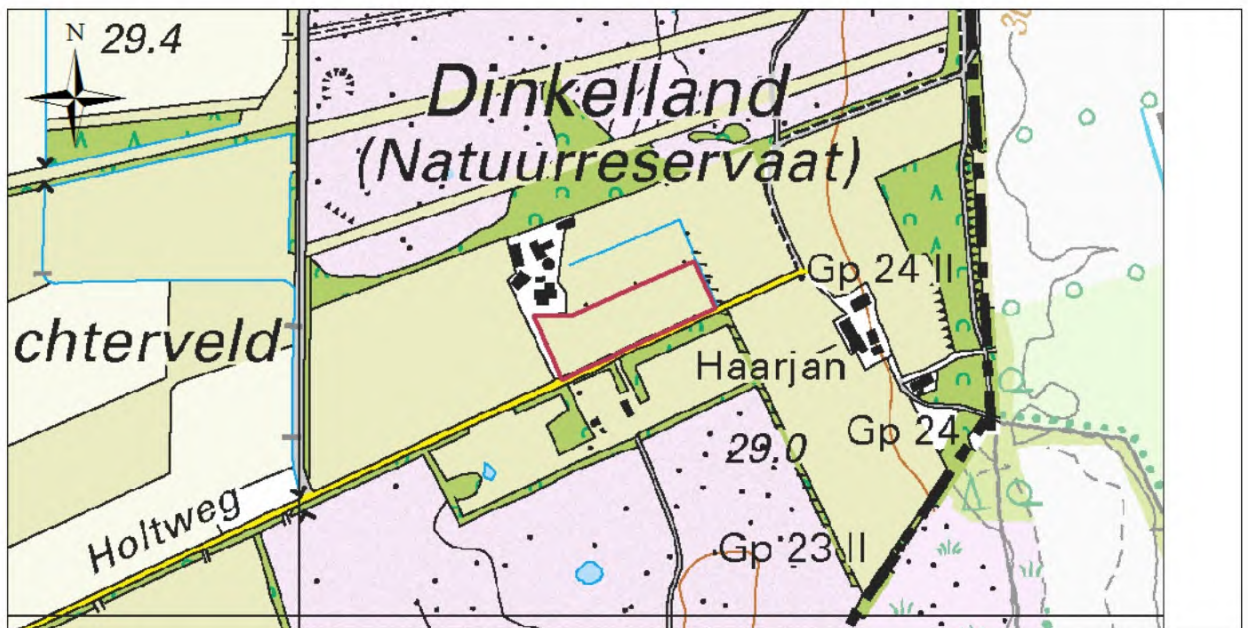


Hoekpunten perceel: 269303 486273, 269325 486283, 269351 486296, 269354 486297, 269374 486307, 269374 486307, 269480 486356, 269455 486411, 269380 486378, 269380 486378, 269316 486349, 269270 486348, 269278 486332, 269286 486312, 269292 486298, 269297 486288, 269303 486273

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout****Percelen**

Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:12:49

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	0	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.
Kali ( $K_2O$ )	0	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	485	kg/ha	De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,6. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 120 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	355	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	50	15	5
		beperkt weiden	65	30	15
		licht maaien	75	50	20
		normaal maaien	85	70	30
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		43	21		
in kg/ha	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	15	5	0
		beperkt weiden	15	10	0
		licht maaien	15	10	10
		normaal maaien	15	10	10
in kg/ha	Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	25	10	0
		beperkt weiden	25	60	0
		licht maaien	65	45	35
		normaal maaien	105	70	50
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		10	10		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		25	25		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgesteld met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 250 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 39 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 13. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 26. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** Figuur: Organische stofbalans

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

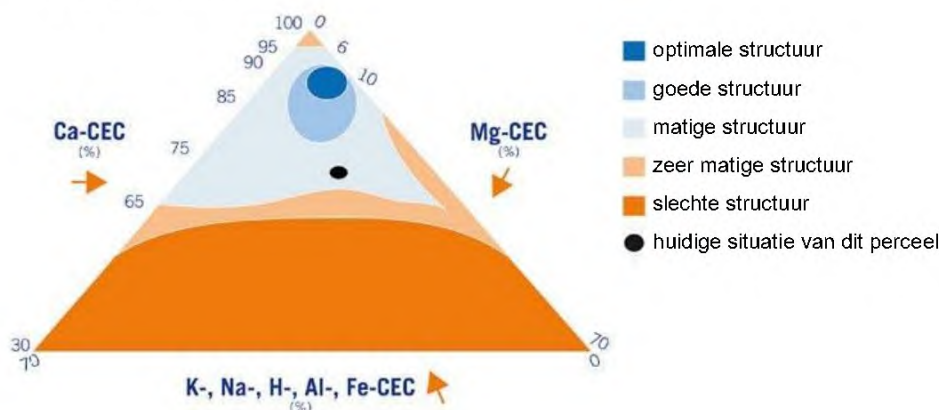
- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
  - Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.
  - Aanvoer van organische stof via gewas(resten).
  - Netto toename van effectieve organische stof.
- Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1320 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

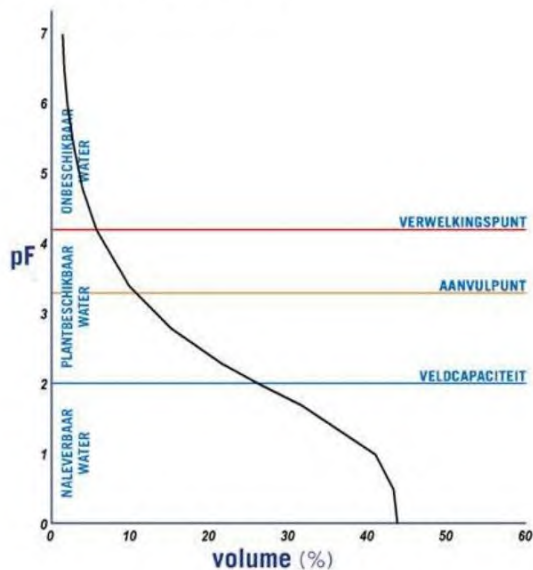
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 21 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	26,5	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	10,8	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	5,9	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 10,8 % vocht zit en geef dan 16 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro, [redacted] J  
 Contactpersoon monsternamen: [redacted] J  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	3060	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	2,9	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	535	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	2,8	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	37	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	16	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	116	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	3,4	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	59	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	163	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	15,3	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	10	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,7	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	5,3		Em: NIRS
	C-organisch	3,4	%	Em: NIRS
	Organische stof	6,4	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,05	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,4	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	2	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	11	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	80	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	82	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	905	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	114	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	246	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	329	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1322	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 10

Uw klantnummer: 8957924

Provincie Overijssel  
Eenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
8000 GB ZWOLLE

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: [redacted]  
T klantenservice: 088 876 1010  
E klantenservice.agro@eurofins.com  
I www.eurofins-agro.com

Onderzoek 4500026354 [redacted]  
Onderzoek-/ordernr: 756654/005988315  
Datum monstername: 07-03-2023  
Datum verslag: 15-03-2023

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	4450	3050 - 4580	[bar chart]			
	C/N-ratio		12	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	185	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	< 3	20 - 30	[bar chart]			
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	740	670 - 1240	[bar chart]			
	C/S-ratio		70	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	13	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	2,5	2,3 - 3,9	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	175	195 - 255	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	145	90 - 140	[bar chart]			
K-bodemvoorraad	kg K/ha	130	130 - 220	[bar chart]				
Fysisch	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	95 - 215	[bar chart]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1625	1900 - 2415	[bar chart]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	230	90 - 140	[bar chart]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	360	200 - 335	[bar chart]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	15	19 - 39	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	27	22 - 39	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		5,2	5,0 - 5,6	[bar chart]			
	C-organisch	%	4,0		[bar chart]			
	Organische stof	%	7,4		[bar chart]			
	C/OS-ratio		0,54	0,45 - 0,55	[bar chart]			
	Koolzure kalk	%	0,5	2,0 - 3,0	[bar chart]			
	Klei (<2 µm)	%	2		[bar chart]			
	Silt (2-50 µm)	%	7		[bar chart]			
	Zand (>50 µm)	%	83		[bar chart]			
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	97	> 63	[bar chart]			
CEC-bezetting	%	93	> 95	[bar chart]				
Ca-bezetting	%	65	80 - 90	[bar chart]				
Mg-bezetting	%	24	6,0 - 10	[bar chart]				
K-bezetting	%	2,7	2,0 - 4,0	[bar chart]				
Na-bezetting	%	0,9	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	8,5	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	3,4	6,0 - 8,0	[bar chart]				



**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

Gewasproductie	
	Boven gemiddeld
	Gemiddeld
	Onder gemiddeld

**Percelen**

	Bemonsterd perceel
	Gewasperceel
	Perceelsvlak
	Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:12:08

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	50	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.  De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,3 Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 135 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kali ( $K_2O$ )	5	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	700	kg/ha	
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	135	kg/ha	
Effectieve org.stof	920	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	50	15	5
		beperkt weiden	60	30	15
		licht maaien	70	45	20
		normaal maaien	80	65	30
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		43	21		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	40	10	0	
	beperkt weiden	40	20	0	
	licht maaien	40	20	15	
	normaal maaien	40	25	20	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	30	10	0	
	beperkt weiden	30	65	0	
	licht maaien	70	50	35	
	normaal maaien	110	75	55	
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		5	5		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		25	25		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgesteld met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting** De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken. Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**  
Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 245 kg N/ha.

**Zwavel:**  
Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

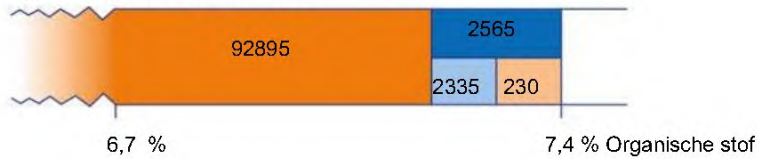
**Fosfaat:**  
Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 30 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 16. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**  
Het berekende K-getal is voor dit perceel 25. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**  
Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur. U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**  
Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan. Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**  
De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio. Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gras.

■ Nog aan te vullen via bijvoorbeeld dierlijke mest.

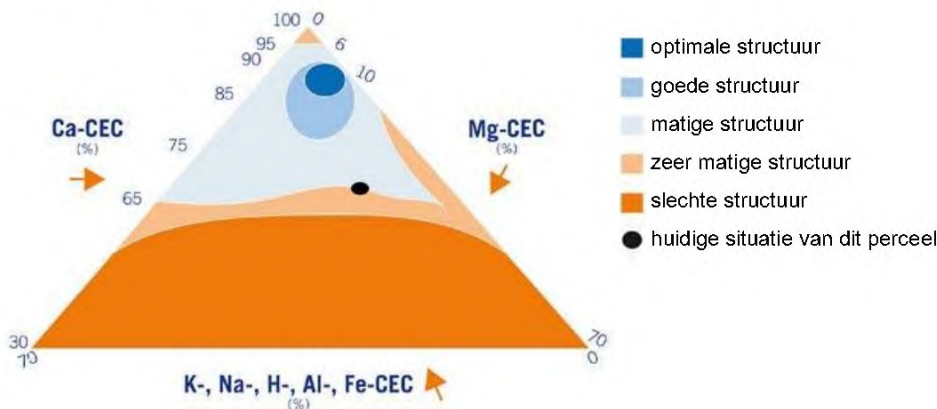
Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1290 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruiheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

## Fysisch

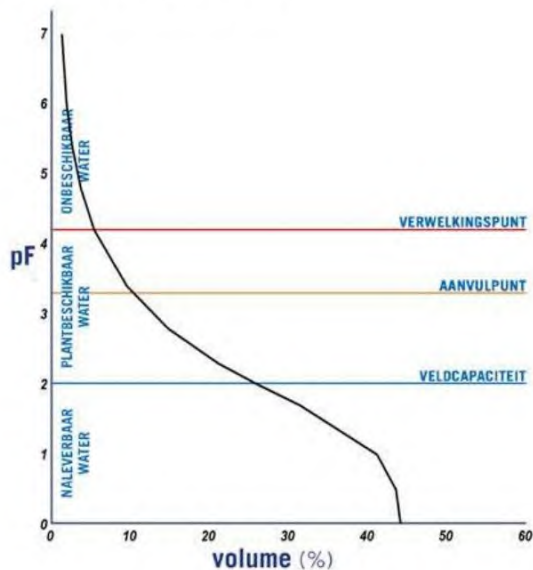
## Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

## Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 21 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	26,2	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	10,4	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	5,6	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 10,4 % vocht zit en geef dan 16 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag:	0 - 10 cm
Grondsoort:	Zand
Monster genomen door:	Eurofins Agro, <span style="background-color: black; color: white;">[REDACTED]</span> J
Contactpersoon monsternamen:	<span style="background-color: black; color: white;">[REDACTED]</span> J
Bemonsteringsmethode:	W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	3450	Em: NIRS	Q
resultaten	S-plantbeschikbaar	< 2,1	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	S-totale bodemvoorraad	575	Em: NIRS	Q
	P-plantbeschikbaar	1,9	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)	Q
	P-bodemvoorraad	31	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	P-bodemvoorraad	14	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	K-plantbeschikbaar	114	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	K-bodemvoorraad	2,6	Em: NIRS	
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	Em: NIRS	
	Ca-bodemvoorraad	67	Em: NIRS	
	Mg-plantbeschikbaar	179	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	Mg-bodemvoorraad	23,0	Em: NIRS	
	Na-plantbeschikbaar	12	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	Na-bodemvoorraad	0,9	Em: NIRS	
	Zuurgraad (pH)	5,2	Em: NIRS	
	C-organisch	4,0	Em: NIRS	Q
	Organische stof	7,4	Em: NIRS	Q
	C-anorganisch	0,06	Em: NIRS	
	Koolzure kalk	0,5	Em: NIRS	
	Klei (<2 µm)	2	Em: NIRS	
	Silt (2-50 µm)	7	Em: NIRS	
	Zand (>50 µm)	83	Em: NIRS	
	Klei-humus (CEC)	97	Em: NIRS	
	Microbiële biomassa	956	Em: NIRS	
	Microbiële activiteit	147	Em: NIRS	
	Schimmel biomassa	282	Em: NIRS	
	Bacteriële biomassa	344	Em: NIRS	
	Bulkdichtheid	1290	Em: NIRS	

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 11

Uw klantnummer: 8957924

Provincie Overijssel  
Eenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
8000 GB ZWOLLE

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: [redacted]  
T klantenservice: 088 876 1010  
E klantenservice.agro@eurofins.com  
I www.eurofins-agro.com

Onderzoek 4500026354 [redacted]  
Onderzoek-/ordernr: 756648/005988315  
Datum monstername: 07-03-2023  
Datum verslag: 15-03-2023

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	4900	3140 - 4720	[bar chart]			
	C/N-ratio		11	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	195	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	8	20 - 30	[bar chart]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	880	690 - 1280	[bar chart]			
	C/S-ratio		64	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	16	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	1,5	2,3 - 3,8	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	90	190 - 245	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	45	90 - 140	[bar chart]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	160	125 - 210	[bar chart]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	90 - 210	[bar chart]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1490	1740 - 2215	[bar chart]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	235	90 - 140	[bar chart]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	275	210 - 350	[bar chart]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	11	19 - 38	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	26	25 - 42	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		4,9	5,2 - 5,8	[bar chart]			
	C-organisch	%	4,5		[bar chart]			
	Organische stof	%	7,8		[bar chart]			
C/OS-ratio		0,57	0,45 - 0,55	[bar chart]				
Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[bar chart]				
Klei (<2 µm)	%	2		[bar chart]				
Silt (2-50 µm)	%	9		[bar chart]				
Zand (>50 µm)	%	81		[bar chart]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	91	> 59	[bar chart]				
CEC-bezetting	%	90	> 95	[bar chart]				
Ca-bezetting	%	65	80 - 90	[bar chart]				
Mg-bezetting	%	20	6,0 - 10	[bar chart]				
K-bezetting	%	3,5	2,0 - 4,0	[bar chart]				
Na-bezetting	%	1,0	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	0,2	< 1,0	[bar chart]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	8,6	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,1	6,0 - 8,0	[bar chart]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject					
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	22						
	Microbiële biomassa mg C/kg	1028	390 - 1170	[Bar chart: 390-1170]				
	Microbiële activiteit mg N/kg	161	78 - 130	[Bar chart: 78-130]				
	Schimmel/bacterie-ratio	0,7	0,6 - 0,9	[Bar chart: 0,6-0,9]				

#### Bemestingsadviezen

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

#### Wetgeving

De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

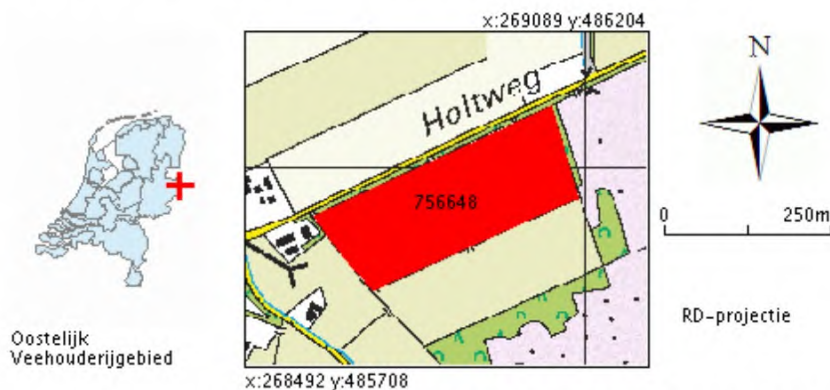
#### Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 16 mg  $P_2O_5$ /100 g

P-plantbeschikbaar (P- $CaCl_2$ ) = 1,2 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouwland>

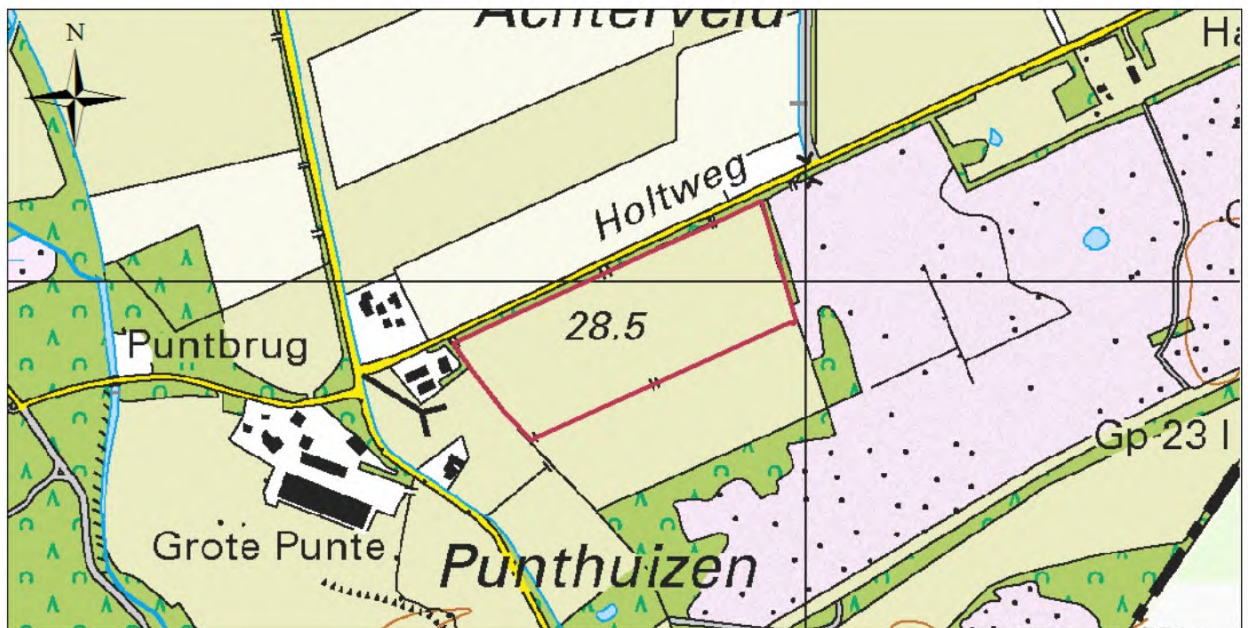


Hoekpunten perceel: 268682 485816, 268687 485818, 268686 485819, 268983 485954, 268984 485952, 268988 485953, 268988 485953, 268988 485953, 268988 485954, 268971 486016, 268968 486024, 268966 486032, 268963 486044, 268948 486094, 268887 486065, 268813 486031, 268745 486000, 268651 485957, 268592 485929, 268611 485902, 268613 485898, , 268632 485874, 268649 485853, 268657 485843, 268682 485816

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

Gewasproductie	
	Boven gemiddeld
	Gemiddeld
	Onder gemiddeld

**Percelen**

	Bemonsterd perceel
	Gewasperceel
	Perceelsvlak
	Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:12:27

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	235	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.  De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,5. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 140 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kali ( $K_2O$ )	0	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	645	kg/ha	
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	830	kg/ha	
Effectieve org.stof	1140	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	50	15	5
		beperkt weiden	60	30	10
		licht maaien	70	45	15
		normaal maaien	80	65	25
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		39	20		
in kg/ha	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	45	10	0
		beperkt weiden	45	25	0
		licht maaien	45	25	20
		normaal maaien	45	30	25
in kg/ha	Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	80	15	0
		beperkt weiden	80	90	0
		licht maaien	120	70	50
		normaal maaien	160	105	75
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		10	10		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		15	15		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgesteld met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 240 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 19 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 13. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 11. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

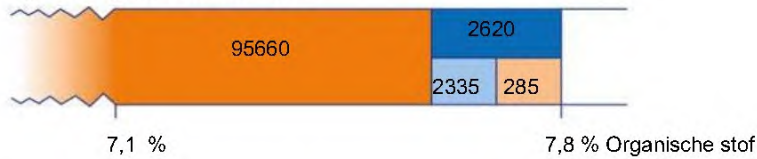
Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur. U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan. Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio. Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** Figuur: Organische stofbalans

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gras.

■ Nog aan te vullen via bijvoorbeeld dierlijke mest.

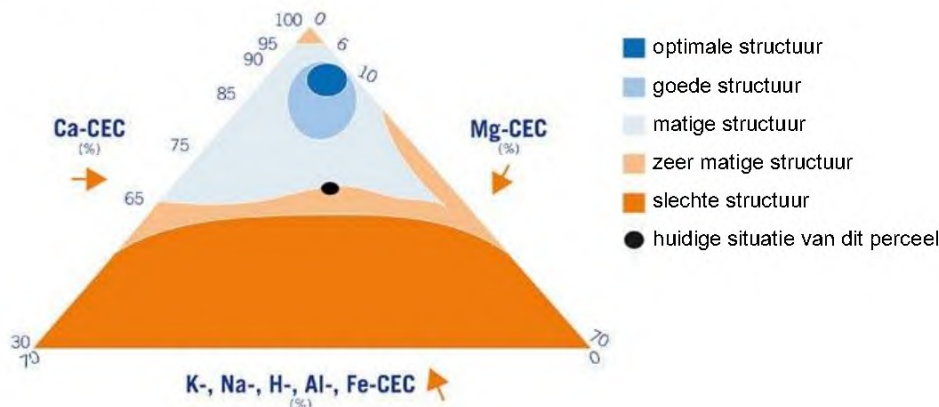
Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1260 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

## Fysisch

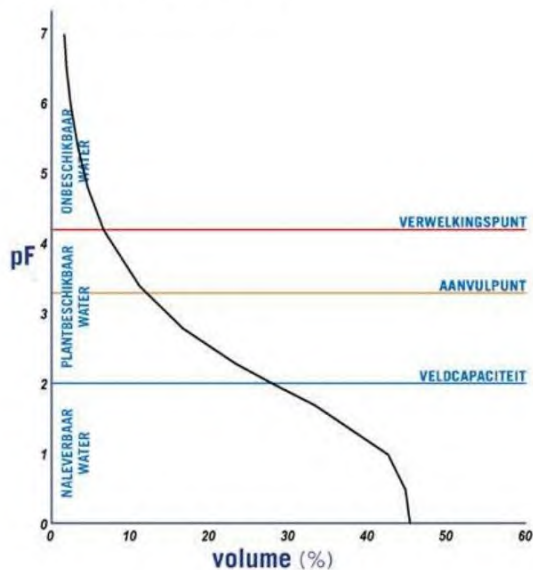
## Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslompingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslumping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slomp op. Bij 10-20% klei is het risico op slomp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslumping klein.

## Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 22 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	28,3	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	12,1	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	6,8	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 12,1 % vocht zit en geef dan 16 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag:	0 - 10 cm
Grondsoort:	Zand
Monster genomen door:	Eurofins Agro. [redacted]
Contactpersoon monsternamen:	[redacted]
Bemonsteringsmethode:	wv-patroon, min. 40 steken, volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	3890	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	6,2	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	700	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	1,2	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	16	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	7	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	36	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	3,2	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	67	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	186	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	17,8	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	9	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,9	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	4,9		Em: NIRS
	C-organisch	4,5	%	Em: NIRS
	Organische stof	7,8	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,05	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,4	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	2	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	9	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	81	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	91	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	1028	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	161	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	273	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	420	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1260	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 12

Uw klantnummer: 8957924

Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

T monsternamen: [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

Onderzoek 4500026354 [redacted]  
 Onderzoek-/ordernr: 756680/005988315  
 Datum monsternamen: 07-03-2023  
 Datum verslag: 15-03-2023

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	3820	2830 - 4240	[Bar chart: 3820 is between 2830 and 4240]			
	C/N-ratio		12	13 - 17	[Bar chart: 12 is below 13]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	170	95 - 145	[Bar chart: 170 is above 145]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	6	20 - 30	[Bar chart: 6 is below 20]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	515	620 - 1150	[Bar chart: 515 is below 620]			
	C/S-ratio		91	50 - 75	[Bar chart: 91 is above 75]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	7	20 - 30	[Bar chart: 7 is below 20]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	1,7	2,3 - 3,9	[Bar chart: 1,7 is below 2,3]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	100	200 - 255	[Bar chart: 100 is below 200]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	30	90 - 145	[Bar chart: 30 is below 90]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	125	120 - 200	[Bar chart: 125 is between 120 and 200]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	95 - 220	[Bar chart: 10 is below 95]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1215	1460 - 1855	[Bar chart: 1215 is below 1460]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	140	90 - 145	[Bar chart: 140 is between 90 and 145]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	230	165 - 275	[Bar chart: 230 is between 165 and 275]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 11	19 - 39	[Bar chart: < 11 is below 19]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	27	21 - 39	[Bar chart: 27 is between 21 and 39]			
	Zuurgraad (pH)		4,9	5,1 - 5,7	[Bar chart: 4,9 is below 5,1]			
	C-organisch	%	3,6		[Bar chart: 3,6 is below 5,1]			
	Organische stof	%	6,8		[Bar chart: 6,8 is below 5,1]			
C/OS-ratio		0,53	0,45 - 0,55	[Bar chart: 0,53 is between 0,45 and 0,55]				
Koolzure kalk	%	0,3	2,0 - 3,0	[Bar chart: 0,3 is below 2,0]				
Klei (<2 µm)	%	2		[Bar chart: 2 is below 5,1]				
Silt (2-50 µm)	%	6		[Bar chart: 6 is below 5,1]				
Zand (>50 µm)	%	85		[Bar chart: 85 is below 5,1]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	74	> 47	[Bar chart: 74 is above 47]				
CEC-bezetting	%	88	> 95	[Bar chart: 88 is below 95]				
Ca-bezetting	%	63	80 - 90	[Bar chart: 63 is below 80]				
Mg-bezetting	%	20	6,0 - 10	[Bar chart: 20 is above 10]				
K-bezetting	%	3,4	2,0 - 4,0	[Bar chart: 3,4 is between 2,0 and 4,0]				
Na-bezetting	%	1,2	1,0 - 1,5	[Bar chart: 1,2 is between 1,0 and 1,5]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below 1,0]				
Al-bezetting	%	0,2	< 1,0	[Bar chart: 0,2 is below 1,0]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 10,0 is above 8,0]				
Verslemping	rapporcijfer	8,4	6,0 - 8,0	[Bar chart: 8,4 is above 8,0]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	3,2	6,0 - 8,0	[Bar chart: 3,2 is below 6,0]				



Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject					
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	20						
	Microbiële biomassa mg C/kg	723	340 - 1020	[Bar chart showing value 723 between 340 and 1020]				
	Microbiële activiteit mg N/kg	140	59 - 98	[Bar chart showing value 140 between 59 and 98]				
	Schimmel/bacterie-ratio	0,8	0,6 - 0,9	[Bar chart showing value 0,8 between 0,6 and 0,9]				

**Bemestingsadviezen**

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

**Wetgeving**

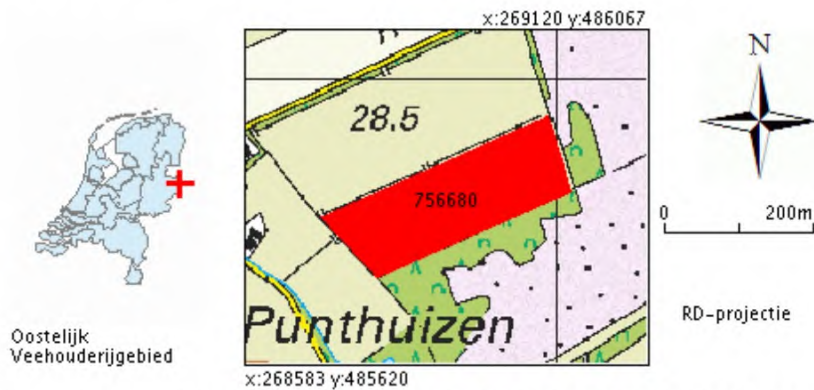
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

**Wetgeving**

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-Al) = 18 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g  
 P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>) = 1,3 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouland>

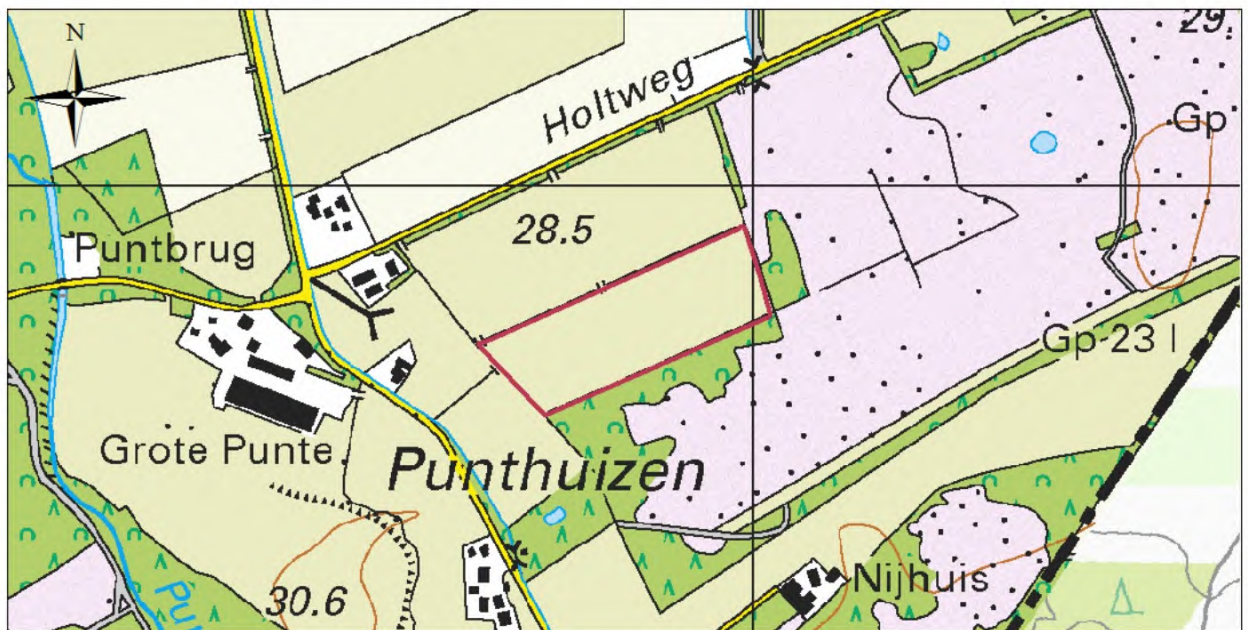


Hoekpunten perceel: 268759 485733, 268902 485797, 269019 485848, 269019 485848, 269019 485848, 269007 485893, 268989 485952, 268988 485953, 268988 485953, 268988 485953, 268984 485952, 268984 485950, 268688 485818, 268687 485818, 268682 485816, 268685 485813, 268706 485789, 268707 485789, 268707 485789, 268709 485787, 268719 485775, 268759 485733

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

Gewasproductie	
	Boven gemiddeld
	Gemiddeld
	Onder gemiddeld

**Percelen**

	Bemonsterd perceel
	Gewasperceel
	Perceelsvlak
	Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:11:35

**Advies**

Gewas: Gras

Gift Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	225	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.  De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,4 Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 125 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kali ( $K_2O$ )	0	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	595	kg/ha	
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	635	kg/ha	
Effectieve org.stof	280	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	50	15	5
		beperkt weiden	65	30	15
		licht maaien	75	50	20
		normaal maaien	85	70	30
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		50	25		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	45	10	0	
	beperkt weiden	45	25	0	
	licht maaien	45	25	20	
	normaal maaien	45	30	25	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	85	15	0	
	beperkt weiden	85	95	0	
	licht maaien	125	75	55	
	normaal maaien	165	110	80	
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		20	20		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		30	30		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 255 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 21 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 14. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 10. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

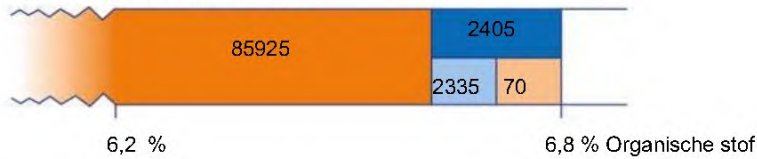
Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

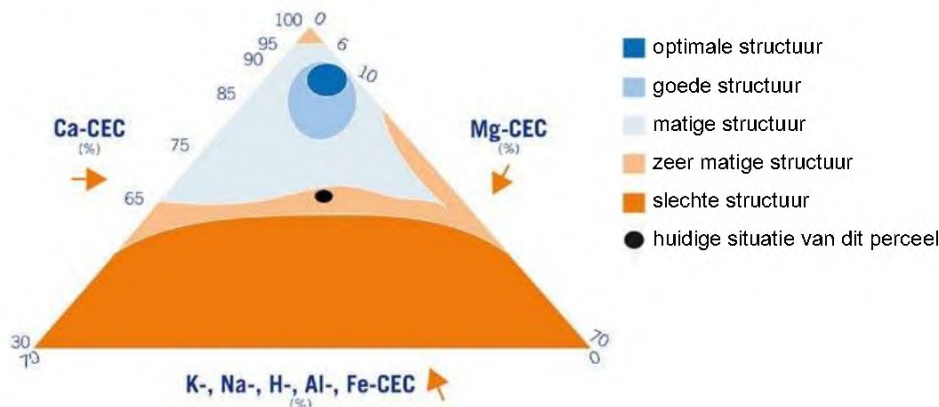
- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
  - Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.
  - Aanvoer van organische stof via gras.
  - Nog aan te vullen via bijvoorbeeld dierlijke mest.
- Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1300 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruiheid. Dynamische organische stof draagt bij aan het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

## Fysisch

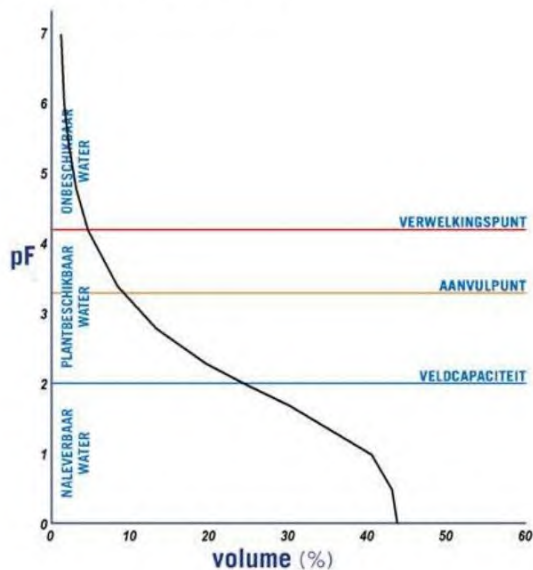
## Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

## Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 20 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	24,7	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	9,2	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	4,8	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 9,2 % vocht zit en geef dan 16 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro  
 Contactpersoon monsternamen: J  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	2940	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	4,3	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	395	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	1,3	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	18	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	8	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	23	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	2,5	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	53	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	109	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	14,7	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,9	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	4,9		Em: NIRS
	C-organisch	3,6	%	Em: NIRS
	Organische stof	6,8	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,04	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,3	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	2	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	6	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	85	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	74	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	723	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	140	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	199	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	244	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1299	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 13

Uw klantnummer: 8957924

 Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

 Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

 Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

 T monsternamen: [redacted] [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

<b>Onderzoek</b>	Onderzoek-/ordernr: 756649/005988315	Datum monsternamen: 07-03-2023	Datum verslag: 15-03-2023
	4500026354 [redacted]		

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	3410	2660 - 3990	[Bar chart: 3410 is between 2660 and 3990]			
	C/N-ratio		14	13 - 17	[Bar chart: 14 is between 13 and 17]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	150	95 - 145	[Bar chart: 150 is between 95 and 145]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	4	20 - 30	[Bar chart: 4 is below 20]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	520	580 - 1080	[Bar chart: 520 is below 580]			
	C/S-ratio		89	50 - 75	[Bar chart: 89 is above 75]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	7	20 - 30	[Bar chart: 7 is below 20]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	10,1	2,4 - 4,0	[Bar chart: 10,1 is above 4,0]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	375	200 - 260	[Bar chart: 375 is above 260]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	230	90 - 145	[Bar chart: 230 is above 145]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	125	115 - 190	[Bar chart: 125 is between 115 and 190]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	95 - 220	[Bar chart: 10 is below 95]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1095	1340 - 1705	[Bar chart: 1095 is below 1340]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	160	90 - 145	[Bar chart: 160 is above 145]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	255	145 - 245	[Bar chart: 255 is above 245]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 11	20 - 40	[Bar chart: < 11 is below 20]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	24	21 - 39	[Bar chart: 24 is between 21 and 39]			
	Zuurgraad (pH)		5,0	4,9 - 5,5	[Bar chart: 5,0 is between 4,9 and 5,5]			
	C-organisch	%	3,5		[Bar chart: 3,5 is below 2,0]			
	Organische stof	%	6,3		[Bar chart: 6,3 is below 2,0]			
C/OS-ratio		0,56	0,45 - 0,55	[Bar chart: 0,56 is above 0,55]				
Koolzure kalk	%	0,3	2,0 - 3,0	[Bar chart: 0,3 is below 2,0]				
Klei (<2 µm)	%	1		[Bar chart: 1 is below 2,0]				
Silt (2-50 µm)	%	5		[Bar chart: 5 is below 2,0]				
Zand (>50 µm)	%	87		[Bar chart: 87 is below 2,0]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	67	> 44	[Bar chart: 67 is above 44]				
CEC-bezetting	%	91	> 95	[Bar chart: 91 is below 95]				
Ca-bezetting	%	62	80 - 90	[Bar chart: 62 is below 80]				
Mg-bezetting	%	24	6,0 - 10	[Bar chart: 24 is above 10]				
K-bezetting	%	3,6	2,0 - 4,0	[Bar chart: 3,6 is between 2,0 and 4,0]				
Na-bezetting	%	1,2	1,0 - 1,5	[Bar chart: 1,2 is between 1,0 and 1,5]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below 1,0]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below 1,0]				
	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Streeftraject</b>	<b>laag</b>	<b>vrij laag</b>	<b>goed</b>	<b>zeer goed</b>	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 10,0 is above 8,0]				
Verslumping	rapporcijfer	8,3	6,0 - 8,0	[Bar chart: 8,3 is above 8,0]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	2,8	6,0 - 8,0	[Bar chart: 2,8 is below 6,0]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject						
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	19							
	Microbiële biomassa	mg C/kg	683	315 - 945	[Bar chart showing value 683 between 315 and 945]				
	Microbiële activiteit	mg N/kg	107	52 - 87	[Bar chart showing value 107 above 87]				
	Schimmel/bacterie-ratio		1,0	0,6 - 0,9	[Bar chart showing value 1.0 above 0.9]				

**Bemestingsadviezen**

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

**Wetgeving**

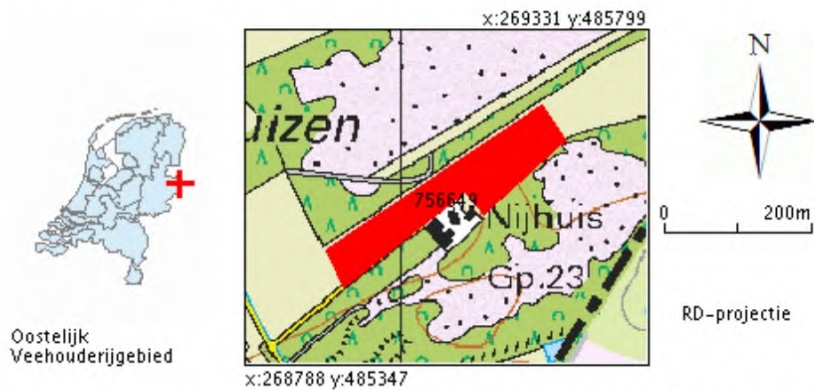
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

**Wetgeving**

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-Al) = 65 mg  $P_2O_5$ /100 g  
P-plantbeschikbaar (P- $CaCl_2$ ) = 7,7 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouland>

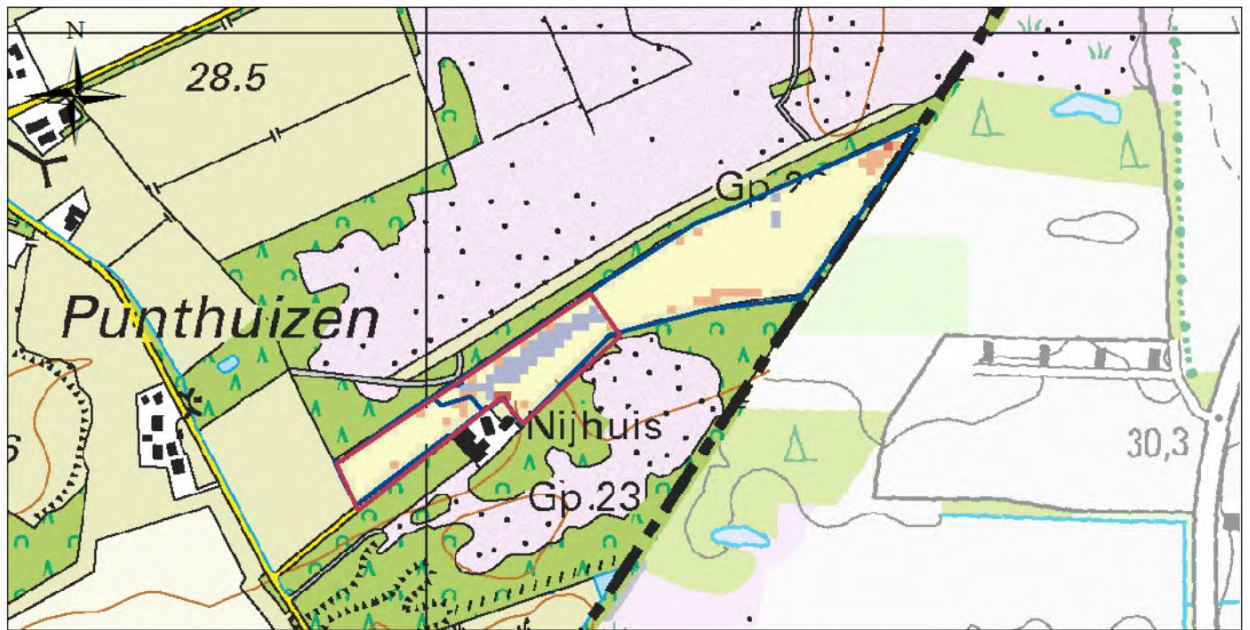


Hoekpunten perceel: 269223 485649, 269189 485699, 268895 485500, 268920 485447, 269085 485577, 269110 485547, 269223 485649

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.



**Legenda**

**Bodemscout**



**Percelen**



Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:10:53

**Advies**

Gewas: Gras

Gift Eenheid

Bodemgericht advies (4-jarig)		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0	kg/ha
Kali (K <sub>2</sub> O)	0	kg/ha
Calcium (CaO)	570	kg/ha
Magnesium (MgO)	0	kg/ha
Kalk (nw)	235	kg/ha
Effectieve org.stof	0	kg/ha

Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.

De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,2. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 115 kg/ha.

De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.



Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	55	15	5
		beperkt weiden	70	30	15
		licht maaien	80	50	20
		normaal maaien	90	70	30
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		50	25		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	0	0	0	
	beperkt weiden	0	0	0	
	licht maaien	0	0	0	
	normaal maaien	0	0	0	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	0	5	0	
	beperkt weiden	0	40	0	
	licht maaien	30	30	25	
	normaal maaien	70	45	35	
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		15	15		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		30	30		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting** De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken. Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**  
Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 265 kg N/ha.

**Zwavel:**  
Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**  
Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 82 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 8. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**  
Het berekende K-getal is voor dit perceel 36. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**  
Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur. U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**  
Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan. Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**  
De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio. Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

## Organische stof Figuur: Organische stofbalans



Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,6

- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
  - Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.
  - Aanvoer van organische stof via gewas(resten).
  - Netto toename van effectieve organische stof.
- Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1320 kg per ha.

## Figuur: Kwaliteit van de organische stof

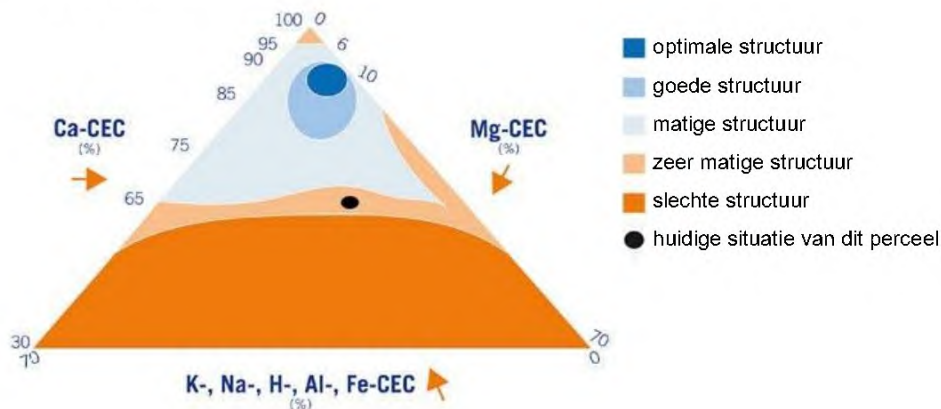


Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbeters als dierlijke mest, compost en gewasresten.

## Fysisch

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

## Figuur: Structuurdriehoek



Fysisch

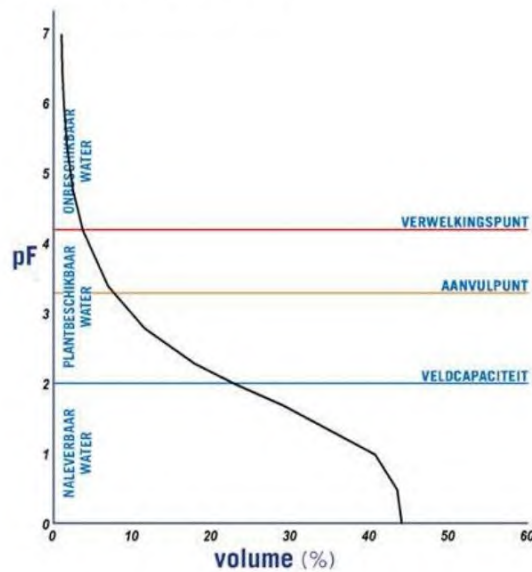
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 19 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	23,2	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	7,7	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	3,9	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 7,7 % vocht zit en geef dan 16 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

Contact & info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro, [redacted]  
 Contactpersoon monsternamen: [redacted]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat: bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	2590	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	3,1	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	395	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	7,7	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	65	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	28	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	175	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	2,4	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	46	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	120	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	15,8	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,8	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	5,0		Em: NIRS
	C-organisch	3,5	%	Em: NIRS
	Organische stof	6,3	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,04	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,3	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	1	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	5	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	87	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	67	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	683	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	107	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	251	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	260	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1318	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth. 14

Uw klantnummer: 8957924

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: [redacted]  
T klantenservice: 088 876 1010  
E klantenservice.agro@eurofins.com  
I www.eurofins-agro.com

Provincie Overijssel  
Fenheid Natuur en Milieu

[redacted]  
Postbus 10078  
8000 GB ZWOLLE

Onderzoek 4500026354 [redacted]  
Onderzoek-/ordernr: 756665/005988315  
Datum monstername: 07-03-2023  
Datum verslag: 15-03-2023

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	2930	2330 - 3500	[bar chart]			
	C/N-ratio		13	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	140	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	< 3	20 - 30	[bar chart]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	460	510 - 945	[bar chart]			
	C/S-ratio		84	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	6	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	5,4	2,5 - 4,1	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	380	210 - 270	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	75	95 - 150	[bar chart]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	100	110 - 185	[bar chart]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	100 - 230	[bar chart]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1580	1520 - 1935	[bar chart]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	120	95 - 150	[bar chart]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	220	140 - 230	[bar chart]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 11	21 - 41	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	19	22 - 41	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		5,6	5,2 - 5,8	[bar chart]			
	C-organisch	%	2,8		[bar chart]			
	Organische stof	%	5,3		[bar chart]			
C/OS-ratio		0,53	0,45 - 0,55	[bar chart]				
Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[bar chart]				
Klei (<2 µm)	%	2		[bar chart]				
Silt (2-50 µm)	%	9		[bar chart]				
Zand (>50 µm)	%	83		[bar chart]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	73	> 58	[bar chart]				
CEC-bezetting	%	100	> 95	[bar chart]				
Ca-bezetting	%	79	80 - 90	[bar chart]				
Mg-bezetting	%	18	6,0 - 10	[bar chart]				
K-bezetting	%	2,6	2,0 - 4,0	[bar chart]				
Na-bezetting	%	0,8	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	8,1	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,1	6,0 - 8,0	[bar chart]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject						
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	19							
	Microbiële biomassa	mg C/kg	605	265 - 795	████████████████████				
	Microbiële activiteit	mg N/kg	76	43 - 71	██				
	Schimmel/bacterie-ratio		0,9	0,6 - 0,9	██				

**Bemestingsadviezen**

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

**Wetgeving**

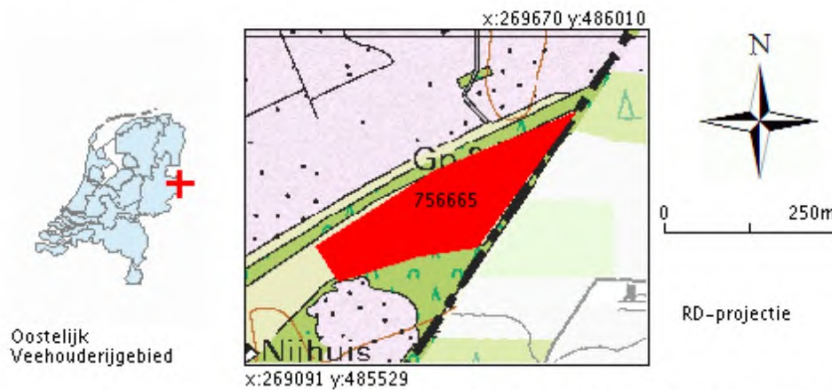
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

**Wetgeving**

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 63 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g  
P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>) = 3,9 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouland>

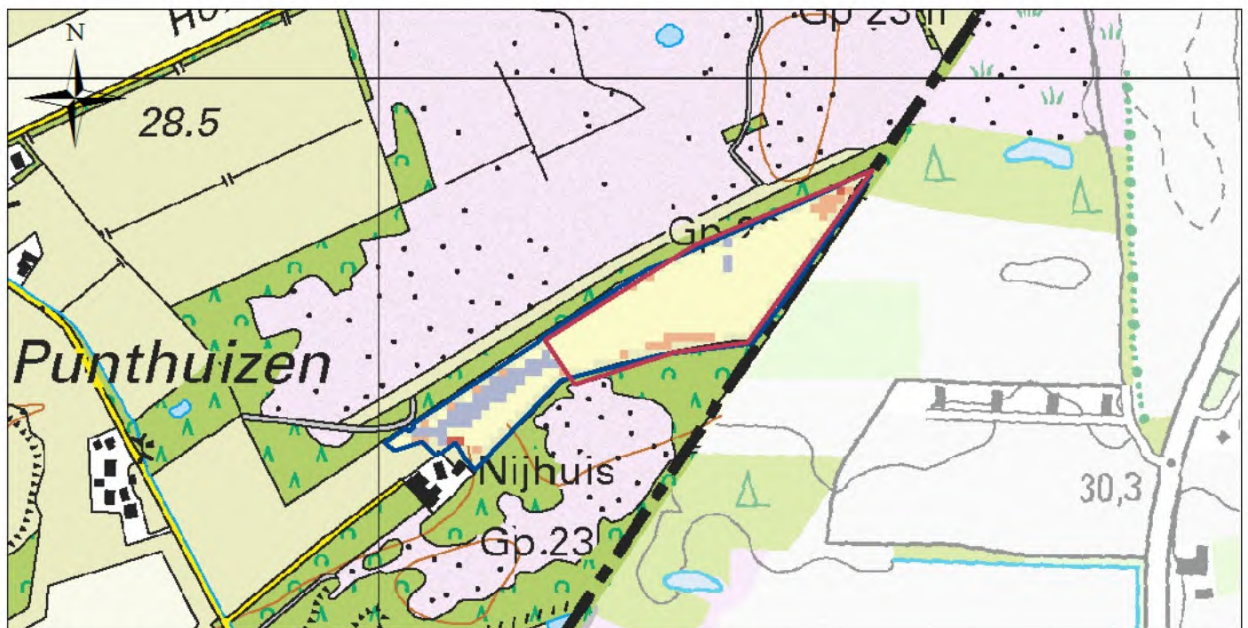


Hoekpunten perceel: 269339 485681, 269425 485694, 269570 485893, 269363 485807, 269191 485697, 269225 485645, 269339 485681

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

Gewasproductie	
■	Boven gemiddeld
■	Gemiddeld
■	Onder gemiddeld

**Percelen**

■	Bemonsterd perceel
■	Gewasperceel
■	Perceelsvlak
■	Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 08-03-2023 Tijd: 15:09:59

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	0	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.  De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,5 Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 105 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kali ( $K_2O$ )	10	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	170	kg/ha	
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	0	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	60	15	5
		beperkt weiden	75	30	15
		licht maaien	85	50	20
		normaal maaien	95	70	30
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		52	26		
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	0	0	0
		beperkt weiden	0	0	0
		licht maaien	0	0	0
		normaal maaien	0	0	0
	Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	80	15	0
		beperkt weiden	80	90	0
		licht maaien	120	70	50
		normaal maaien	160	105	75
Calcium (CaO)		60	60		
Magnesium (MgO)		25	25		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		35	35		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 265 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 57 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 16. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 18. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio. Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gewas(resten).

■ Netto toename van effectieve organische stof.

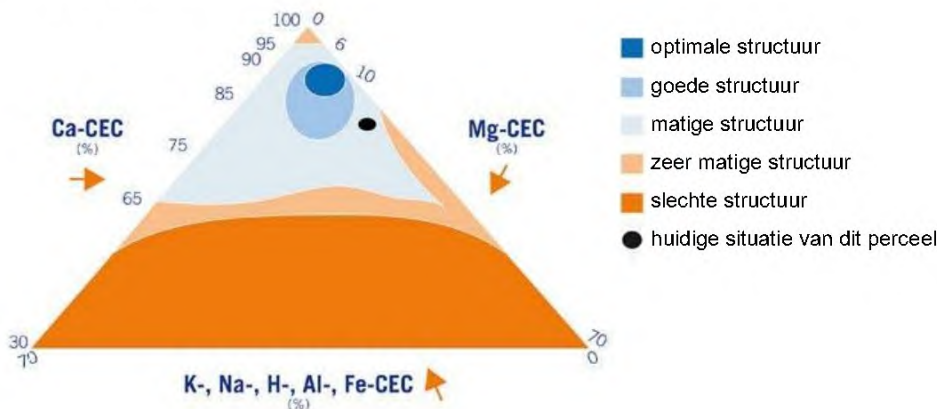
Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1375 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiële organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

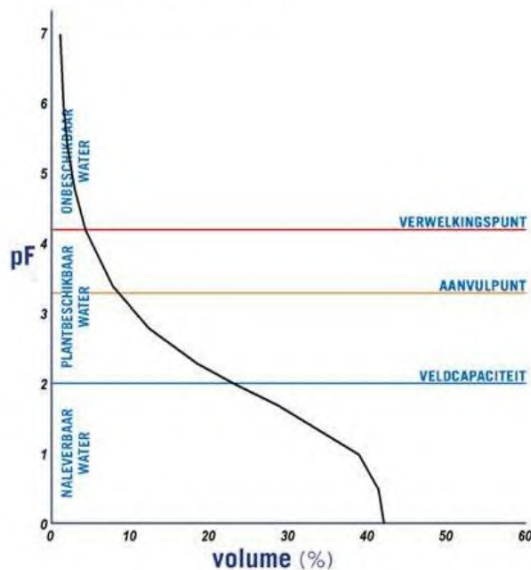
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 19 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	23,4	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	8,5	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	4,5	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 8,5 % vocht zit en geef dan 15 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

**Contact & info**

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro, [redacted]  
 Contactpersoon monsternamen: [redacted]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	2130	Em: NIRS	Q
resultaten	S-plantbeschikbaar	< 2,1	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	Q
	S-totale bodemvoorraad	335	Em: NIRS	Q
	P-plantbeschikbaar	3,9	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)	Q
	P-bodemvoorraad	63	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	P-bodemvoorraad	27	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	K-plantbeschikbaar	53	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	Q
	K-bodemvoorraad	1,9	Em: NIRS	Q
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	Em: NIRS	Q
	Ca-bodemvoorraad	58	Em: NIRS	Q
	Mg-plantbeschikbaar	88	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	Q
	Mg-bodemvoorraad	13,1	Em: NIRS	Q
	Na-plantbeschikbaar	< 8	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	Q
	Na-bodemvoorraad	0,6	Em: NIRS	Q
	Zuurgraad (pH)	5,6	Em: NIRS	Q
	C-organisch	2,8	Em: NIRS	Q
	Organische stof	5,3	Em: NIRS	Q
	C-anorganisch	0,05	Em: NIRS	Q
	Koolzure kalk	0,4	Em: NIRS	Q
	Klei (<2 µm)	2	Em: NIRS	Q
	Silt (2-50 µm)	9	Em: NIRS	Q
	Zand (>50 µm)	83	Em: NIRS	Q
	Klei-humus (CEC)	73	Em: NIRS	Q
	Microbiële biomassa	605	Em: NIRS	Q
	Microbiële activiteit	76	Em: NIRS	Q
	Schimmel biomassa	197	Em: NIRS	Q
	Bacteriële biomassa	218	Em: NIRS	Q
	Bulkdichtheid	1375	Em: NIRS	Q

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monstername en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 08-03-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monstername en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen



# BODEMCHEMISCH ONDERZOEK NATUURPOTENTIES DE KINSEL & DE MUNT



- Eindnotitie -



# BODEMCHEMISCH ONDERZOEK DE KINSEL & DE MUNT

*Eindnotitie*



*Titel rapport:*

*Bodemchemisch onderzoek De Kinsel & De Munt, eindnotitie*

*Auteurs:*

[REDACTED]

*Rapportnummer: RP-22.214.23.16*

*Opdrachtgever:*

*Staatsbosbeheer*

**Informatie:**

Onderzoekcentrum B-WARE BV  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Mercator III, Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen

**Contactpersoon:**

[REDACTED]

Tel: 024-

[REDACTED]@b-ware.eu

www.b-ware.eu



**INHOUDSOPGAVE**

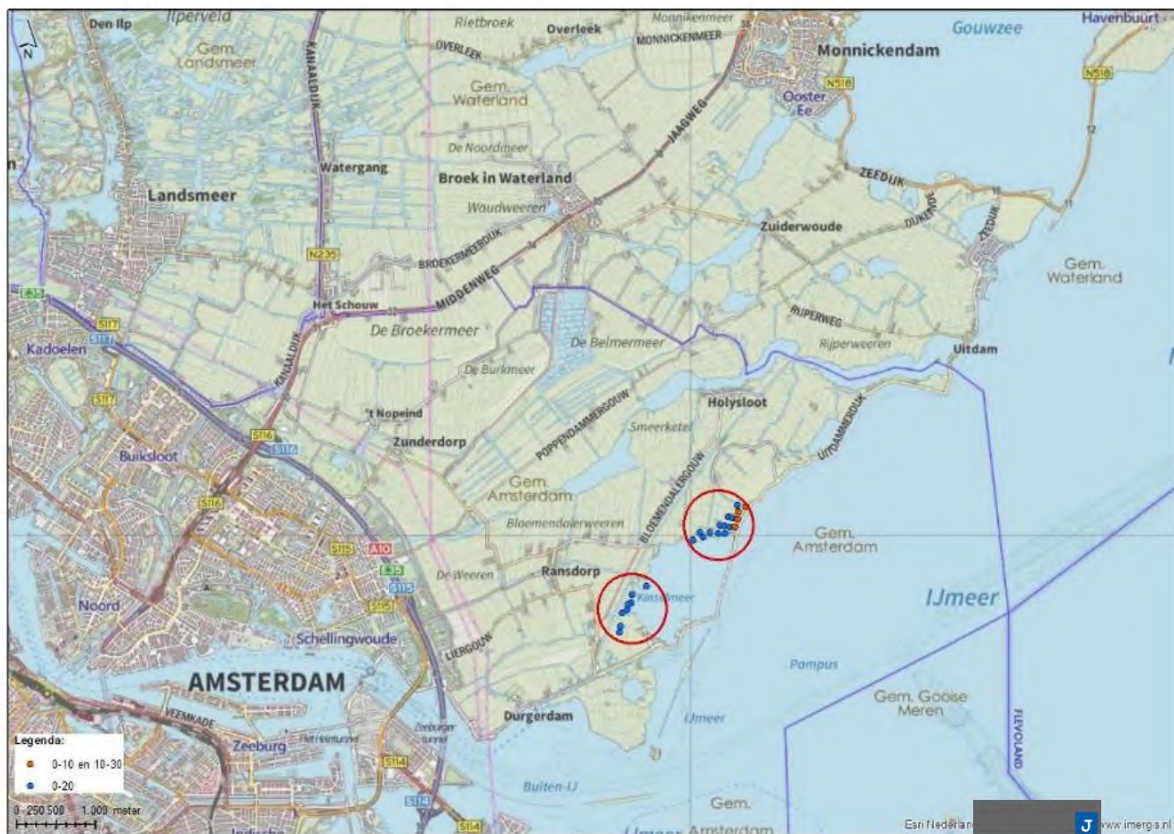
<b>1. Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding	7
1.2 Onderzoeksvragen bodemchemisch onderzoek	8
1.3 Leeswijzer	9
<b>2. Materiaal en methoden</b>	<b>11</b>
2.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek	11
2.2 Chemische analyse	15
<b>3. Abiotiek beoogde natuurtypen</b>	<b>17</b>
3.1 Heischraalgrasland, blauwgrasland en vochtig hooiland	17
3.2 Kruiden- en faunarijk grasland	18
<b>4. Resultaten bodemchemisch onderzoek</b>	<b>21</b>
4.1 Inleiding	21
4.2 Bodemtype	21
4.3 Algemene bodemchemie	23
4.4 Grondwaterstanden	35
4.5 Kansen voor natuurontwikkeling per locatie	36
<b>5. Synthese</b>	<b>48</b>
<b>6. Literatuur</b>	<b>52</b>
<b>7. Bijlagen</b>	<b>53</b>
7.1 Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem	53
7.2 Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden	54



## 1. INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Onderzoekcentrum B-WARE is door Staatsbosbeheer gevraagd om een bodemchemisch onderzoek uit te voeren om natuurpotenties en geschikte inrichtingsmaatregelen (verschralingsbeheer of lokaal plaggen van 10-20 cm) in kaart te brengen van voormalige landbouwgronden in de Kinsel en de Munt (Figuur 1).



Figuur 1. Overzicht van de globale ligging van het onderzoeksgebied (onder: de Kinsel; boven: de Munt).

De gebieden de Kinsel en de Munt (NNN) liggen in Waterland-Oost (Figuur 1). Dit geldt als een waardevol weidevogel- en veenlandschap in Laag Holland. Om deze kwaliteit te behouden (een toekomstbestendig en duurzaam landschap) is er binnen het IBP-VP (integraal beleidsprogramma - Vitaal Platteland) overeengekomen om, met als vertrekpunt het in 2019 opgesteld perspectief, maatregelen uit te voeren. Staatsbosbeheer heeft voor de eigen beheergebieden opdracht ontvangen om hier invulling aan te geven. In eerste instantie (eerste fase) gaat het om het opstellen van een inrichtingsplan voor de deelgebieden de Kinsel en de Munt.

Het doel voor de gebieden is ontwikkeling van soortenrijke vochtige hooilanden (SNL beheertype Vochtig hooiland N10.02). Dit is in het gebied als volgt gedefinieerd: vochtige, soortenrijke en extensief beheerde hooilanden die nauw verwant zijn of overeenkomen met het SNL beheertype 10.02 Vochtig hooiland.

Kenmerkend voor Laag Holland is een mozaïek van graslanden welke vegetatiekundig behoren tot het dotterbloemverbond, zilverschoonverbond, kamgrasverbond en het verbond van pijpenstrootje en biezenknoppen. De hooilanden zijn zowel weidevogelrijk als rijk aan plantensoorten (o.a. rietorchis, welriekende nachtorchis, waterkruid) en bezitten overgangen naar veenmosrijke stroken van het zwarte zegge-verbond (o.a. in de vorm van veenhooiland en veenmosrietland-achtige vegetaties). Binnen de regio Laag Holland wordt gestreefd naar weidevogelrijke vochtige



Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de verschravingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem, in dit geval met name de waterpeilen in het gebied. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. Wel zijn de N.A.P. hoogtes van de boorpunten bepaald. De monsterdieptes zijn in overleg met de opdrachtgever vastgesteld op basis van de hydrologische condities. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

### 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de toegepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de abiotiek van de beoogde natuurbeheertypes besproken. De resultaten van het bodemchemisch onderzoek worden in hoofdstuk 4 beschreven inclusief de kansen voor de natuurontwikkeling plus de mogelijke (inrichtings)maatregelen die daarvoor nodig zijn, waarna in hoofdstuk 5 een synthese volgt. Hoofdstuk 6 bevat een overzicht van de gebruikte literatuur en hoofdstuk 7 de bijlagen (Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem en Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden).



## 2. MATERIAAL EN METHODEN

### 2.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek

#### Monstername

Op 25-26 januari 2023 werden op 24 locaties boringen gezet tot op 120 cm-mv (Figuur 3). De locaties werden in overleg met de opdrachtgever vastgesteld. De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS (Tabel 1). Het bodemprofiel werd beschreven conform NEN 5104 door boormeester [REDACTED] van ATKB (zie Bijlage). Tevens werd de actuele grondwaterstand genoteerd en indien waarneembaar in het profiel ook de GHG en GLG (Tabel 1) geschat op basis van hydromorfe kenmerken.

**Tabel 1.** Overzicht van de bodemmonsterdatum, diepte (cm-mv), coördinaten, maaiveldhoogte (m N.A.P.) landgebruik, actuele grondwaterstand (GWS; 25-26 januari 2023), gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) per locatie. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 3.

MEETPUNT	DATUM	X	Y	MVH	MVTYPE	GWS	GHG	GLG
1	25-1-2023	129091	488787	-1,417	gras	10	0	70
2	25-1-2023	129105	488851	-1,418	gras	10	0	70
3	25-1-2023	129134	489020	-1,393	gras	15	0	50
4	25-1-2023	129190	489067	-1,379	gras	15	5	60
5	25-1-2023	129206	489124	-1,458	gras	15	5	60
6	25-1-2023	129244	489147	-1,472	gras	15	5	60
7	25-1-2023	129258	489256	-1,417	gras	15	5	60
8	25-1-2023	129434	489361	-1,289	gras	15	10	60
9	25-1-2023	130030	489937	-1,389	gras	5	0	60
10	25-1-2023	130114	490037	-1,36	gras	20	10	60
11	25-1-2023	130154	489991	-1,412	gras	0	0	50
12	25-1-2023	130241	490033	-1,402	gras	10	0	50
13	25-1-2023	130344	490021	-1,451	gras	30	20	60
14	25-1-2023	130429	490031	-1,567	gras	0	0	40
15	26-1-2023	130375	490136	-1,419	gras	25	10	60
16	26-1-2023	130432	490129	-1,548	gras	25	10	60
17	26-1-2023	130499	490111	-1,554	gras	20	10	60
18	25-1-2023	130564	490110	-1,531	gras	30	10	55
19	26-1-2023	130472	490244	-1,529	gras	25	10	60
20	26-1-2023	130528	490226	-1,531	gras	20	10	50
21	26-1-2023	130590	490198	-1,544	gras	0	0	60
22	26-1-2023	130603	490305	-1,529	gras	25	10	60
23	26-1-2023	130688	490369	-1,532	gras	15	5	50
24	26-1-2023	130588	490381	-1,57	gras	10	0	40

Op 20 locaties werd een mengmonster (5 steken) verzameld van de toplaag (0-20 cm-mv). Op 4 locaties (18, 21, 22, 23) werd een bodemmonster verzameld van de toplaag (0-10/20 cm-mv, mengmonster van 5 steken) en de bodem op 10/20-30 cm-mv (mengmonster van 5 steken). De exacte dieptes zijn in het veld vastgesteld door de boormeester op basis van de aangetroffen bodemopbouw/bodemhorizonten. Op eigen initiatief en kosten van B-WARE is ook op de overige 20 locaties een bodemmonster onder de toplaag verzameld voor analyse.

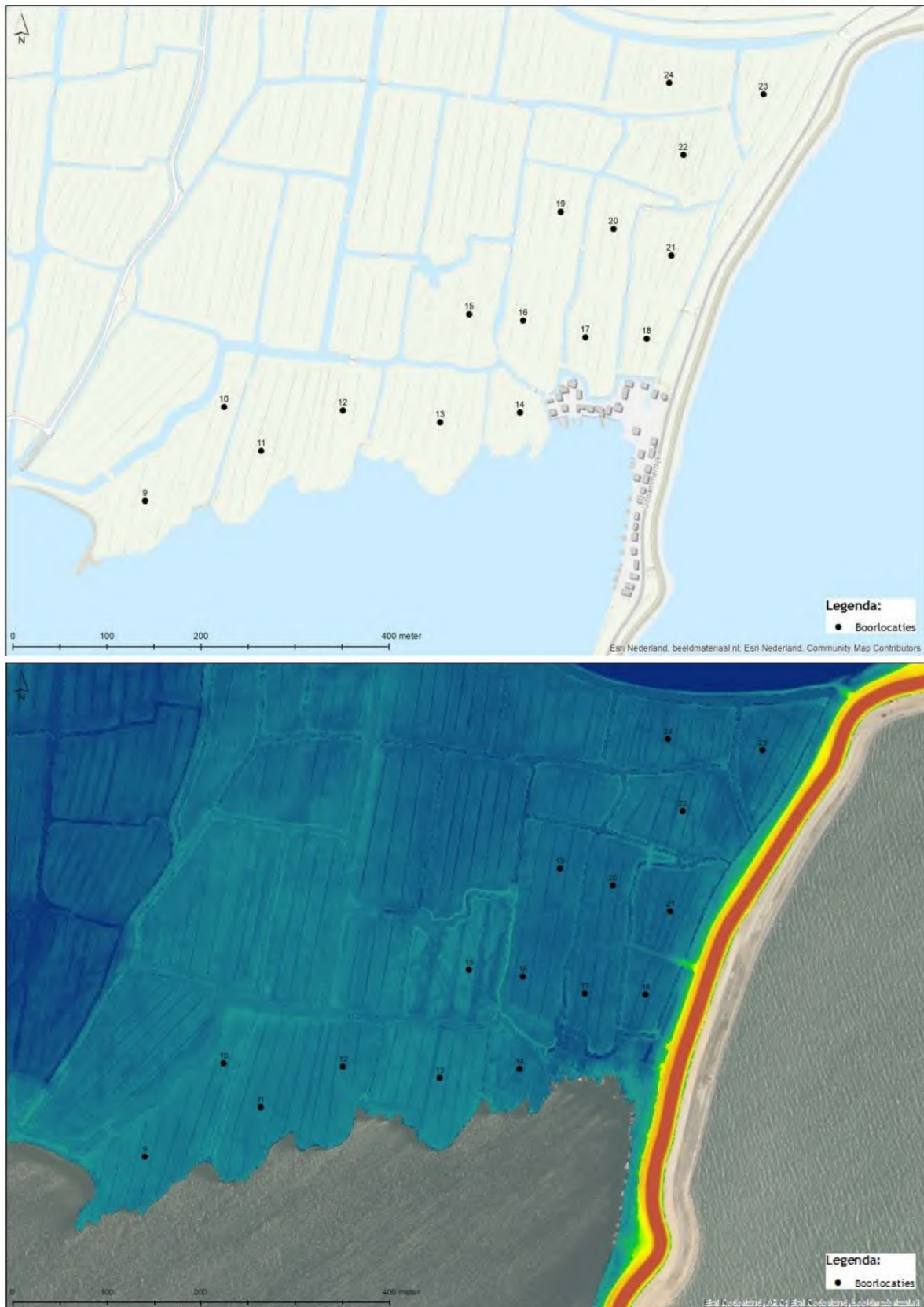
Op deze manier worden de potenties van de toplaag en de kansen voor schraallandontwikkeling na circa 10-20 cm plaggen in kaart gebracht.

De bodemmonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. Voor het in kaart brengen van verschalingsduren, ontgrondingsdieptes, natuurpotenties, aanvullende maatregelen en risico's zijn bewerkingen en analyses uitgevoerd (Olsen-extractie, destructie en zoutextractie).

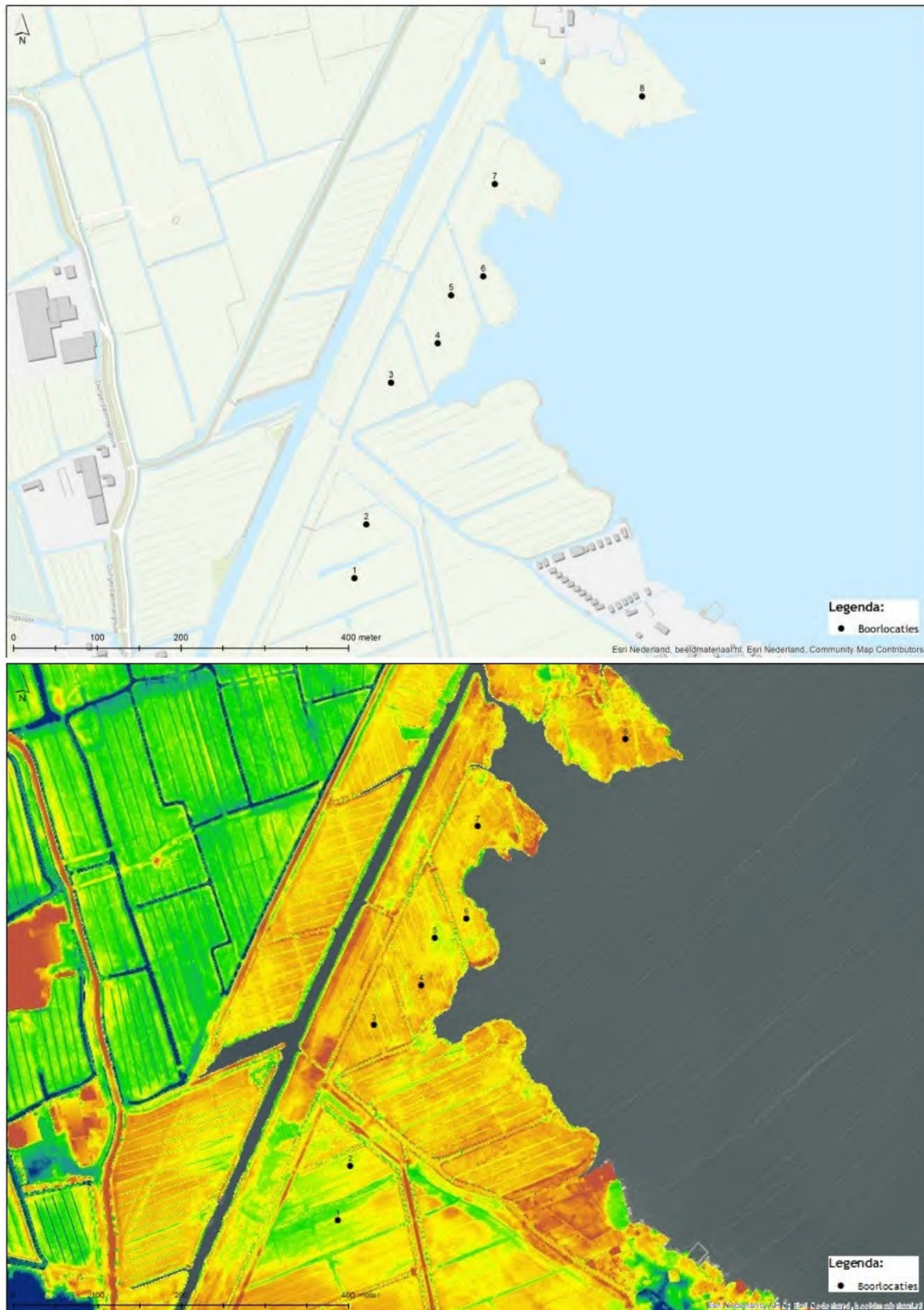
In paragraaf 2.2 worden de analysemethoden nader toegelicht.



**Figuur 3.** Overzicht van de ligging van de bodemmonsterlocaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.



Figuur 4. Overzicht van de ligging van de bodemonsterlocaties in het deelgebied de Munt op een topografische en hoogtekaart.



Figuur 5. Overzicht van de ligging van de bodemonmonsterlocaties in het deelgebied de Kinsel op een topografische en hoogtekaart.

## 2.2 Chemische analyse

### Bodemmonsters

Voor de bodemmonsters zijn de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid (massavolume);
- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- pH-zout en zoutuitwisselbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en calcium;

#### *Drooggewicht en organisch stofgehalte*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

#### *Destructie*

Door de bodem en plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

#### *Olsenextractie*

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie plantbeschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l<sup>-1</sup> natriumbicarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

#### *Zoutextractie*

Met een zoutextractie kunnen de vrij in de bodem zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

### Chemische analyses

#### *Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ARCOS MV of GREEN DUO, Spectro, Kleve, Duitsland). De concentraties nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride ( $\text{Cl}^-$ ) werd colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium ( $\text{Na}^+$ ) en kalium ( $\text{K}^+$ ) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

### 3. ABIOTIEK BEOOGDE NATUURTYPEN

#### 3.1 Heischraalgrasland, blauwgrasland en vochtig hooiland

Voor de ontwikkeling van soortenrijke vochtige tot natte natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren afhankelijk van de ijzer- en calciumconcentraties en/of de kleiigheid van de bodem):

- Heischraalgrasland/kleine zeggenvegetatie: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Vochtig hooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ); veelal (zeer) ijzerrijk.

Om de ontwikkeling van nat schraalland (N10.01) en vochtig hooiland (N10.02) mogelijk te maken dient de bodem voldoende gebufferd te zijn. Soortenrijke vochtige heischrale graslanden (N10.01) komen over het algemeen voor bij Ca-z concentraties van 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$  en Olsen-P concentraties van 150-400  $\mu\text{mol/l}$ . Onder zeer natte condities kan een kleine zeggenvegetatie tot ontwikkeling komen. Bij concentraties van circa 10.000-25.000  $\mu\text{mol/l}$  (Ca-t veelal >20 mmol/l) en Olsen-P concentraties van 200-500  $\mu\text{mol/l}$  kan een blauwgrasland worden ontwikkeld onder de juiste hydrologische omstandigheden (GRIP database B-WARE). Op gebufferde, ijzerrijke bodems kan onder vochtige tot natte omstandigheden een dotterbloemhooiland (of Elzenbroekbos) tot ontwikkeling komen (onder droge omstandigheden een kamgrasweide/glanshaverhooiland; onder zeer natte omstandigheden trilveen).



Figuur 6. Foto's van een dotterbloemhooiland in de Krimpenerwaard (foto's: J)

Voor de ontwikkeling van blauwgrasland en vochtig hooiland is niet alleen de buffering van belang maar ook de grondwaterstanden. Alleen als er voldoende grondwaterinvloed in maaiveld is zijn deze vegetaties mogelijk. Voor vochtig heischraal grasland kan aanrijking van de wortelzone met grondwater via capillaire opstijging ook al voldoende zijn. De periode waarin grondwater in de wortelzone uittreedt bepaalt in combinatie met de mate van buffering met het grondwater en de zuurproductie als gevolg droogval van de toplaag (op veenbodems bij voorkeur maximaal 10-20 cm) in de zomerperiode en verzurende (stikstof)depositie of bodems voldoende gebufferd blijven of (langzaam) verzuren.

Wanneer na een eventuele ontgroning aanvullend verschrallingsbeheer vereist is duidt dit erop dat de bodem na ontgroning nog niet voldoende P-arm is voor de beoogde ontwikkeling. Een aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel mogelijkheden om de gewenste P-concentraties binnen redelijke termijn te realiseren. Dit brengt echter ook risico's met zich mee. Onder licht/matig voedselrijke, vochtige tot natte omstandigheden kan de eerste jaren (wanneer aanvullende verschralling vereist is of wanneer voedselrijke toplagen worden vernat) verruiging met bijvoorbeeld pitrus optreden die een belemmering kan vormen voor de beoogde ontwikkeling (Figuur 7). Overigens is de pitrus op beperkt verrijkte bodems veelal ijler in vergelijking met voedselrijke bodems.



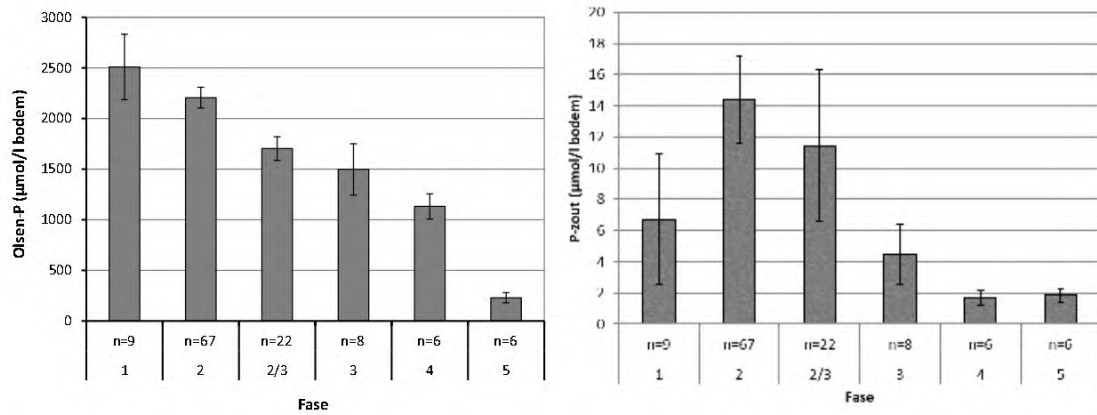
**Figuur 7.** Pitrusontwikkeling op percelen die na inrichting nog beperkt tot matig verrijkt zijn met fosfaat. Aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel perspectief. Door voldoende P-gelimiteerde omstandigheden te creëren en maaisel uit een referentiegebied op te brengen kan dit worden voorkomen. Foto's: [redacted] en [redacted].

### 3.2 Kruiden- en faunarijke grasland

Uit onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is ( $<900-1200/1500 \mu\text{mol/l}$ ; Figuur 8). Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet.

De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de meest labiele P-fractie voldoende laag is ( $P-z < 1-2 \mu\text{mol/l}$ ) en ook de nitraatconcentratie laag is ( $<50-100 \mu\text{mol/l}$ ).

Om op voedselrijkere, droge gronden de dominantie van witbol te doorbreken, wordt geadviseerd witbol vroeg af te maaien, bijvoorbeeld in mei. Deze grassen bloeien namelijk voordat de zomerkruiden gaan bloeien. Op deze manier wordt gestreepte witbol actief teruggedrongen ten gunste van later bloeiende kruidachtigen. Goed ontwikkelde kruidenrijke graslanden worden vaak laat in de zomer (augustus/september) gemaaid. Onder vochtige tot natte voedselrijke condities is het risico op pitrusontwikkeling groot.



**Figuur 8.** Olsen-P (links) en P-z (rechts) concentratie in µmol/l bodem van graslandpercelen in Overijssel ingedeeld per graslandfase naar Schippers e.a. (2012). Verklaring graslandfasen (van voedselrijk naar schraal): fase 1 = raaigraslanden, fase 2 = witbolgraslanden, fase 3 = gras-kruidentmix, fase 4 = kruidentrijk grasland en fase 5 = heischraal grasland. Bron: Scherpenisse e.a. (2017).



**Figuur 9.** Foto's van goed ontwikkeld vochtig kruident- en faunarijk grasland. Foto's:



## 4. RESULTATEN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

### 4.1 Inleiding

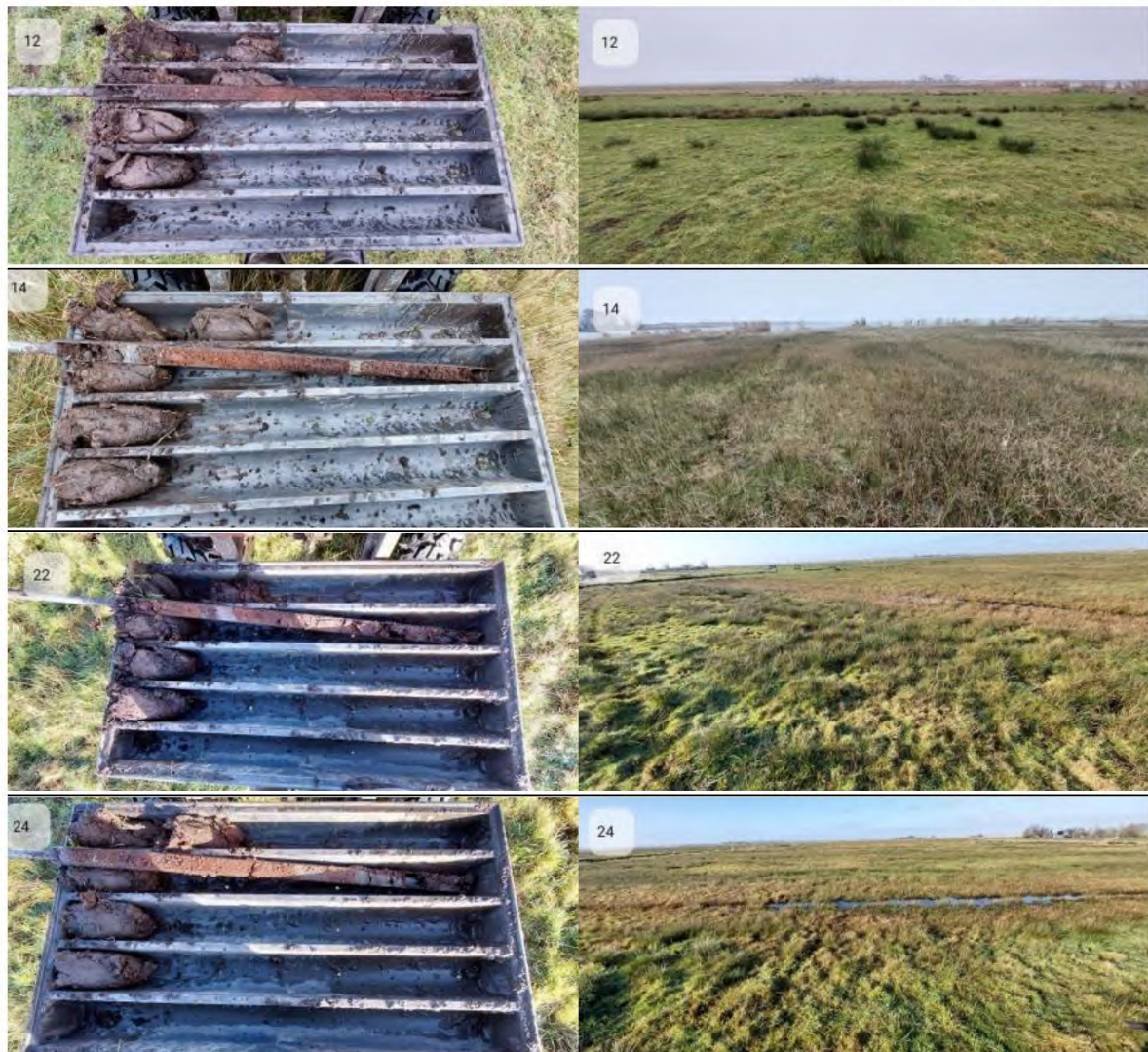
In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.2 wordt het bodemtype en de bodemopbouw gepresenteerd, in paragraaf 4.4 komt de algemene bodemchemie aan bod en in paragraaf 4.5 worden de grondwaterstanden besproken. In paragraaf 4.5 worden de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur per locatie besproken en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Ten slotte worden enkele algemene aandachtspunten bij natuurontwikkeling gegeven.

### 4.2 Bodemtype

De bodem in het onderzoeksgebied de Kinsel en de Munt bestaat uit siltig, humeuze klei en (veraard) veen. In de Kinsel (locaties 1-8) ligt het organisch stofpercentage tussen 10-43%. In de Munt (locaties 9-24) tussen 22-90%. De dikte van de bouwvoor varieert van circa 20-30 cm, maar is overwegend 20 cm. In de Kinsel bestaat de toplaag voornamelijk uit klei, met daaronder veelal een BC horizont. Op locaties in de Munt is onder de bouwvoor vaak een A horizont te vinden van (sterk) veraard veen. De intacte C horizont ligt op de meeste locaties rond de 50-60 cm-mv, maar op een aantal locaties nog dieper (zie Bijlage 7.1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie). Bij de adviezen per locatie zal worden beschreven hoe voedselrijk de toplaag en bodemlaag daaronder is en welk natuurbeheertype ontwikkeld kan worden door middel van een verschravingsbeheer of het plaggen van de toplaag. Zie Figuur 10 en Figuur 11 voor een impressie van de boorprofielen en locaties.



**Figuur 10.** Foto's van de boorprofielen en impressie van de locaties in de Kinsel. De bodems zijn uitgelegd per 10 cm tot 50 cm-mv (kolom van boven naar beneden). Het profiel van 50-120 cm-mv is met een guts gestoken. Foto's: J



Figuur 11. Foto's van de boorprofielen en impressie van de locaties in de Munt. De bodems zijn uitgelegd per 10 cm tot 50 cm-mv (kolom van boven naar beneden). Het profiel van 50-120 cm-mv is met een guts gestoken. Foto's: J

### 4.3 Algemene bodemchemie

Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren afhankelijk van de ijzer- en calciumconcentraties en/of de kleigheid van de bodem):

- Heischraalgrasland/kleine zeggenvegetaties: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Vochtig hooiland/dotterbloemhooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ), veelal (zeer) ijzerrijk;
- Veenmosrietland (als maat voor veenmoeras): 250-750  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-t 2-6 mmol/l en pH-z 3,5 - 5) (van Diggelen et al., 2018) ;

- Vochtig kruiden- en faunarijk grasland: 900-1200/1500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (P-z < 2  $\mu\text{mol/l}$ ).
- Vochtig weidevogelgrasland (N13.01):  $\pm$  <1500  $\mu\text{mol/l}$  bodem.

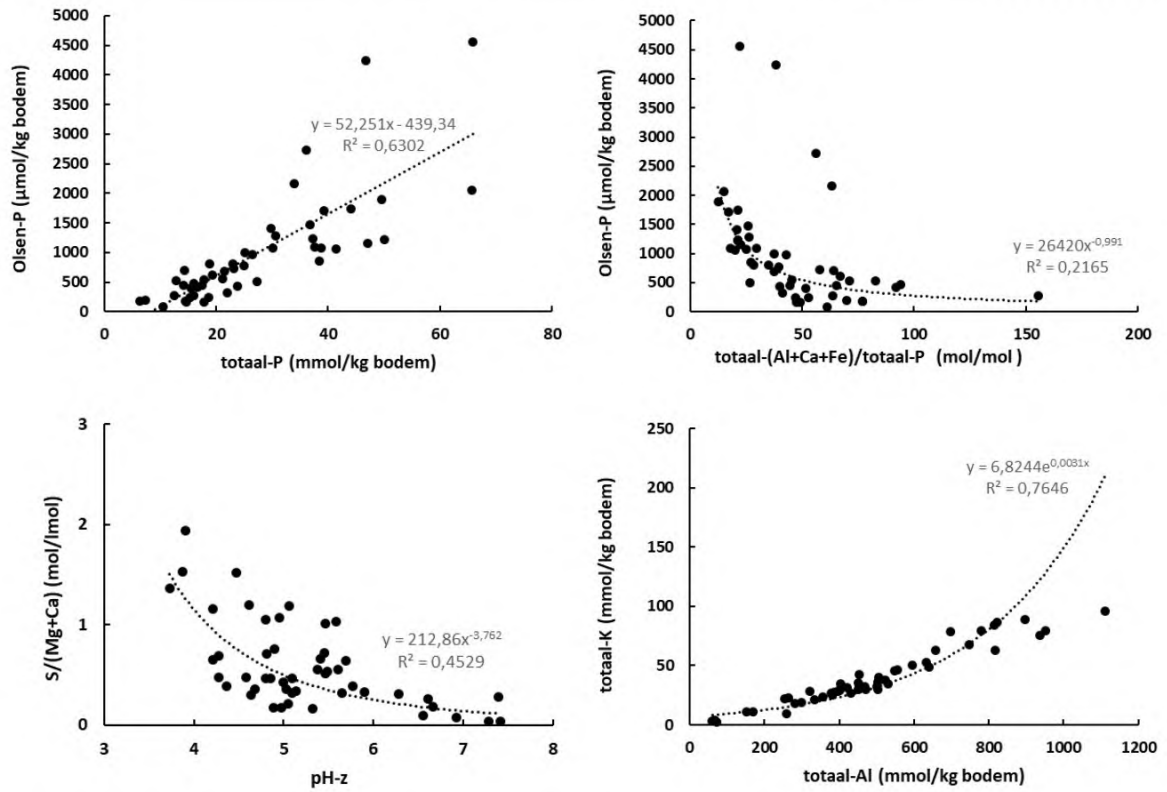
De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem weer waarvan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten (zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen). Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties (gehalten) in deze rapportage uitgedrukt per liter verse bodem.

#### Bodemcorrelaties

Een lage fosfaatbeschikbaarheid biedt (zoals beschreven in Bijlage 7.2 Natuurontwikkeling op landbouwgronden), goede kansen voor de ontwikkeling van voedselarme natuur. In Figuur 12 worden correlaties tussen een aantal relevante bodemchemische variabelen weergegeven. In Figuur 14-Figuur 22 wordt de ruimtelijke variatie van de Olsen-P, P-t, Al-t, Ca-t, Ca-z, S/(Mg+Ca), P-z, NO<sub>3</sub>-z, NH<sub>4</sub>-z, pH-z en de verschralingsduur (M5) in de toplaag en bodemlaag daaronder in het onderzoeksgebied weergegeven. De concentratie Olsen-P (plantbeschikbaar fosfaat) neemt toe bij een toename van de totale P-voorraad in de bodem, maar de variatie is groot.

De concentratie Olsen-P is dus niet alleen afhankelijk van de totaal-P concentratie. Fosfor kan namelijk zeer effectief worden geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals Fe<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (onder anaerobe condities) en FePO<sub>4</sub> onder aerobe condities. Ook calcium kan P-immobiliserend werken waarbij de vorming van relatief slecht oplosbare calciumfosfaat complexen belangrijk zijn. Dit calcium gebonden-P komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook klei-/leemdeeltjes (de totaal-aluminium concentratie is indicatief voor het lutumpercentage: keileembodems zijn rijker aan tot-Al) zijn een sterke P-binder. Op plaatsen waar de bodem rijker is aan ijzer, calcium en/of aluminium (Figuur 12, rechtsboven) ten opzichte van totaal-P, is de P-beschikbaarheid voor planten lager.

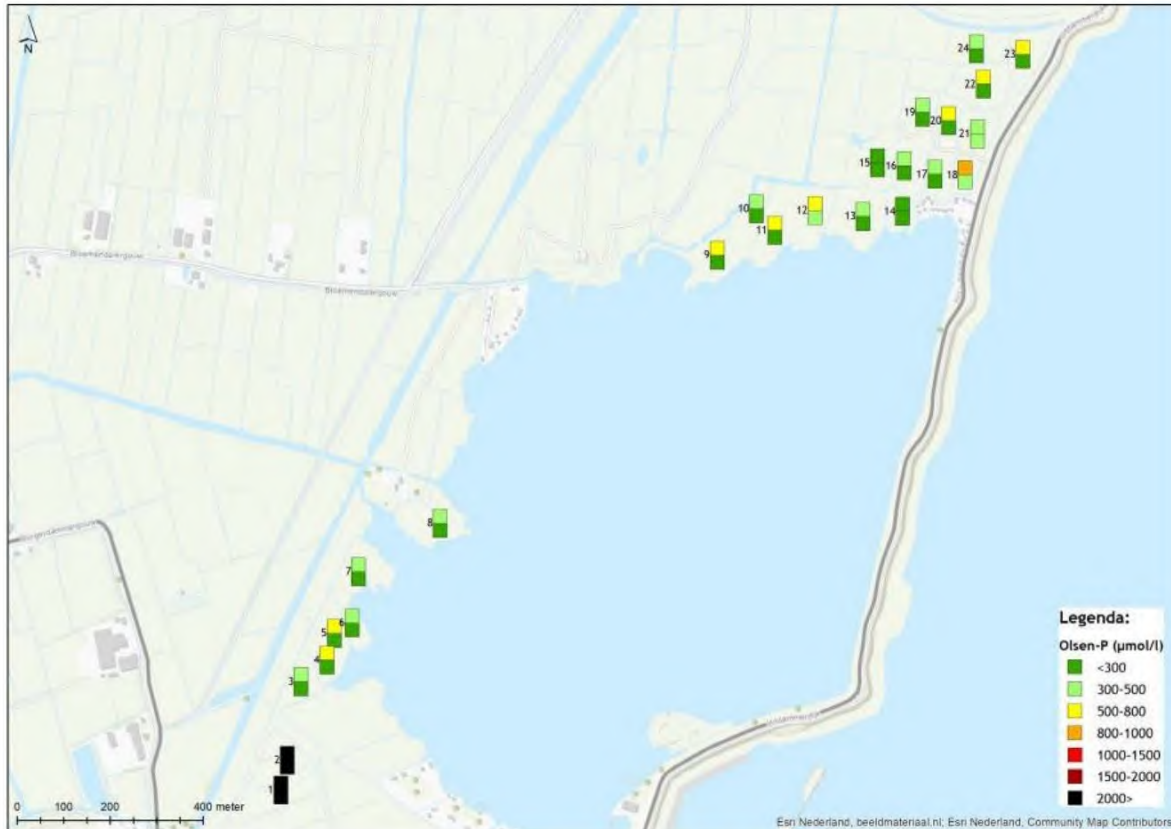
De S/(Mg+Ca)-verhouding in de bodem, een maat voor de verzuringsgevoeligheid van veenbodems bij droogval, neemt af bij een toename van de pH-z (Figuur 12, linksonder). Hier komen we later op terug.



Figuur 12. Correlaties tussen enkele bodemchemische variabelen in het onderzoeksgebied.

Ruimtelijke variatie Olsen-P concentratie

De toplaag van de bodems is op de meeste locaties reeds voedselarm of slechts beperkt verrijkt met fosfaat (Figuur 13). Op locaties 4, 5, 9, 11, 12, 20, 22 en 23 is de toplaag geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie tot 800  $\mu\text{mol/l}$ . Op locaties 1, 6-8, 10, 12-17, 19, 21 en 24 is de toplaag geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol/l}$ . Op locatie 18 is de Olsen-P concentratie van de toplaag circa 950 en op 10-30 cm circa 400  $\mu\text{mol/l}$ . Enkel locatie 1 en 2 in het zuidelijke deel zijn sterk verrijkt in de toplaag en de bodemlaag daaronder ( $2000 >$   $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P). Onder de toplaag zijn de P-concentraties op de meeste locaties nog lager ( $<300$   $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P) en geschikt voor nat schraalland onder de juiste hydrologische omstandigheden.

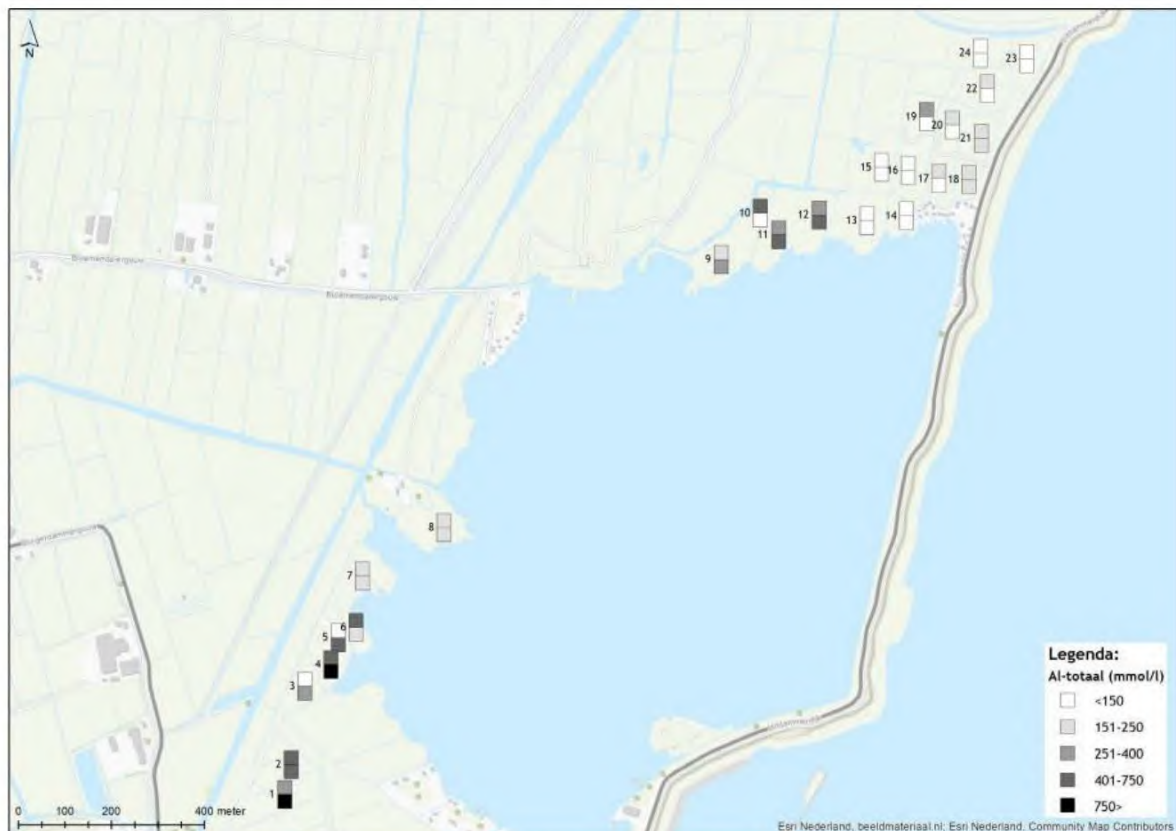


**Figuur 13.** Ruimtelijke variatie van de Olsen-P concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20> cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

### Ruimtelijke variatie Al-totaal concentratie

Naast de fosfaatconcentraties zijn ook andere bodemchemische parameters belangrijk. Vochtig hooiland komt onder ander voor op natte veen- en kleibodems. Vrijwel al het kalium in de bodem is ingebouwd in lutumdeeltjes waardoor dit een goede maat is voor de kleiigheid van de bodem. In lutumdeeltjes komt aluminium en kalium in een vaste verhouding voor waardoor deze sterke correlatie kan worden verklaard. In het gebied is een sterke correlatie aanwezig tussen de totaal-aluminiumconcentratie en de totaal-kaliumconcentratie (zie Figuur 12, rechtsonder). De totaal-aluminiumconcentratie is dus in dit gebied een goede indicatie van de kleiigheid van de bodem: hoe hoger de Al-tot concentratie hoe kleiiger de bodem. Dit kan ook het gevolg zijn van inklinking als gevolg van veenafbraak. Bodems met een lage Al-tot concentraties zijn sterk venige bodems.

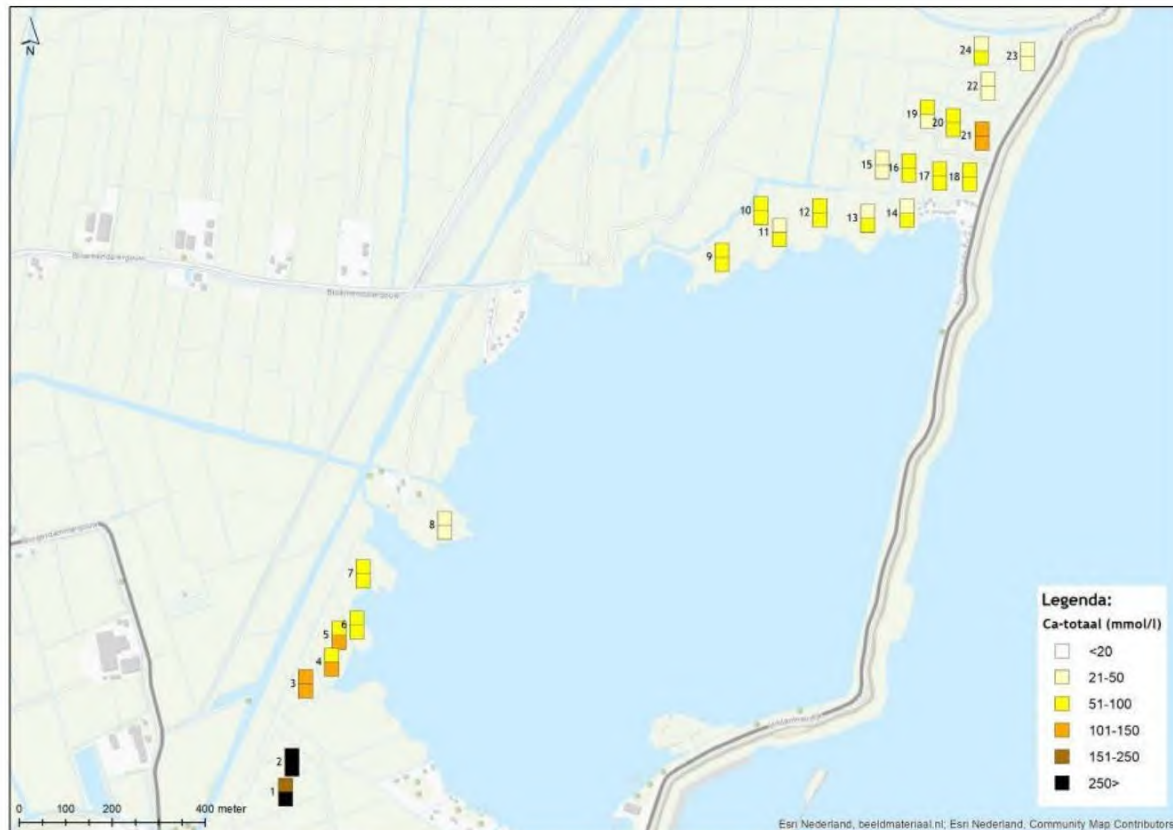
In Figuur 14 wordt de aluminium-totaal concentratie per locatie ruimtelijk weergegeven op een topografische kaart. Hieruit blijkt dat met name op de locaties in de Kinsel en locaties 9-12 in de Munt de bodem aluminiumhoudend en daarmee kleiiger is (Figuur 14). Op de locaties 13-24 is de aluminiumconcentratie op de meest plekken <250 mmol/l.



**Figuur 14.** Ruimtelijke variatie van de Al-totaal concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20> cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

**Ruimtelijke variatie Ca-totaal concentratie**

De Ca-totaal concentraties in het onderzoeksgebied variëren van circa 21-250<sup>></sup> mmol/l. Met name de (kleiige) locaties in het zuiden van de Kinsel zijn zeer sterk calciumhoudend (locaties 1 en 2). In het noorden van de Munt lijken de Ca-t concentraties op de meeste locaties wat lager (21-100 mmol/l), maar nog steeds geschikt voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland of nat schraalland.



**Figuur 15.** Ruimtelijke variatie van de Ca-totaal concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20<sup>></sup> cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

Ruimtelijke variatie Ca-z concentratie

De Ca-z concentraties in het onderzoeksgebied laten over het algemeen dezelfde trend zien als de totaal-Ca concentraties en variëren van circa 10001-50000  $\mu\text{mol/l}$ , dit past bij de ontwikkeling van een vochtig hooiland of nat schraalland over voldoende voedselarme condities en de juiste hydrologische omstandigheden. Met name locaties in het zuiden van de Kinsel zijn sterker calciumhoudend (locaties 1-7).



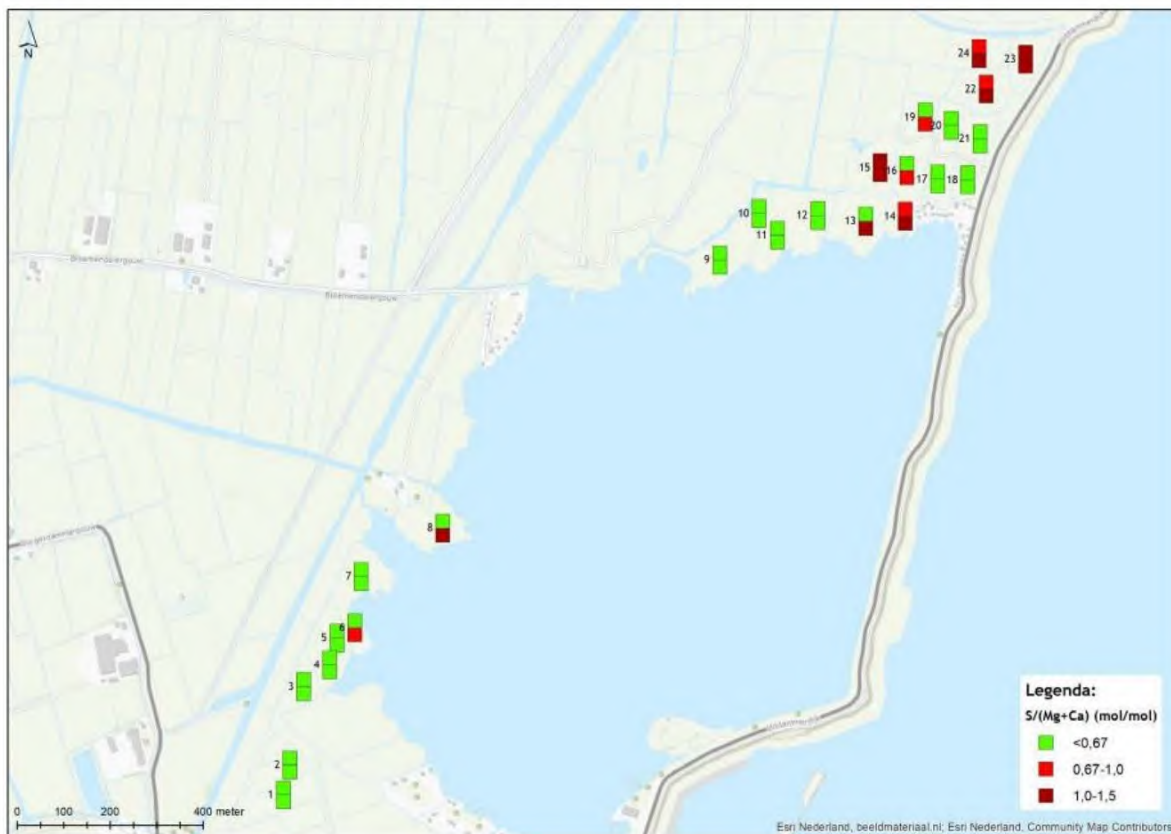
**Figuur 16.** Ruimtelijke variatie van de Ca-z concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20 > cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

Ruimtelijke variatie S/(Mg+Ca)-verhouding

Vooral in anaerobe (veen)bodems kunnen veel gereduceerde ijzerzwavelverbindingen aanwezig zijn. Zwavelrijke (organische) bodems kunnen sterk verzuren bij droogval wanneer deze gereduceerde ijzerzwavelverbindingen worden geoxideerd.

1.  $\text{FeS}_2 + 7 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{Fe}^{2+} + 4 \text{SO}_4^{2-} + 4 \text{H}^+$  (onvolledige oxidatie)
2.  $\text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 + 10 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{Fe}(\text{OH})_3 + 8 \text{H}^+$  (samen met (1) volledige oxidatie).

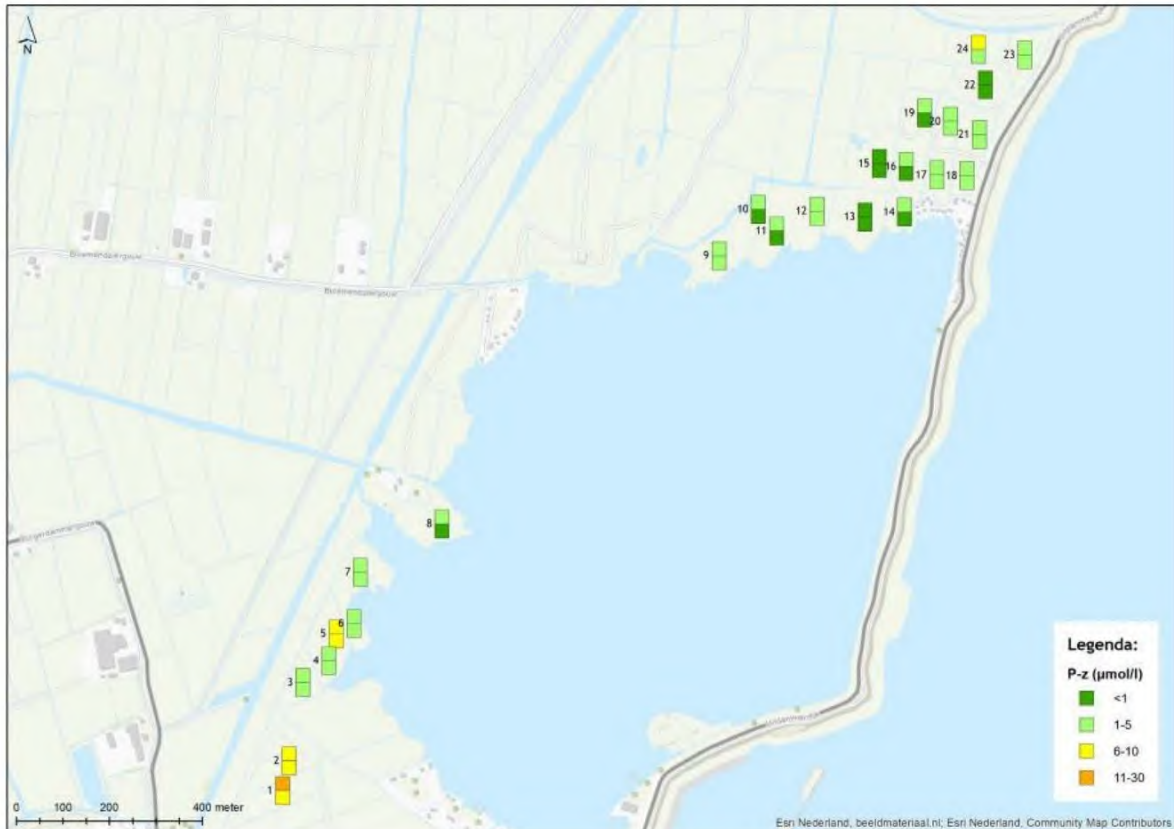
Uit de reactievergelijkingen (1) en (2) blijkt dat de oxidatie tevens leidt tot de productie van zuur (protonen,  $\text{H}^+$ ) en daarmee tot verzuring. Een maat voor de verzuringsgevoeligheid is de S/(Ca+Mg)-ratio in de bodem (Lucassen e.a., 2002). Bij een ratio hoger dan 0,67 is de bodem te rijk aan zwavel en/of te zwak gebufferd om verzuring te voorkomen. Dit is met name relevant voor natte (veen)bodems die droogvallen. In het onderzoeksgebied zijn met name in het noorden van de Munt verzuringsgevoelige bodems aanwezig (Figuur 17) wat resulteert in een lagere pH (Figuur 12, linksonder) op de locaties 8, 12, 15, 22 en 23 (Figuur 21). Bij de droogval/oxidatie van venige bodems wordt sulfaat geproduceerd. Onder natte omstandigheden zien we vooral P-mobilisatie. Dit kan van invloed zijn op de waterkwaliteit.



**Figuur 17.** Ruimtelijke variatie van de S/(Ca+Mg)-ratio in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (>10/20 cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

Ruimtelijke variatie P-z concentratie

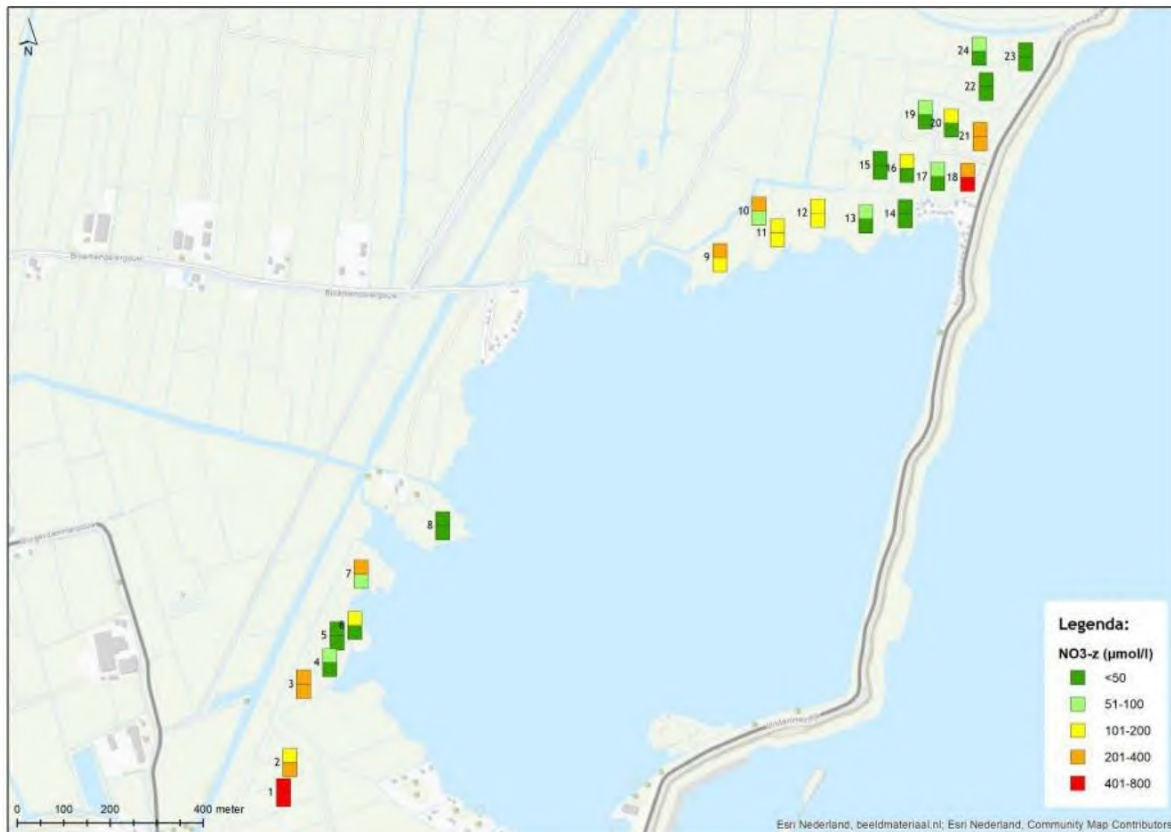
De Olsen-P concentratie geeft weer hoeveel fosfaat beschikbaar is voor planten, de P-zoutconcentratie laat zien hoeveel labiel (snel beschikbaar) fosfaat aanwezig is in de bodem. Bij lage P-zout concentraties kan de kruidenrijkdom van de toplaag al eerder toenemen. De labiel-P concentratie in de bodem is op de meeste locaties laag ( $<5 \mu\text{mol/l}$ ). Enkel op locaties 1, 2, 5 en 24 is de P-z concentratie verhoogd in de toplaag ( $6-10 \mu\text{mol/l}$ ).



**Figuur 18.** Ruimtelijke variatie van de P-z concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20> cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

Ruimtelijke variatie NO<sub>3</sub>-z concentratie

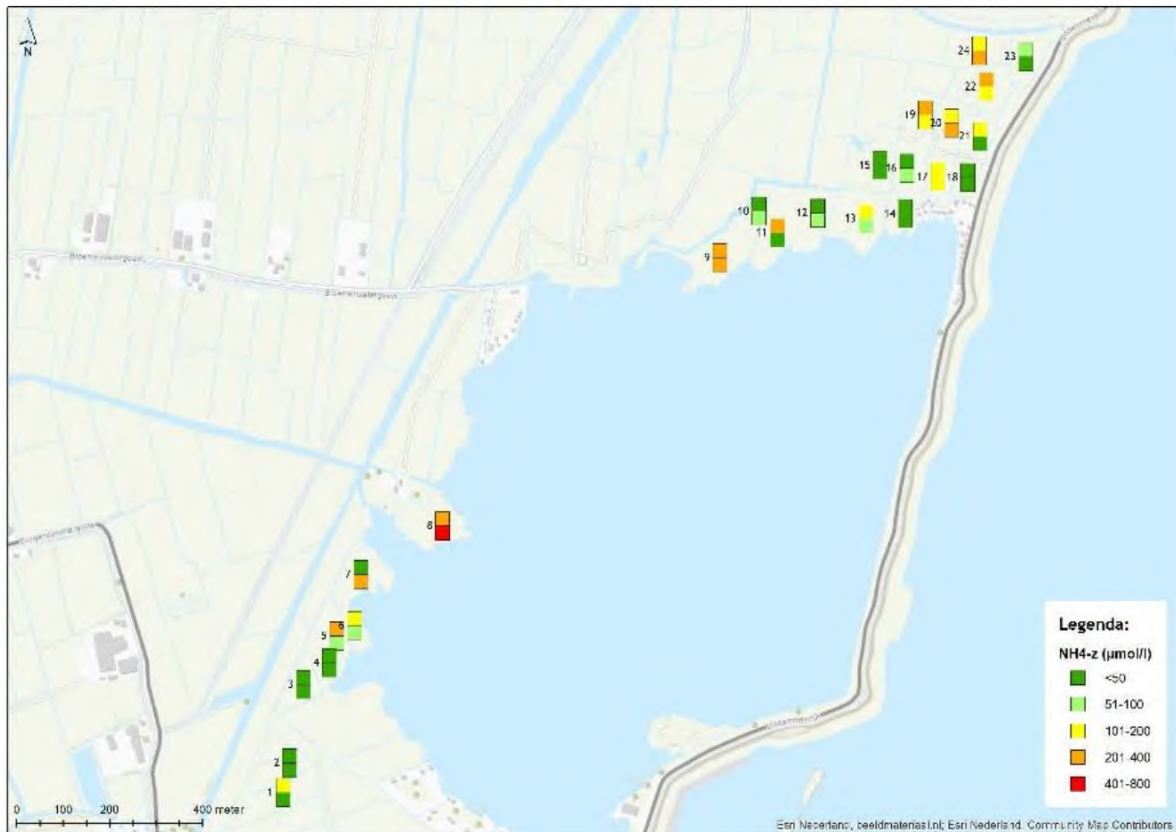
De nitraatconcentratie in de bodem varieert in het onderzoeksgebied. Met name in het noorden van de Munt is de nitraatconcentratie in de bodem laag (<100 µmol/l).



**Figuur 19.** Ruimtelijke variatie van de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-z concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20> cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

Ruimtelijke variatie  $\text{NH}_4^+$ -z concentratie

De ammoniumconcentratie in de bodem varieert in het onderzoeksgebied. Op de meeste locaties is de ammoniumconcentratie in de toplaag laag ( $<100 \mu\text{mol/l}$ ). De concentratie in de bodem is met name aan de hoge kant op locaties 5, 8, 9 en 11 en in het noordelijke deel van de Munt (locaties 17, 19-22 en 24). Dit zijn overwegend locaties waar lagere nitraatconcentraties zijn gemeten en stikstof aanwezig is als ammonium. Dit duidt op nattere en/of zuurdere condities.

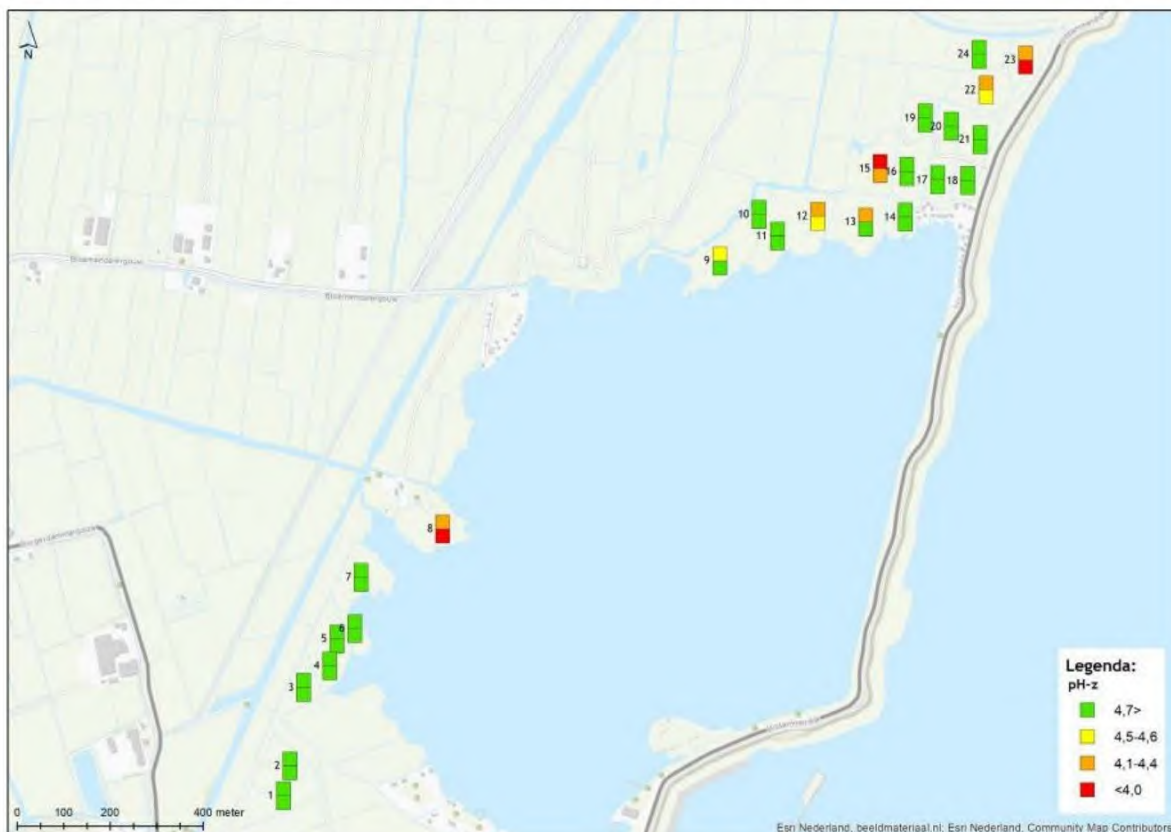


**Figuur 20.** Ruimtelijke variatie van de  $\text{NH}_4^+$ -z concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20> cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

Ruimtelijke variatie pH-z concentratie

Een goede bodemkwaliteit zorgt voor veel voedsel in de grond waar de weidevogels van profiteren: voor adulten vooral regenwormen en emelten, voor kuikens (insecten)larven. Een goede bodemkwaliteit zorgt voor de open, structuur-, kruiden- en insectenrijke vegetatie, die essentieel is voor de kuikens (Vogelbescherming Nederland, 2016). De aanwezigheid en activiteit van bodemleven wordt in het veenweidegebied in sterke mate bepaald door organische stof (bepaalt heel sterk de hoeveelheid voedsel die voor het bodemleven aanwezig is) en de pH (regenwormen houden over het algemeen niet van een zuur milieu). Voor een goede regenwormenstand moet de bodem pH-z niet beneden 4,5 dalen (Deru, 2021; Deru *et al.*, 2018). Een aantal van de locaties in het onderzoeksgebied zijn licht verzuurd (locaties 8, 12, 22 en 23), en één van de locaties sterk verzuurd (locatie 15). Op locaties waar de pH-z soms te laag is (<4,5) kan een bekalking worden uitgevoerd. Hier dient echter voorzichtig mee te worden omgegaan in verband met het risico op veenafbraak. Het opstellen van een bekalkingsadvies maakt geen onderdeel uit van de opdracht. Hiervoor kan eventueel contact worden opgenomen met het Louis Bolk Instituut

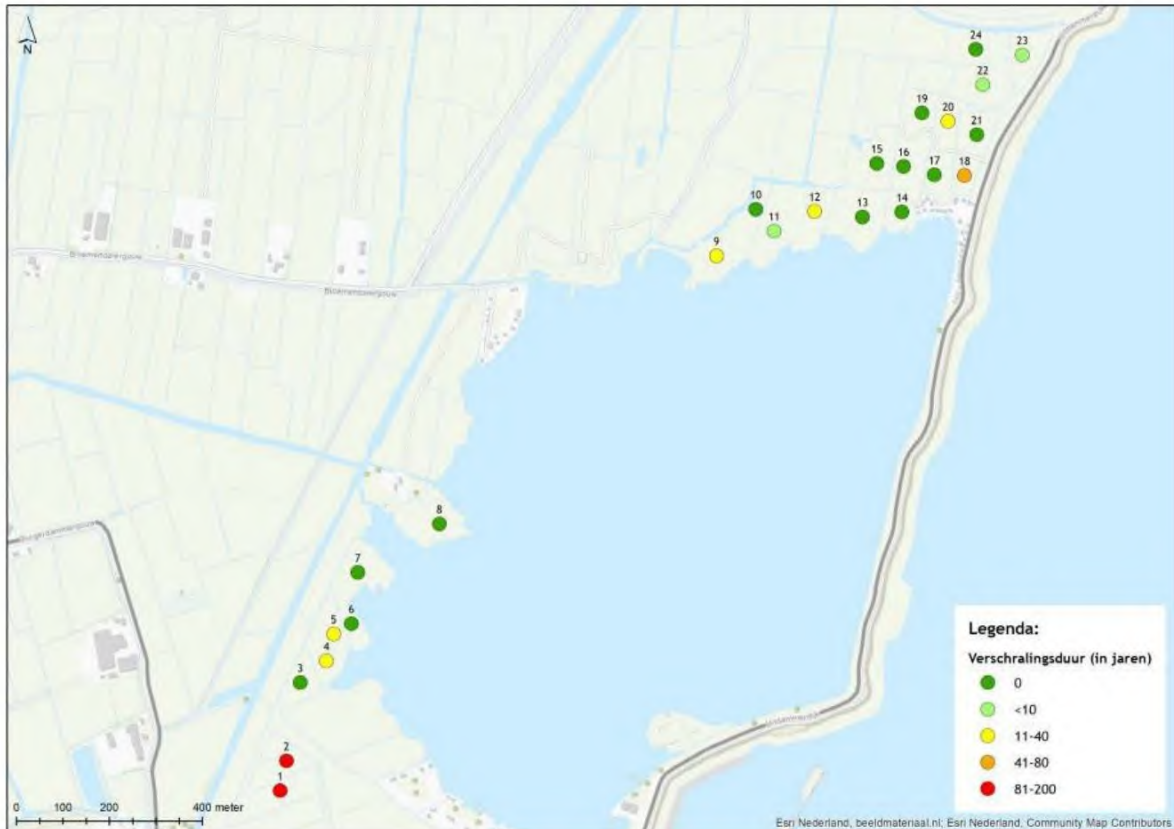
Het eventueel aanbrengen van ruwe stalmest is deels afhankelijk van de doelstelling op de betreffende locatie. Ruwe stalmest is goed voor het bodemleven en het aantal regenwormen, wat goed is voor de adulte weidevogels, maar verrijkt de bodem wat tot een vermindering van kruidenrijkdom, wat belangrijk is voor de kuikens, zal zorgen. Voor de percelen met een doelstelling om de kruidenrijkdom te verhogen en/of het ontwikkelen van schralere vegetatie is het opbrengen van ruwe stalmest dus niet gewenst.



**Figuur 21.** Ruimtelijke variatie van de pH-z concentratie in de toplaag (0-10/20 cm; bovenste vakje) en bodemlaag onder de toplaag (10/20> cm-bv; onderste vakje) op de locaties in het onderzoeksgebied op een topografische kaart.

Ruimtelijke variatie verschalingsduur (M5)

De bodem in het onderzoeksgebied is relatief beperkt verrijkt met fosfaat, dat is erg positief: wanneer we kijken naar het verschrallen van de toplaag tot een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol/l}$  dan blijkt dat (op basis van de bodemchemie) het overgrote deel van de locaties reeds voldoende P-arm en waardoor reeds nat schraalland of vochtig hooiland tot ontwikkeling kan komen onder vochtige condities. Enkel locaties 1 en 2 hebben een hoge verschalingsduur: 160-163 jaar tot een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol}$ /en 133-139 jaar tot een Olsen-P concentratie van 800  $\mu\text{mol/l}$ . Op locatie 18 is de verschalingsduur tot een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol/l}$  43 jaar en 13 jaar tot een Olsen-P concentratie van 800  $\mu\text{mol/l}$ .



**Figuur 22.** Overzicht van de verschalingsduur tot een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol/l}$  (M5) in de toplaag (0-20 cm) op de locaties in het onderzoeksgebied De Kinsel & De Munt op een topografische kaart.

#### 4.4 Grondwaterstanden

Welke natuurbeheertypen zich daadwerkelijk in het gebied kunnen ontwikkelen is onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom van de bodem, de mate van buffering van de bodem, het bodemtype en de waterkwaliteit en waterstanden. Bij natte schraallanden of vochtige hooilanden op veengronden is het van belang dat de waterstanden in de zomer bij voorkeur maximaal 10-20 cm uitzakken om mineralisatie/afbraak van het veen te voorkomen.

De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het onderzoeksgebied varieert van 0-20 cm-mv. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) varieert van 40-70 cm-mv. Dat is ook de diepte waarop de intacte C-horizont is aangetroffen. Onder permanent natte condities kan geen mineralisatie door droogval plaatsvinden (wel onder andere door sulfaat of nitraat). Zie Tabel 1 voor een overzicht per locatie. De huidige waterstanden lijken in de zomer dus nog wat te ver uit te zakken.

Het hydrologische aspect maakt echter geen onderdeel uit van het onderzoek. De focus van het onderzoek ligt op het in kaart brengen van de voedselrijkdom van de toplaag, de diepte van het fosfaatfront en de natuurpotenties.

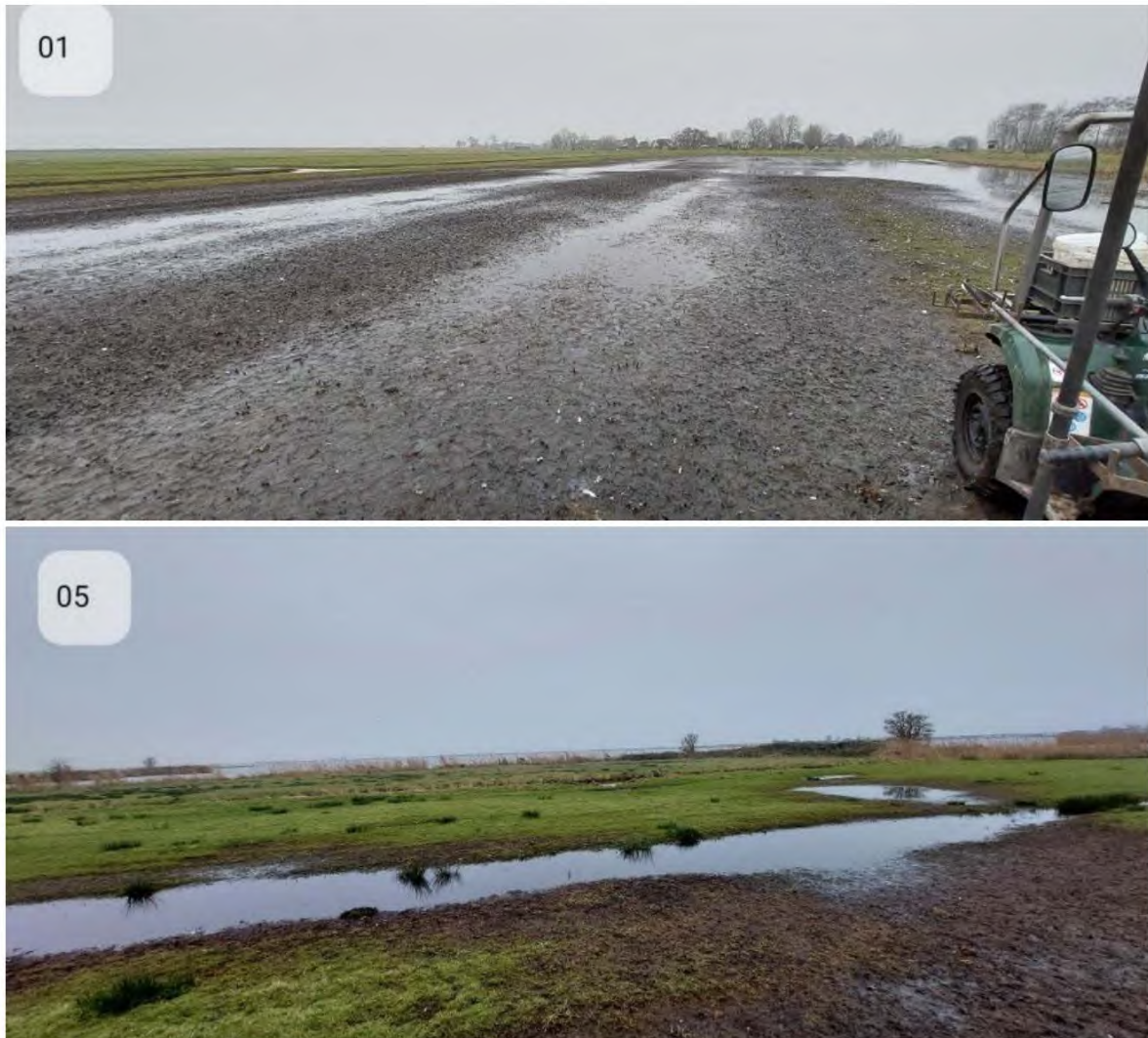
#### **4.5 Kansen voor natuurontwikkeling per locatie**

Doel van het huidige onderzoek is om de kansen voor de ontwikkeling van nat schraalland of vochtig hooiland op een aantal (voormalige) agrarische percelen te bepalen. De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Hoofdstuk 7.2).

In deze paragraaf is het onderzoeksgebied opgedeeld in twee gebieden, de Kinsel en de Munt. Per gebied en per locatie worden de belangrijkste bodemchemische variabelen, potenties en geschikte maatregelen kort toegelicht. Naast de locaties 18, 21, 22 en 23 (waar de opdrachtgever ook een analyse onder de toplaag wilde laten uitvoeren), zijn op de andere locaties ook monsters genomen in de diepte om de meerwaarde van 10(-20) centimeter plaggen te onderzoeken.

In Figuur 25 zijn de beoogde natuurdoelen en benodigde ontgrondingsdieptes inzichtelijk gemaakt. Het opstellen van een inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van deze opdracht, evenals de toetsing of een eventuele ontgroning past binnen het (ecohydrologische) systeem.

De Kinsel (locaties 1-8)



Figuur 23. Impressie van het gebied de Kinsel (boven: locatie 1; onder: locatie 5).

**Tabel 2.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in het gebied de Kinsel. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P ( $\mu\text{mol/L}$ ); -t = totale concentratie (mmol/L), -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/L}$ ). M5/M8 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500/800  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3,0 mmol/L) bij een P-afvoer van 10 kg P/ha/jr. Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO <sub>3</sub> -z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/L}$	mmol/l	$\mu\text{mol/L}$	$\mu\text{mol/L}$	jaren	
<5	<150	<20	<4000	<20	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	21-50	4001-10000	21-50	2,5	51-100	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	51-100	10001-20000	51-100	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	101-150	20001-35000	101-150	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	150-250	35001-50000	151-300	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>300	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschralling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschralling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MgCa	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO <sub>3</sub> -z	NH <sub>4</sub> -z	M5	M8
1	0-10	Klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	27	55	0,5	2437	35,2	373	182	221	42	123	56	0,18	4	37427	600	8630	6,7	100	13,0	638	120	87	74
	10-20	Klei, matig siltig	BC	10	33	0,9	2001	31,3	758	704	516	80	327	34	0,03	6	43681	138	11329	7,4	100	8,0	424	9	73	59
2	0-10	Klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	18	46	0,7	2926	32,2	561	322	353	58	206	38	0,07	3	43186	87	8151	6,9	100	8,9	148	8	84	73
	10-20	Klei, matig siltig	BC	13	36	0,9	2403	31,8	687	610	491	70	294	35	0,04	11	46073	195	10588	7,3	100	6,6	285	8	79	66
3	0-20	Veen, sterk veraard, bv	AP	39	57	0,4	482	16,6	75	135	92	5	40	68	0,39	33	25856	12	13478	5,8	100	4,2	247	11	0	0
	20-30	Klei	BC	24	53	0,5	217	8,4	316	108	123	30	111	57	0,26	16	23014	31	17023	6,6	100	3,3	265	15	0	0
4	0-20	Klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	18	43	0,7	646	17,6	426	86	243	33	105	32	0,17	35	19923	19	12358	5,3	99	4,0	78	10	25	0
	25-35	Klei	BC	16	45	0,7	195	8,7	774	103	480	67	224	30	0,09	14	26762	27	23070	6,6	100	3,7	111	15	0	0
5	0-15	Klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	29	51	0,5	736	15,6	133	96	101	12	62	50	0,31	52	18082	215	16212	6,3	99	8,4	26	367	23	0
	15-25	Klei, matig siltig en humeus	BC	25	52	0,6	266	9,0	503	121	219	50	192	89	0,28	5	24268	616	26282	7,4	100	6,2	6	100	0	0
6	0-20	Klei, sterk siltig, matig humeus, bv	AP	12	37	0,9	467	11,3	462	71	272	33	105	31	0,18	101	19731	253	10196	4,9	98	2,7	112	133	0	0
	25-35	Veen, sterk veraard	BC	40	69	0,3	59	4,6	190	75	91	16	63	92	0,67	37	21168	137	13200	5,4	99	1,6	6	97	0	0
7	0-20	Klei, sterk siltig en humeus, bv	AP	29	52	0,6	393	12,2	216	83	160	15	63	47	0,32	72	21622	35	14782	5,1	99	2,7	268	12	0	0
	25-35	Veen	BC	39	67	0,3	95	5,5	188	69	91	16	78	79	0,53	64	20384	159	16687	5,5	99	2,0	73	204	0	0
8	0-15	Klei, sterk siltig en humeus, bv	AP	25	47	0,6	475	11,0	196	35	84	13	36	34	0,47	275	13511	274	7376	4,3	96	1,6	18	361	0	0
	15-25	Veen	A	43	70	0,3	226	4,6	162	22	114	13	34	76	1,37	1033	11439	465	7709	3,7	89	1,5	4	793	0	0

### Locaties 1 en 2 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 70 cm-mv)

De bouwvoor (0-10 cm-mv) is zeer sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 182-322 mmol/L, Fe-t: 221-353 mmol/L). De bouwvoor (0-10 cm) is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 2437-2923  $\mu\text{mol/L}$ , P-t: 32,2-35,2 mmol/L). De hoge nitraatconcentratie in de toplaag op locatie 1 (NO<sub>3</sub>-z: 638  $\mu\text{mol/L}$ ) duidt op mineralisatie van organisch stof of bemesting. Onder de bouwvoor neemt de fosfaatconcentratie nauwelijks af. Plaggen heeft hier weinig tot geen toegevoegde waarde. Het zal waarschijnlijk tot extra verzuuring leiden (open, voedselrijke, nattere zode creëren). Geadviseerd wordt om te richten op de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijke grasland op de toplaag door middel van maaien en afvoeren.

*Advies: inzetten op de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijke grasland op de toplaag door te maaien en afvoeren.*

### Locaties 3 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 50 cm-mv)

De bouwvoor (0-20 cm-mv) is zeer sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 135 mmol/L, Fe-t: 92 mmol/L). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 482  $\mu\text{mol/L}$ , P-t: 16,6 mmol/L). Door de fosfaatarme bouwvoor is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol/L}$ . Geadviseerd wordt maaien en afvoeren voort te zetten en eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren. We hebben van de opdrachtgever geen informatie ontvangen van de actuele vegetatieontwikkeling op deze locatie.

.....  
*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

#### Locaties 4 (GHG: 5 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De opdrachtgever heeft aangegeven dat op deze locatie veel zeggen en kale jonker te vinden zijn, waarbij de zeggen de kruiden wegdrücken. Daarnaast bestaat het beheer uit paardenbegrazing en maaien. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is zeer sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 86 mmol/l, Fe-t: 243 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 646 µmol/l, P-t: 17,6 mmol/l). Door de beperkte verrijking is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (op termijn nat schraalland) met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren. Vanaf 20 cm-mv is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvegetatie (als het heel nat wordt) (Olsen-P: 195 µmol/l; P-t: 8,7 mmol/l; Ca-z: 26762 µmol/l).

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.*

#### Locaties 5 (GHG: 5 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in kruidenrijk grasland waar de kruidenrijkdom achterblijft. Ook wordt er momenteel niet gemaaid. De bouwvoor (0-15 cm-mv) is zeer sterk calciumhoudend en sterk ijzerhoudend (Ca-t: 96 mmol/l, Fe-t: 101 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 736 µmol/l, P-t: 15,6 mmol/l). Door de beperkte verrijking is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Geadviseerd wordt maaien en afvoeren voort te zetten en eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren. Vanaf 15 cm is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvegetatie (als het heel nat wordt) (Olsen-P: 266 µmol/l; P-t: 9,0 mmol/l; Ca-z: 24268 µmol/l).

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.*

#### Locaties 6 (GHG: 5 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in kruidenrijk grasland waar de kruidenrijkdom achterblijft. Ook wordt er momenteel niet gemaaid. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 71 mmol/l, Fe-t: 272 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 467 µmol/l, P-t: 11,3 mmol/l). Door de fosfaatarme bouwvoor is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

.....  
*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

Locaties 7 (GHG: 5 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in kruidenrijk grasland waar de kruidenrijkdom achterblijft. Ook wordt er momenteel niet gemaaid. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is zeer sterk calciumhoudend en sterk ijzerhoudend (Ca-t: 83 mmol/l, Fe-t: 160 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 393 µmol/l, P-t: 12,2 mmol/l). Door de fosfaatarme bouwvoor is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

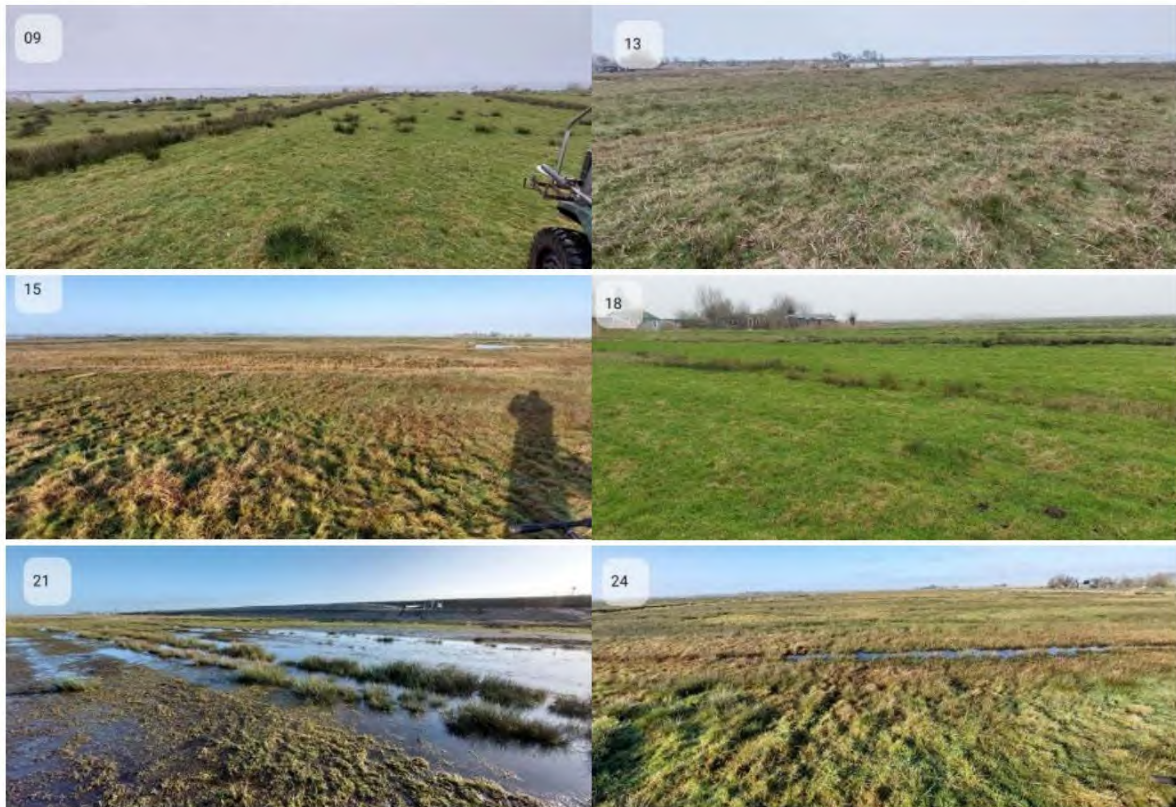
Locaties 8 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever wordt deze locatie gekenmerkt door rietruigte met opslag van boompjes en pitrus. Daarnaast wordt er begraaasd met drie koeien. De bouwvoor (0-15 cm-mv) is matig calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 35 mmol/l, Fe-t: 84 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 475 µmol/l, P-t: 11,0 mmol/l). Door de fosfaatarme bouwvoor is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

**Synthese:** *Op de meest locaties is de gebufferde, ijzerrijke, humeuze (12-39 % organische stof) toplaag direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland (locaties 3, 6-8) of vochtig hooiland (locaties 4 en 5). Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten. Indien de zode soortenarm is kan het plaggen of chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie opbrengen bijdragen aan de ontwikkeling van de doelvegetatie van een nat schraalland / vochtig hooiland. Onder de toplaag neemt de voedselrijkdom af waardoor het afgraven van de toplaag van 15-20 cm ook kan worden overwogen op locaties waar dit hydrologisch past (eventueel locatie 4 en 5). Op locaties 1 en 2 is de toplaag voedselrijk en deze neemt niet af direct onder de toplaag. Hier wordt geadviseerd te richten op de ontwikkeling van kruiden- en faunarijk grasland op de toplaag door te maaien en afvoeren.*

**De Munt (locaties 9-24)**



**Figuur 24.** Impressie van het gebied de Munt (linksboven: locatie 9; rechtsboven: 13; linksmidden: 15; rechtsmidden: 18; linksonder: locatie 21; rechtsonder: 24).

**Tabel 3.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in het gebied de Munt. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); -t = totale concentratie ( $\text{mmol/l}$ ), -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ). M5/M8 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 500/800  $\mu\text{mol Olsen-P/l}$  bodem (totaal-P > 3,0  $\text{mmol/l}$ ) bij een P-afvoer van 10 kg P/ha/jr. Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO <sub>3</sub> -z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	jaren	
<5	<150	<20	<4000	<20	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	21-50	4001-10000	21-50	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	51-100	10001-20000	51-100	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	101-150	20001-35000	101-150	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	150-250	35001-50000	151-300	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>300	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschralling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschralling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MgCa	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO <sub>3</sub> -z	NH <sub>4</sub> -z	M5	M8
9	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	33	59	0,5	645	15,4	228	53	125	18	48	48	0,48	131	15579	127	10140	4,6	97	2,2	256	387	22	0
	20-30	Veen, sterk veraard	BC	31	58	0,5	295	9,3	359	54	210	33	88	48	0,34	54	16072	171	14125	5,1	99	1,6	117	236	10	0
10	0-20	Klei, matig siltig en humeus, bv	AP	24	50	0,6	459	14,6	516	74	258	40	111	33	0,18	58	17564	60	10980	5,0	98	2,1	324	23	0	0
	25-35	Veen	A	77	83	0,2	40	2,5	25	77	32	2	34	61	0,55	22	16282	189	12551	5,6	99	1,3	63	92	18	0
11	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	28	57	0,5	561	15,5	260	46	154	19	54	35	0,36	108	14628	258	8222	4,7	98	1,5	113	265	8	0
	15-25	Klei, matig siltig	BC	22	52	0,6	235	9,4	531	69	268	43	134	43	0,21	94	19968	83	17257	5,1	99	1,0	194	23	0	0
12	0-15	Klei, sterk siltig en humeus, bv	AP	24	48	0,7	663	16,7	334	51	241	22	65	45	0,39	309	16780	176	12203	4,4	97	1,9	175	45	19	0
	15-25	Klei, matig siltig	BC	26	51	0,6	301	10,1	537	59	242	45	125	55	0,30	244	18874	118	17128	4,6	98	2,3	146	75	10	0
13	0-15	Veen, sterk kleilig, sterk veraard, bv	AP	45	64	0,3	409	12,4	143	29	94	9	27	37	0,65	268	12597	202	8663	4,2	97	0,9	72	121	10	0
	15-25	Veen	BC	81	79	0,2	29	2,8	53	57	22	3	27	88	1,05	40	15256	184	13209	4,8	99	1,4	4	72	0	0
14	0-20	Veen, veraard	A	45	74	0,3	133	7,2	94	46	55	6	30	58	0,76	37	12943	362	9882	4,9	99	1,6	6	24	10	0
	20-30	Veen, veraard	A	57	80	0,2	47	3,6	77	54	37	6	36	93	1,03	27	14489	235	10886	5,6	99	1,3	4	9	10	0
15	0-20	Veen, bv	AP	73	78	0,2	90	2,9	53	37	38	2	13	76	1,51	430	12221	150	5366	3,9	96	1,2	3	10	0	0
	20-30	Veen, veraard	A	92	87	0,1	21	0,8	9	33	19	0	11	66	1,52	29	11889	158	6414	4,5	99	0,8	2	9	10	0
16	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	44	65	0,4	396	15,4	142	62	105	9	43	48	0,46	52	14523	5	11077	4,9	99	2,6	194	24	10	0
	20-30	Veen, veraard	A	67	75	0,2	34	3,9	58	83	50	5	46	92	0,72	15	14549	82	14528	5,5	99	1,3	5	97	0	0
17	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	42	63	0,4	448	18,2	205	73	136	13	45	50	0,43	63	16817	27	9451	5,0	98	3,8	63	125	10	0
	20-30	Veen, veraard	A	70	75	0,2	99	5,5	69	89	61	4	30	66	0,55	26	17284	39	10235	5,4	99	2,0	48	153	18	0
18	0-10	Veen, sterk kleilig, sterk veraard, bv	AP	42	62	0,5	931	29,7	212	87	155	14	51	49	0,36	43	20688	61	9439	5,0	99	4,5	312	30	43	13
	10-30	Veen, sterk kleilig, sterk veraard, bv	AP	43	62	0,4	410	14,7	171	70	126	12	53	63	0,52	37	15919	27	12828	5,5	99	1,8	12	12	10	0
19	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	36	56	0,5	388	12,5	317	62	119	26	79	67	0,47	155	17839	107	16148	4,8	98	2,0	79	261	10	0
	25-35	Veen, veraard	A	86	87	0,1	10	1,3	9	49	24	0	26	76	1,01	15	14251	177	14567	5,5	99	1,4	7	163	10	0
20	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	43	64	0,4	586	14,6	180	77	120	13	46	57	0,46	85	20719	105	11501	5,1	98	2,3	180	165	13	0
	25-35	Veen, veraard	A	63	74	0,3	142	5,4	104	91	52	9	42	85	0,64	36	18934	256	12231	5,7	99	2,7	10	361	18	0
21	0-10	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	47	64	0,4	488	20,1	189	112	130	12	68	58	0,32	33	20598	161	16050	5,7	99	4,8	369	116	10	0
	10-30	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	47	63	0,4	311	14,0	183	105	90	11	70	57	0,33	61	18824	45	15618	5,9	100	2,7	288	12	10	0
22	0-10	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	52	66	0,3	605	15,3	194	48	83	16	32	55	0,69	259	13907	196	6208	4,3	97	1,2	29	207	8	0
	10-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	72	76	0,2	181	5,2	95	43	42	7	22	79	1,20	212	15202	101	8563	4,6	98	1,3	7	131	10	0
	25-35	Veen, veraard	A	90	88	0,1	22	0,8	7	38	13	0	17	59	1,07	14	12130	147	9674	5,0	99	0,9	6	21	10	0
23	0-10	Veen, sterk kleilig, bv	A	55	67	0,3	581	13,4	135	26	67	10	25	59	1,16	354	11099	4	6180	4,2	95	3,6	5	74	6	0
	10-30	Veen, sterk kleilig, bv	A	65	78	0,2	86	3,4	84	27	63	6	18	88	1,94	370	12078	55	8386	3,9	96	1,5	5	22	10	0
24	0-10	Veen	A	63	75	0,3	498	13,0	84	40	40	7	32	51	0,71	74	12262	0	10906	4,8	99	6,1	68	198	10	0
	10-30	Veen	A	56	75	0,2	82	5,5	113	57	56	11	56	133	1,18	63	14370	89	17409	5,1	99	1,6	6	223	10	0

### Locaties 9 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-20 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 53 mmol/l, Fe-t: 125 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 645  $\mu\text{mol/l}$ , P-t: 15,4 mmol/l). Door de beperkte verrijking is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800  $\mu\text{mol/l}$ . Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren. Vanaf 20 cm is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvegetatie (als het heel nat wordt) (Olsen-P: 266  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 9,0 mmol/l; Ca-z: 24268  $\mu\text{mol/l}$ ).

**Advies:** maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.

.....  
Locaties 10 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-20 cm-mv) is sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 74 mmol/l, Fe-t: 258 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 459 µmol/l, P-t: 14,6 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

Locaties 11 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 50 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is het perceel waar deze locatie in gelegen is de minst kruidenrijke van de bemonsterde percelen in de Munt. De bouwvoor (0-15 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en sterk ijzerhoudend (Ca-t: 46 mmol/l, Fe-t: 154 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 561 µmol/l, P-t: 15,5 mmol/l). Door de beperkte verrijking is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Indien een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 8 jaar wordt uitgevoerd, is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland / nat schraalland te stimuleren. Het is ook een optie om op deze locatie te plaggen. Vanaf 15 cm is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvvegetatie (als het heel nat wordt) (Olsen-P: 235 µmol/l; P-t: 9,4 mmol/l; Ca-z: 19968 µmol/l).

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.*

Locaties 12 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 50 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in een kruidenrijk grasland met veel kale jonker. De bouwvoor (0-15 cm-mv) is sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 51 mmol/l, Fe-t: 241 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 663 µmol/l, P-t: 16,7 mmol/l). Door de beperkte verrijking is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren. Vanaf 15 cm is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvvegetatie (als het heel nat wordt) (Olsen-P: 301 µmol/l; P-t: 10,1 mmol/l; Ca-z: 18874 µmol/l).

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.*

Locaties 13 (GHG: 20 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in vochtig hooiland van goede kwaliteit dat richting veenhooiland gaat. De bouwvoor (0-15 cm-mv) is matig calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 29 mmol/l, Fe-t: 94 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 409 µmol/l, P-t: 12,4 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

Locaties 14 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 40 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in vochtig hooiland van goede kwaliteit dat richting veenhooiland gaat. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 46 mmol/l, Fe-t: 55 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 133 µmol/l, P-t: 7,2 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

Locaties 15 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in vochtig hooiland van goede kwaliteit dat richting veenhooiland gaat. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en zwakmatig ijzerhoudend (Ca-t: 37 mmol/l, Fe-t: 38 mmol/l). Op deze locatie is de S/(Mg+Ca)-verhouding in de toplaag 0,67 en is hiermee gevoelig voor verzuring bij droogval. Dit kan de beoogde vegetatieontwikkeling remmen. De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 90 µmol/l, P-t: 2,9 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

Locaties 16 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-20 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 62 mmol/l, Fe-t: 105 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 396 µmol/l, P-t: 15,4 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

## Locaties 17 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-20 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 73 mmol/l, Fe-t: 136 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 448 µmol/l, P-t: 18,2 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

## Locaties 18 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 55 cm-mv)

De bouwvoor (0-10 cm-mv) is (zeer) sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 87 mmol/l, Fe-t: 155 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 931 µmol/l, P-t: 29,7 mmol/l). Na een verschrallingsbeheer van circa 13 jaar, is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Het is ook een optie om op deze locatie de toplaag van 10 cm af te graven. Na het afgraven van de bouwvoor (10 cm), is bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvegetatie (als het heel nat wordt) (Olsen-P: 410 µmol/l; P-t: 14,7 mmol/l; Ca-z: 15919 µmol/l).

*Advies: toplaag door ontwikkelen t.b.v. de ontwikkeling van een vochtig hooiland door te maaien en afvoeren (circa 13 jaar).*

*Advies 2: 10 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvegetatie.*

## Locaties 19 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie momenteel een kruidenrijk grasland van mindere kwaliteit. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 62 mmol/l, Fe-t: 119 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 388 µmol/l, P-t: 12,5 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

## Locaties 20 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 50 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie momenteel een kruidenrijk grasland van mindere kwaliteit. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 77 mmol/l, Fe-t: 120 mmol/l). De bouwvoor is relatief fosfaatarm (Olsen-P: 586 µmol/l, P-t: 14,6 mmol/l) en daarmee geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Indien een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 13 jaar wordt uitgevoerd, is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel

.....

de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland / nat schraalland te stimuleren. Op 20 cm-mv is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland / kleine zeggenvegetatie (als het heel nat wordt) (Olsen-P: 301 µmol/l; P-t: 10,1 mmol/l; Ca-z: 18874 µmol/l).

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.*

#### Locaties 21 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie momenteel een kruidenrijk grasland van mindere kwaliteit. De bouwvoor (0-10 cm-mv) is zeer sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 112 mmol/l, Fe-t: 130 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 488 µmol/l, P-t: 20,1 mmol/l). De fosfaatarme bodem is direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.

*Advies: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

#### Locaties 22 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in een nat verruigd grasland. De bouwvoor (0-20 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 605 mmol/l, Fe-t: 15,3 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 605 µmol/l, P-t: 15,3 mmol/l). Door de beperkte verrijking is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800 µmol/l. Indien een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 8 jaar wordt uitgevoerd, is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500 µmol/l. Geadviseerd wordt om maaien en afvoeren voort te zetten en eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland / nat schraalland te stimuleren. De S/(Mg+Ca)-verhouding in de toplaag is 0,67> en neemt toe in de diepte en is hiermee gevoelig voor verzuring bij droogval. Vanaf 10 cm-mv is de bodem voedselarmer maar neemt de S/(Ca+Mg) ratio toe, wat ongunstig is.

*Advies 1: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.*

*Advies 2: toplaag door ontwikkelen t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland door maaien en afvoeren (circa 8 jaar).*

#### Locaties 23 (GHG: 5 cm-mv; GLG: 50 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in een nat verruigd grasland. De bouwvoor (0-10 cm-mv) is matig calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 26 mmol/l, Fe-t: 67 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 581 µmol/l, P-t: 13,4 mmol/l). Door de beperkte verrijking

.....

is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 800  $\mu\text{mol/l}$ . Indien een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 6 jaar wordt uitgevoerd, is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol/l}$ . Geadviseerd wordt om maaien en afvoeren voort te zetten en eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland / nat schraalland te stimuleren. De  $S/(Mg+Ca)$ -verhouding in de toplaag is  $0,67>$  en neemt toe in de diepte en is hiermee gevoelig voor verzuring bij droogval. Dit kan de beoogde vegetatieontwikkeling remmen.

*Advies 1: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van vochtig hooiland te stimuleren.*

*Advies 2: toplaag door ontwikkelen t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland door maaien en afvoeren (circa 6 jaar).*

#### Locaties 24 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 40 cm-mv)

Volgens de opdrachtgever is deze locatie gelegen in een nat verruigd grasland. De bouwvoor (0-10 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en zwak-matig ijzerhoudend (Ca-t: 40 mmol/l, Fe-t: 40 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 498  $\mu\text{mol/l}$ , P-t: 13,0 mmol/l). Door fosfaatarme bouwvoor is de bodem direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 500  $\mu\text{mol/l}$ . Geadviseerd wordt om maaien en afvoeren voort te zetten en eventueel de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren. De  $S/(Mg+Ca)$ -verhouding in de toplaag is  $0,67>$  en neemt toe in de diepte en is hiermee gevoelig voor verzuring bij droogval. Dit kan de beoogde vegetatieontwikkeling remmen.

*Advies 1: maaien en afvoeren voortzetten en eventueel plaggen of chopperen (mits soortenarm) van de zode en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland te stimuleren.*

**Synthese:** *Op de meest locaties is de gebufferde, ijzerrijke, humeuze (24-63 % organische stof) toplaag direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland (locaties 10, 13-17, 19, 21, 24) of vochtig hooiland (locaties 9, 11, 12, 18, 20, 22 en 23). Geadviseerd wordt om het verschrallingsbeheer van maaien en afvoeren voort te zetten en eventueel de zode te plaggen of chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland / vochtig hooiland te stimuleren. Op een aantal locaties (15 en 22-24) is de  $S/(Mg+Ca)$ -verhouding in de toplaag  $0,67>$  waarmee de bodem gevoelig is voor verzuring bij droogval. De voedselrijkdom is lager direct onder de toplaag waardoor het afgraven van de toplaag ook overwogen kan worden op locaties waar dit hydrologisch past. Dit zou mogelijk kunnen op de locaties 9, 11, 12, 18, 20, 22 en 23. Op locaties 22 en 23 wordt dit echter afgeraden omdat de  $S/(Ca+Mg)$  ratio toeneemt in de diepte, wat ongunstig is. Hierdoor is de bodem gevoelig voor verzuring bij droogval wat de beoogde vegetatieontwikkeling kan remmen.*

## 5. SYNTHESE

### AANLEIDING EN OPZET ONDERZOEK

- Onderzoekcentrum B-WARE is door Staatsbosbeheer gevraagd om een bodemchemisch onderzoek uit te voeren om natuurpotenties en geschikte inrichtingsmaatregelen (verschralingsbeheer of lokaal plaggen van 10-20 cm) in kaart te brengen van voormalige landbouwgronden in De Kinsel en De Munt (Figuur 1). Het opstellen van een beheer- en inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van het onderzoek. Daarnaast maakt het hydrologische aspect geen onderdeel uit van het onderzoek (een eventuele ontgroning dient te passen binnen het ecohydrologische systeem / de gehanteerde waterpeilen).
- Het onderzoek is gericht op de bodemchemie. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kan de opdrachtgever gericht keuzes maken bij de gebiedsontwikkeling. Op 24 locaties werden profielbeschrijvingen uitgevoerd en bodemmonsters verzameld voor analyse.

### P-GELIMITEERDE NATUURONTWIKKELING (VOORMALIGE) LANDBOUWPERCELEN

- De bodem in het onderzoeksgebied de Kinsel en de Munt bestaat uit siltig, humeuze klei en (veraard) veen. In de Kinsel (locaties 1-8) ligt het organisch stofpercentage tussen 10-43%. In de Munt (locaties 9-24) tussen 22-90%. De dikte van de bouwvoor varieert van circa 20-30 cm, maar is overwegend 20 cm. In de Kinsel bestaat de toplaag voornamelijk uit klei, met daaronder veelal een BC horizont. Op locaties in de Munt is onder de bouwvoor vaak een A horizont te vinden van (sterk) veraard veen. De intacte C horizont ligt op de meeste locaties rond de 50-60 cm-mv, maar op een aantal locaties nog dieper. Bij de adviezen per locatie zal worden beschreven hoe voedselrijk de toplaag en bodemlaag daaronder is en welk natuurbeheertype ontwikkeld kan worden. Zie Bijlage 7.1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie.
- Bij natte schraallanden of vochtige hooilanden op veengronden is het van belang dat de waterstanden in de zomer bij voorkeur maximaal 10-20 cm uitzakken om mineralisatie/afbraak van het veen te voorkomen. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het onderzoeksgebied varieert van 0-20 cm-mv. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) varieert van 40-70 cm-mv. Dat is ook de diepte waarop de intacte C-horizont is aangetroffen. Zie Tabel 1 voor een overzicht per locatie. De huidige waterstanden lijken in de zomer dus nog wat te ver uit te zakken.
- Voor de ontwikkeling van de beoogde natuurbeheertypen kunnen de volgende streefconcentraties worden gehanteerd (GRIP database Onderzoekcentrum B-WARE):
  - Heischraalgrasland/kleine zeggenvetigaties: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
  - Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
  - Vochtig hooiland/dotterbloemhooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ), veelal (zeer) ijzerrijk;
  - Veenmosrietland (als maat voor veenmoeras): 250-750  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-t 2-6 mmol/l en pH-z 3,5 - 5) (van Diggelen et al., 2018) ;
  - Vochtig kruiden- en faunarijk grasland: 900-1200/1500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (P-z < 2  $\mu\text{mol/l}$ ).
  - Vochtig weidevogelgrasland (N13.01):  $\pm$  <1500  $\mu\text{mol/l}$  bodem.

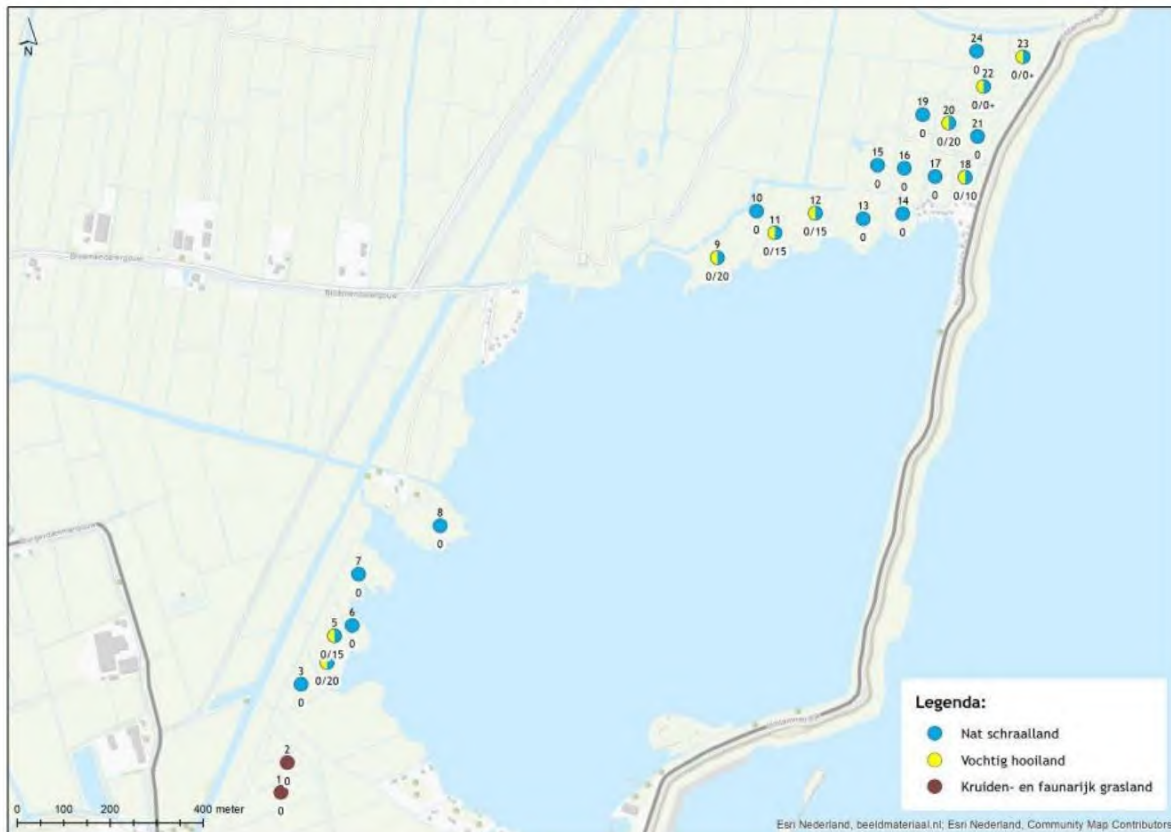
- Uit de bodemchemische analyses blijkt dat de toplaag van de bodems op de meeste locaties fosfaatarm of beperkt verrijkt is met fosfaat. Door de fosfaatarme of beperktmatig verrijkte toplaag is de bodem op de meeste locaties direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland of vochtig hooiland. In Figuur 25 zijn de beoogde natuurdoelen en benodigde ontgrondingsdieptes inzichtelijk gemaakt.

#### De Kinsel (locaties 1-8)

- Op locaties 1 en 2 wordt geadviseerd te richten op de ontwikkeling van kruiden- en faunarijke grasland op de toplaag door te maaien en afvoeren.
- Op de meest locaties is de gebufferde, ijzerrijke, humeuze (12-39 % organische stof) toplaag direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland (locaties 3, 6-8) of vochtig hooiland (locaties 4 en 5). Geadviseerd wordt maaien en afvoeren voort te zetten en eventueel de zode te plaggen of chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland / vochtig hooiland te stimuleren.
- Onder de toplaag neemt de voedselrijkdom af waardoor het afgraven van de toplaag van 15-20 cm ook kan worden overwogen op locaties waar dit hydrologisch past (eventueel locatie 4 en 5).

#### De Munt (locaties 9-24)

- Op de meest locaties is de gebufferde, ijzerrijke, humeuze (24-63 % organische stof) toplaag direct geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland (locaties 10, 13-17, 19, 21, 24) of vochtig hooiland (locaties 9, 11, 12, 18, 20, 22 en 23). Geadviseerd wordt om het verschrallingsbeheer van het maaien en afvoeren voort te zetten en op soortenarme zones eventueel de zode te plaggen of chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie opbrengen om de ontwikkeling van nat schraalland / vochtig hooiland te stimuleren.
  - Op een aantal locaties (15 en 22-24) is de  $S/(Mg+Ca)$ -verhouding in de toplaag is  $0,67 >$  waarmee de bodem gevoelig is voor verzuring bij droogval.
  - De voedselrijkdom is lager direct onder de toplaag waardoor het afgraven van de toplaag ook overwogen kan worden op locaties waar dit hydrologisch past. Dit zou mogelijk kunnen op de locaties 9, 11, 12, 18, 20, 22 en 23. Op locaties 22 en 23 wordt dit echter afgeraden omdat de  $S/(Ca+Mg)$  ratio toeneemt in de diepte, wat ongunstig is. Hierdoor is de bodem gevoelig voor verzuring bij droogval wat de beoogde vegetatieontwikkeling kan remmen.
- Na een eventuele ontgroning wordt geadviseerd om maaisel/plagsel uit een referentieterrein op te brengen om de ontwikkeling van de doelvegetatie te stimuleren en de ontwikkeling van algemene (ruigte)soorten te onderdrukken. Dit is een essentiële aanvullende maatregel na het optimaliseren van de abiotische condities;
  - Voor een succesvolle ontwikkeling zijn niet alleen de bodemchemische omstandigheden leidend. De hydrologie dient eveneens te worden geoptimaliseerd. De bodem dient nat te zijn van circa oktober tot april en in de zomer dient de toplaag beperkt (10-20 cm) droog te vallen (mineralisatie van het veen voorkomen) om P-binding te stimuleren en verzuiging te voorkomen. In verband met het veranderende klimaat (extremere weersomstandigheden) wordt geadviseerd de hydrologische omstandigheden (bij vernatting) regelbaar te maken.



**Figuur 25.** Overzicht van de natuurpotenties en eventuele ontgrondingsdieptes (in cm) die nodig zijn om P-arme condities te realiseren waarbij + = <10 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist. De kleuren geven een beeld van de natuurpotenties. De natuurpotenties zijn gebaseerd op de Ca-z concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ) 10000-(>)20000 = nat schraalland/vochtig hooiland (als het heel nat wordt een kleine zeggenvegetatie). Onder voedselrijkere condities kan een (vochtig) kruiden- en faunarijk grasland worden ontwikkeld.

# Z23-9170-16 (51)

*Bodemchemisch onderzoek De Kinsel & De Munt*  
*RP-22.214.23.16*

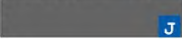
---

## 6. LITERATUUR

- Deru, J.G.C., Bloem, J., de Goede, R., Keidel, H., Kloen, H., Rutgers, M., van den Akker, J., Brussaard, L., van Eekeren, N., 2018. Soil ecology and ecosystem services of dairy and semi-natural grasslands on peat. *Applied Soil Ecology* 125, 26-34.
- Deru, Joachim G.C. 2021. Soil quality and ecosystem services of peat grasslands: PhD thesis. Wageningen University, Wageningen. 194p. Grafiek p 145. Soil quality and ecosystem services of peat grasslands | Louis Bolk Instituut
- Lucassen, E.C.H.E.T.; Smolders, A.J.P.; Roelofs, J.G.M. (2002). Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as diagnostic tool. *Environmental Pollution*, 120, 635 - 646. ISSN 0269-7491.
- Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture circular No. 939*.
- Scherpenisse, M.C., E. Verbaarschot, B. Timmermans, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek (2017) Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. *Natuurbalans - Limens Divergens BV, Nijmegen*.
- Schippers, W. (2012) Ontwikkelen van kruidenrijk grasland. *Samenwerkende Uitgevers Vof*.
- Vogelbescherming Nederland (2016). Factsheet Bemesting & bodemkwaliteit. [www.vogelbescherming.nl](http://www.vogelbescherming.nl).

## 7. BIJLAGEN

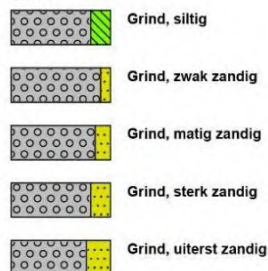
### 7.1 Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem

Profielbeschrijvingen conform NEN5104 van de boorlocaties in het gebied. Profielbeschrijvingen zijn opgesteld door ATKB 

Legenda:

#### Legenda (conform NEN 5104)

##### grind



##### zandtest



##### veen



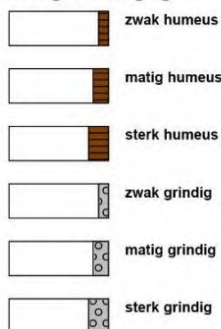
##### klei



##### leem



##### overige toevoegingen



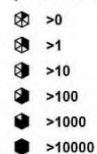
##### geur



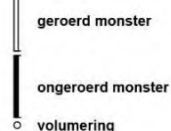
##### olie



##### p.i.d.-waarde



##### monsters

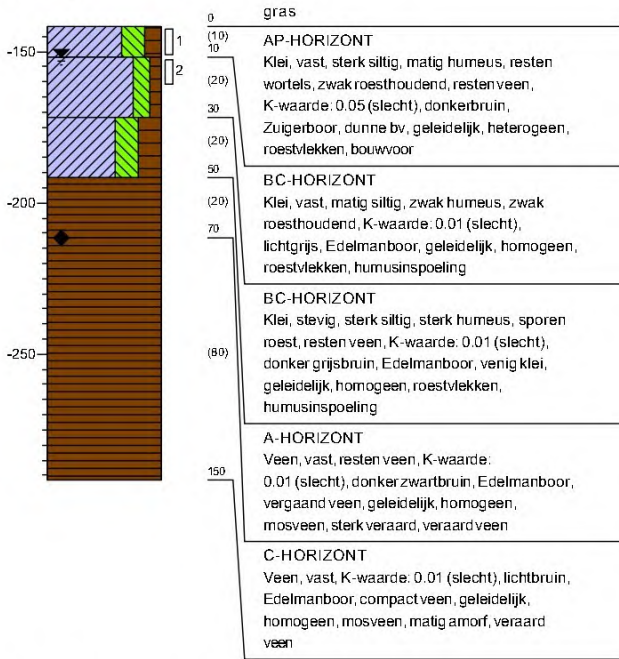


##### overig



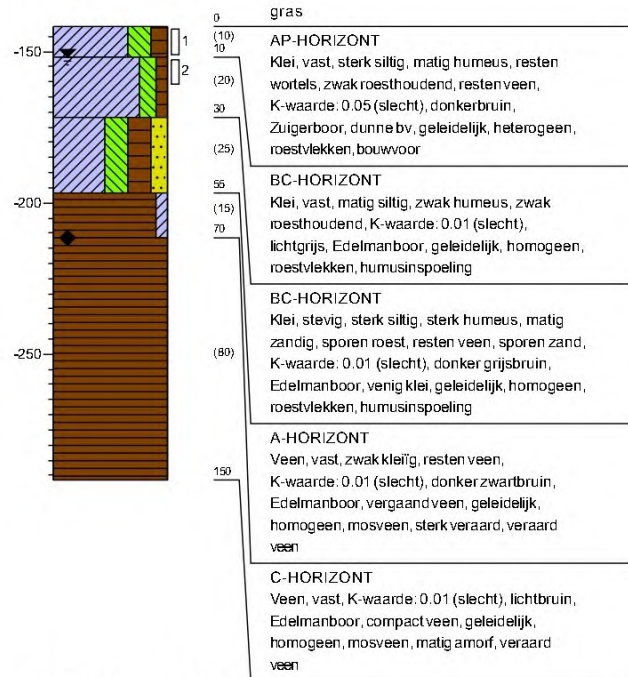
**Boring: 01**

X: 129090,90  
 Y: 488787,33  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.417  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 70  
 Opmerking: 0-10




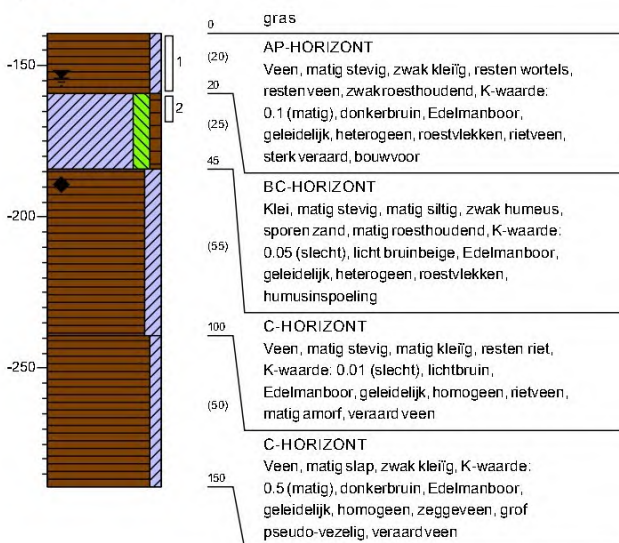
**Boring: 02**

X: 129104,82  
 Y: 488851,34  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.416  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 70  
 Opmerking: 0-10




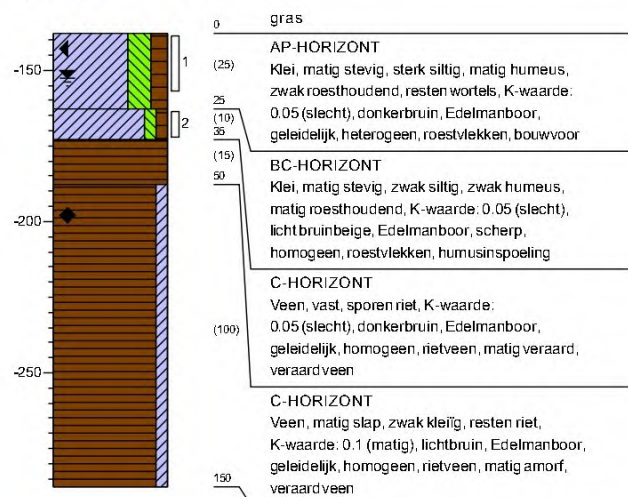
**Boring: 03**

X: 129134,36  
 Y: 489019,95  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.333  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



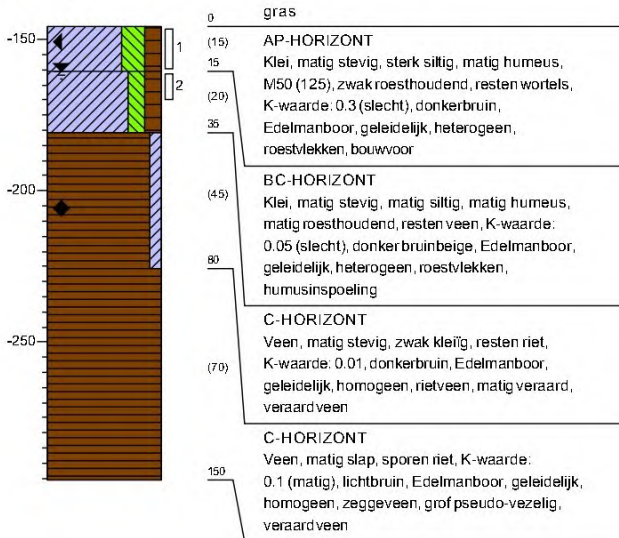
**Boring: 04**

X: 129190,02  
 Y: 489066,82  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.379  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 5  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



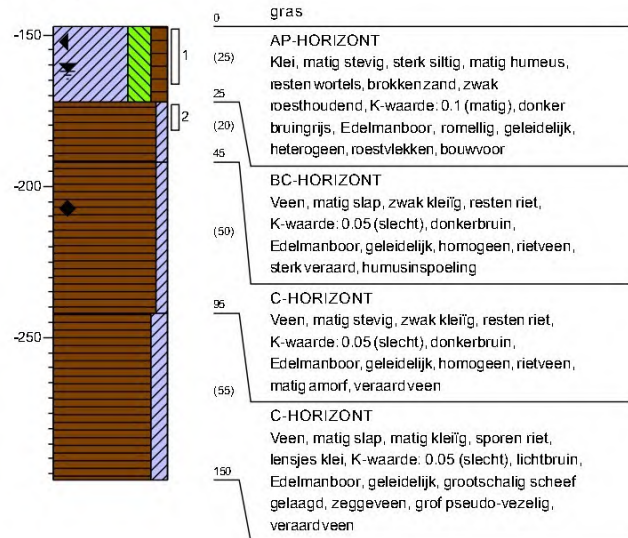
**Boring: 05**

X: 129205,88  
 Y: 489124,03  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.472  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 5  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



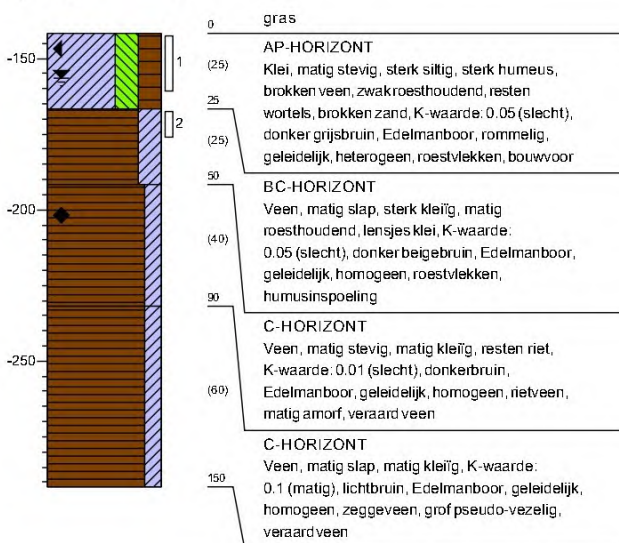
**Boring: 06**

X: 129244,20  
 Y: 489146,64  
 Datum: 25-1-2023  
 N.A.P.: -1.472  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 5  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



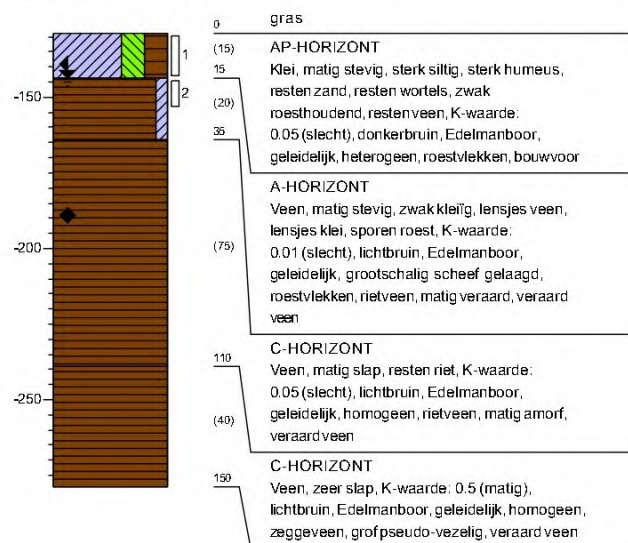
**Boring: 07**

X: 129258,13  
 Y: 489256,48  
 Datum: 25-1-2023  
 N.A.P.: -1.417  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 5  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



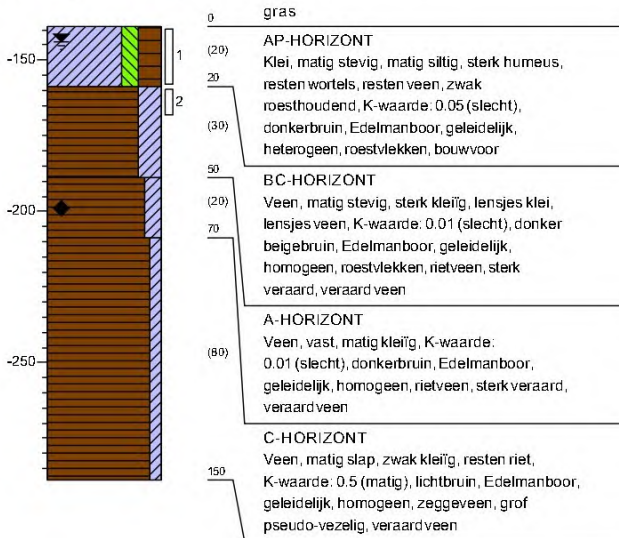
**Boring: 08**

X: 129433,67  
 Y: 489361,11  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.289  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



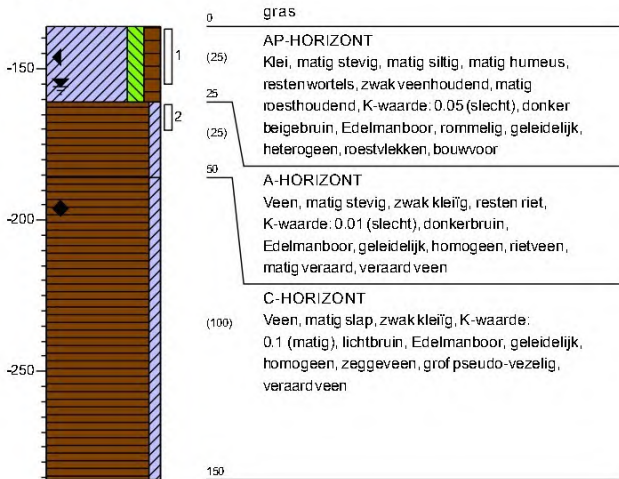
**Boring: 09**

X: 130030,16  
 Y: 489937,37  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1,389  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 5  
 GHG: 0  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



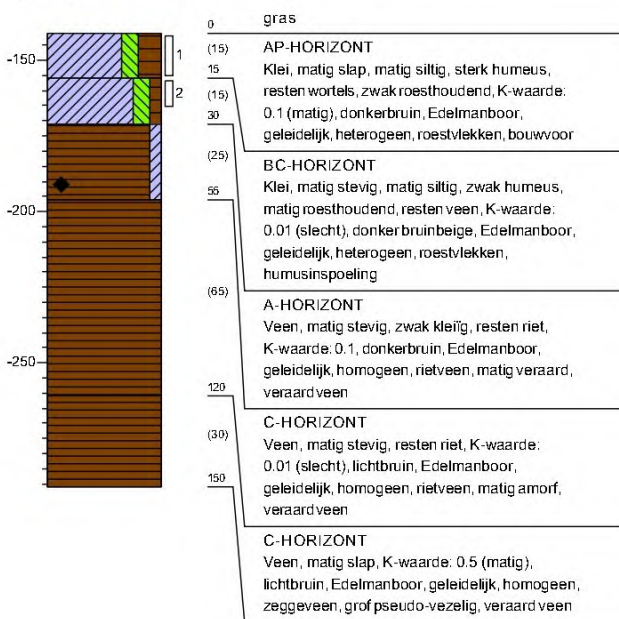
**Boring: 10**

X: 130114,24  
 Y: 490037,06  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1,36  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



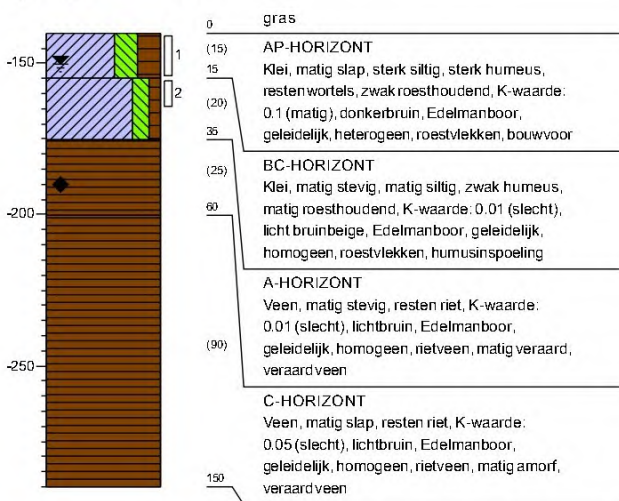
**Boring: 11**

X: 130153,62  
 Y: 489990,52  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1,412  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



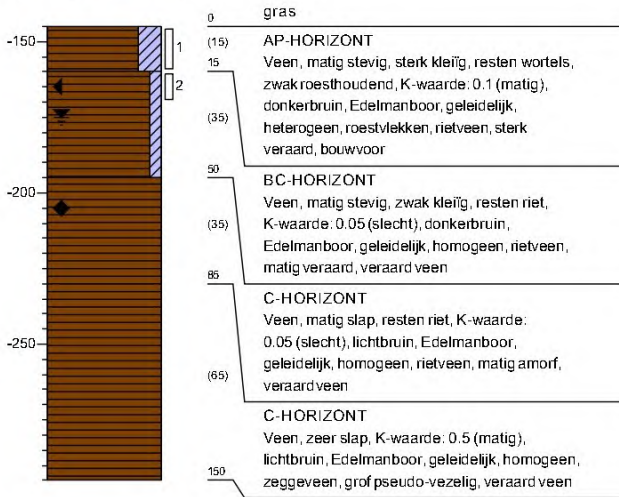
**Boring: 12**

X: 130240,62  
 Y: 490033,33  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1,402  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



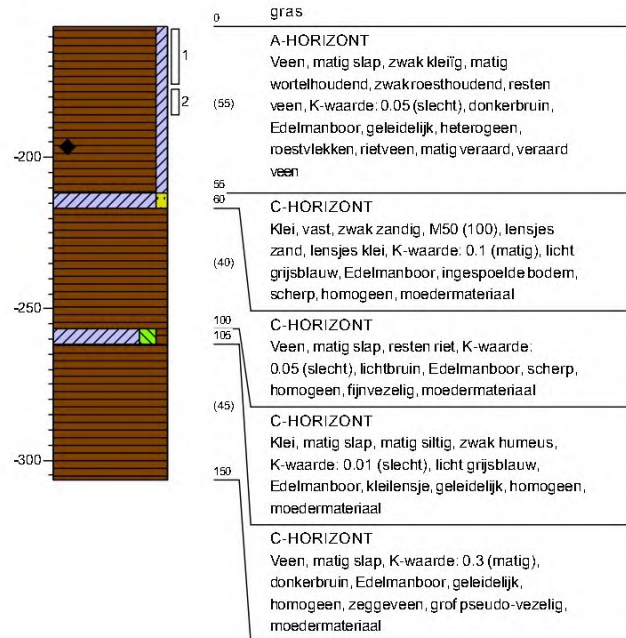
**Boring: 13**

X: 130343,87  
 Y: 490020,94  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.451  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 20  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



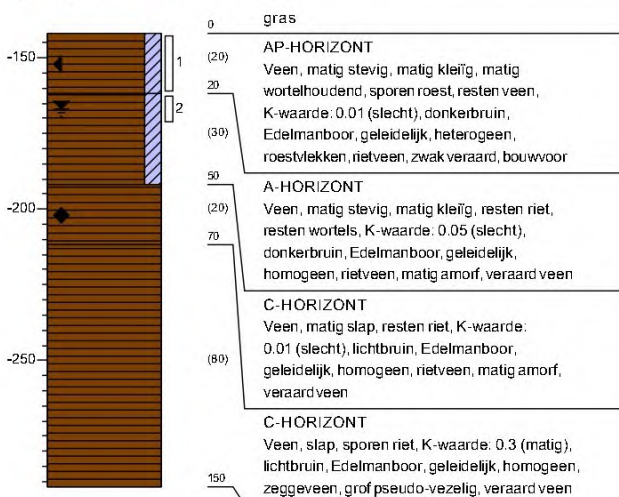
**Boring: 14**

X: 130428,96  
 Y: 490031,25  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.307  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 40  
 Opmerking: 0-10



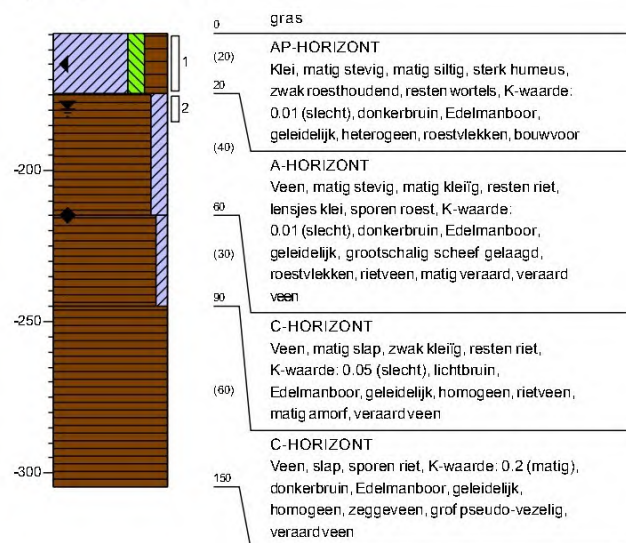
**Boring: 15**

X: 130375,04  
 Y: 490135,76  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.413  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



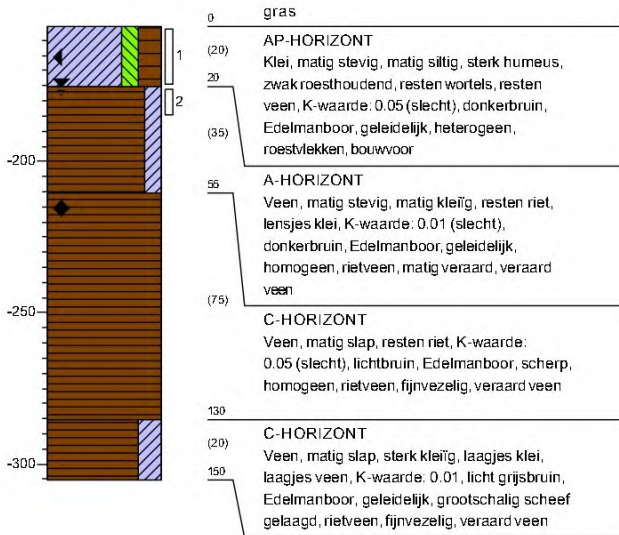
**Boring: 16**

X: 130432,17  
 Y: 490129,14  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.548  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



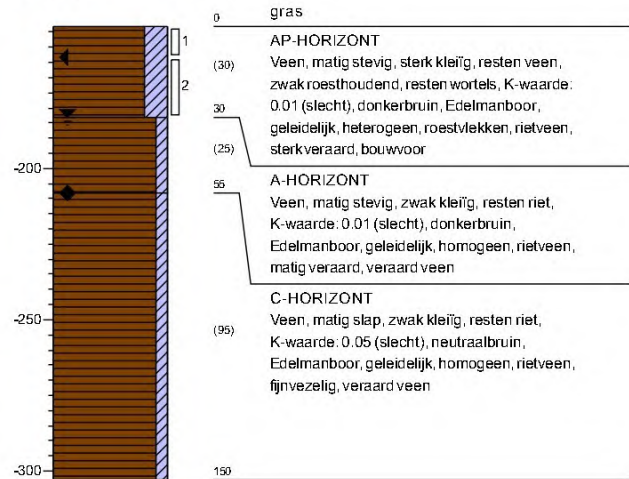
**Boring: 17**

X: 130498,54  
 Y: 490111,13  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.554  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



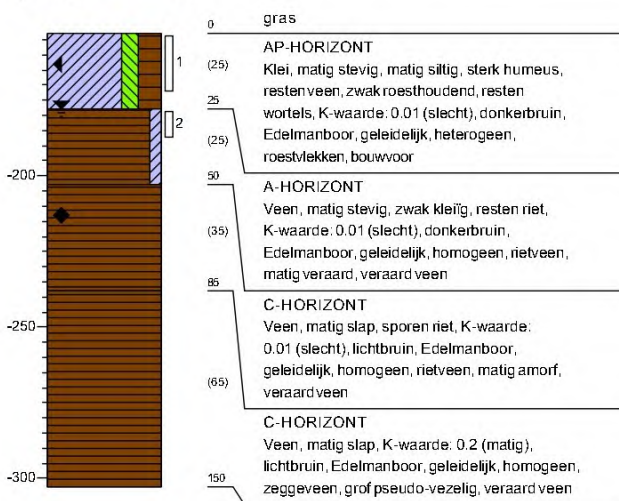
**Boring: 18**

X: 130563,65  
 Y: 490109,83  
 Datum: 25-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.551  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 55  
 Opmerking: 0-10 en 10-30



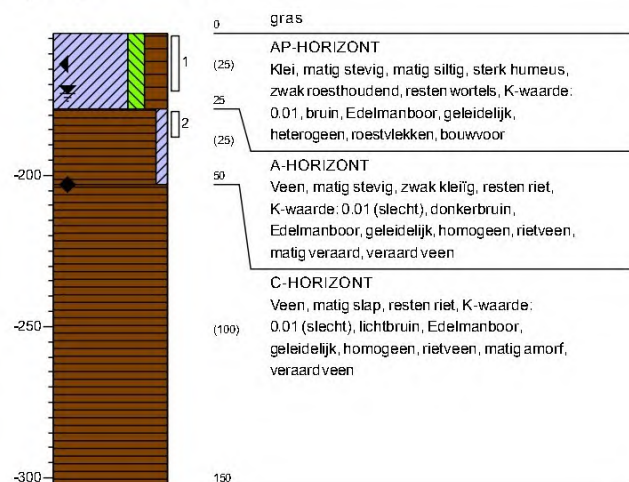
**Boring: 19**

X: 130472,24  
 Y: 490244,39  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.529  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



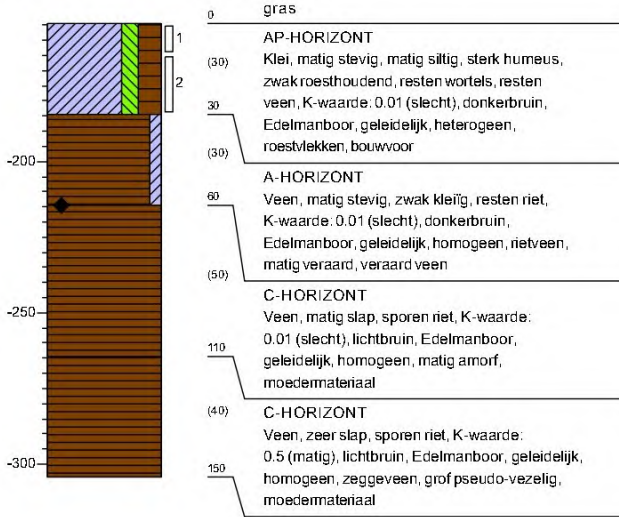
**Boring: 20**

X: 130528,26  
 Y: 490226,27  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.551  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



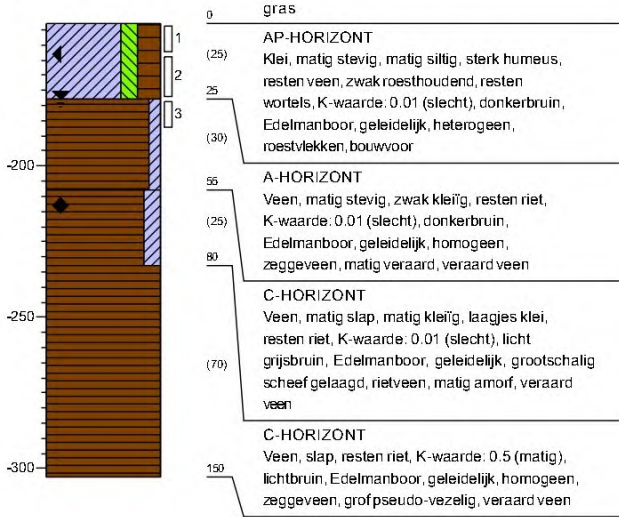
**Boring: 21**

X: 130589,97  
 Y: 490198,00  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P. : -1.544  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10 en 10-30



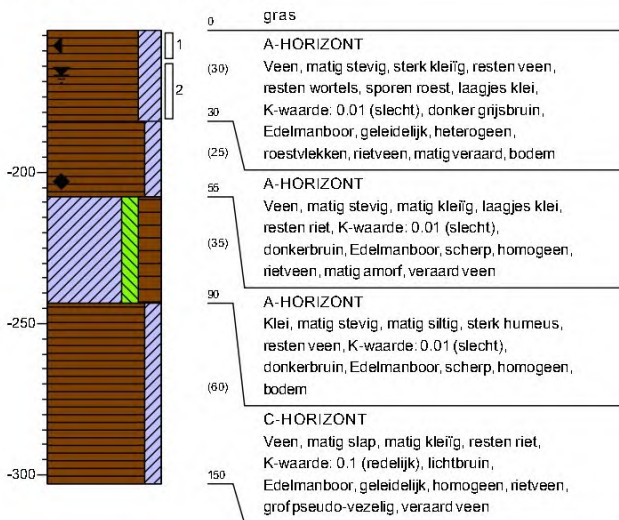
**Boring: 22**

X: 130602,81  
 Y: 490304,89  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P. : -1.529  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10 en 10-30



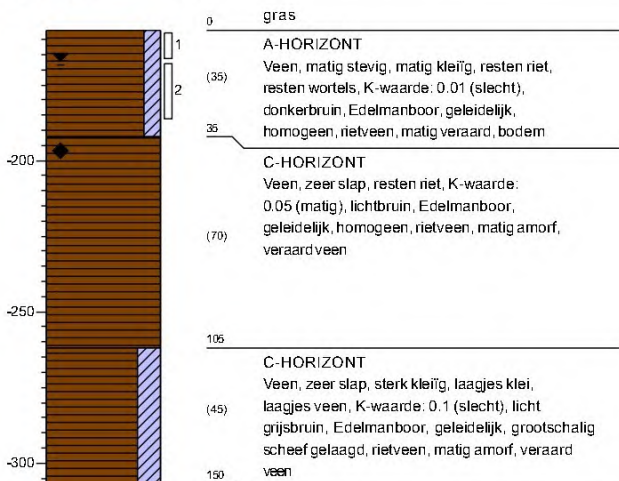
**Boring: 23**

X: 130687,97  
 Y: 490369,28  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P. : -1.532  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 5  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10 en 10-30



**Boring: 24**

X: 130587,53  
 Y: 490381,39  
 Datum: 26-1-2023  
 Boormeester:   
 N.A.P. : -1.57  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 40  
 Opmerking: 0-10

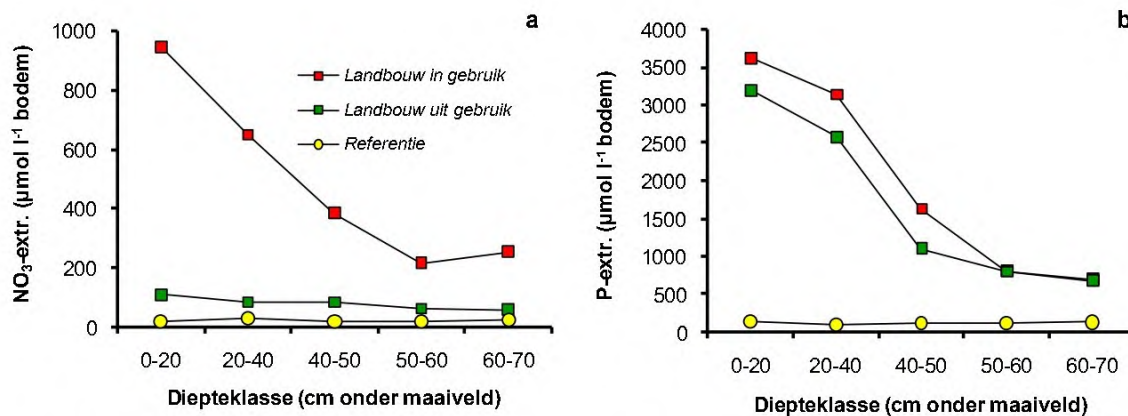


## 7.2 Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden

## 7.2.1 Natuurontwikkeling: belang van fosfaat

De kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten als fosfor (P) en stikstof (N). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de hoge stikstofdepositie in Nederland en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Het is daarom van belang om te sturen op fosforlimitatie.

Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 26; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006). Fosfor daarentegen wordt sterk in de bodem gebonden en de fosforbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik niet sterk af (Figuur 26; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Het is daarom van belang om met maatregelen de beschikbaarheid van fosfor in de bodem te reduceren.

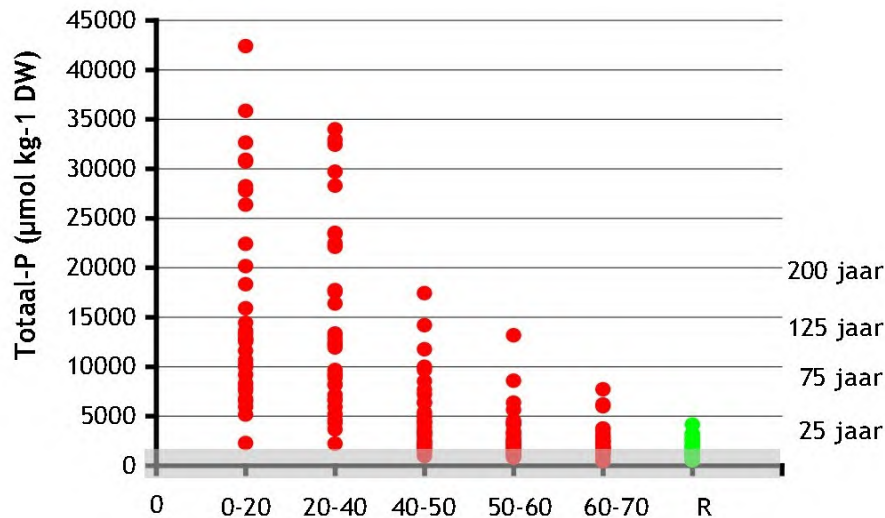


**Figuur 26.** Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers e.a. (2009).

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 26; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende diepten de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor

geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen.



Figuur 27. Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500 µmol totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

### 7.2.2 Verschrallingsmaatregelen bij natuurontwikkeling

Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

#### Extensieve begrazing

Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

#### Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 27, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

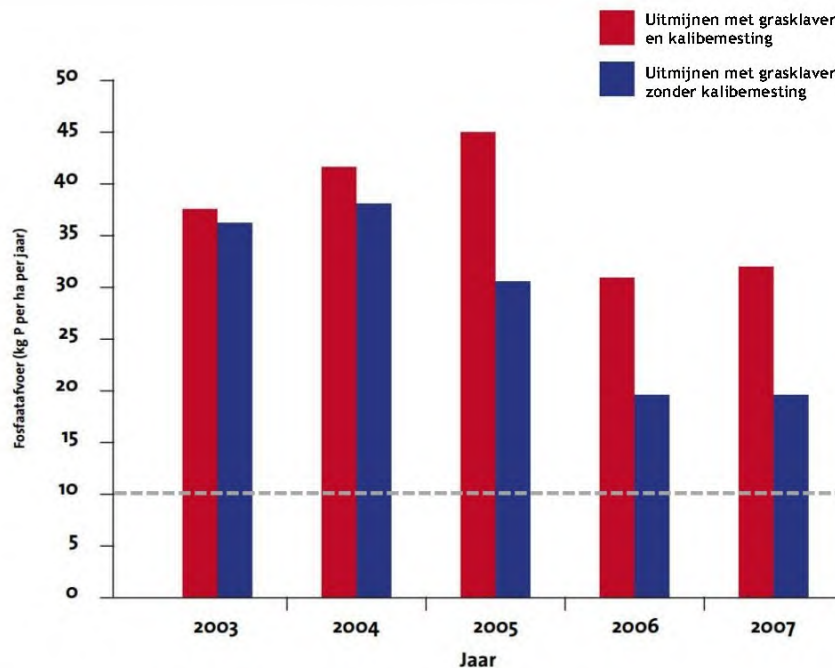
De verschrallingsduur voor maaien en afvoeren is in deze rapportage berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van

.....

een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ( $(0,5/10) \times 100$ ). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ( $(0,5/5) \times 100$ ). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 2,5 mmol/l. Voor uitmijnen kan de verschrallingsduur op dezelfde wijze berekend worden, maar dan wordt uitgegaan van een P-afvoer van 40 kg hectare per jaar. Wanneer aanvullend verschrallingsbeheer vereist is betekent dit dat er onvoldoende voedselarme condities zijn gecreëerd bij de inrichting. Hierdoor is er een kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling onder vochtige tot natte omstandigheden. De verschrallingsduur via maaien en afvoeren is 4 keer zo lang als de duur via uitmijnen. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

### Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschralling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschrallingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



**Figuur 28.** Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide ( $P_2O_5$ ) per ha per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

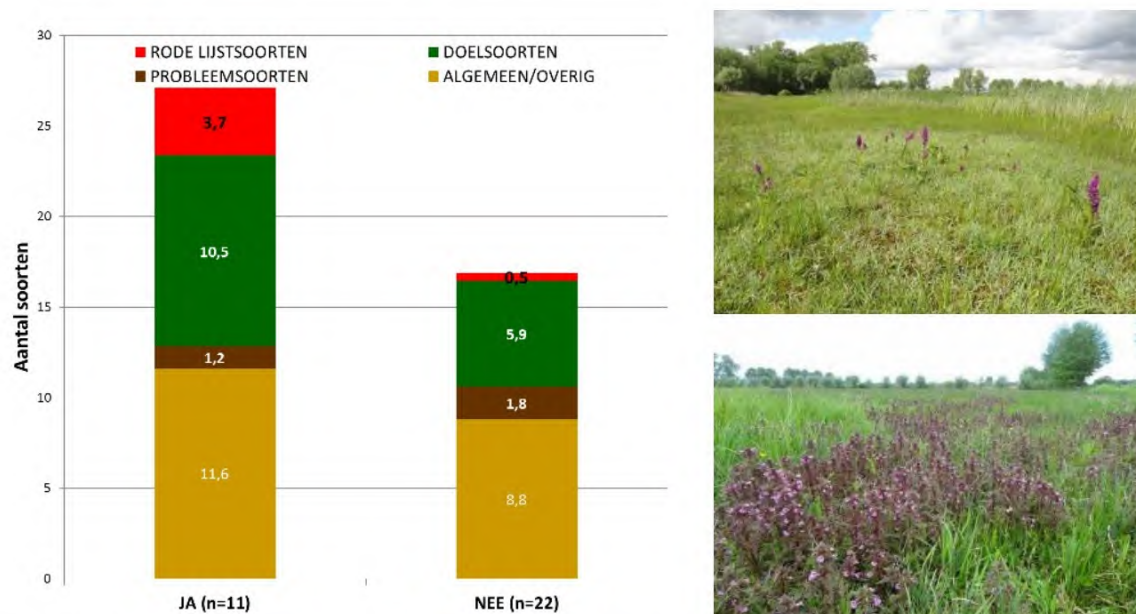
### Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgroning kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig, zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgroning van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

### 7.2.3 Aanvullend advies

#### Herintroductie

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschrallingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschralling van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Door de hoge nitraatconcentraties in deze bodems zijn de meeste zaden reeds gekiemd omdat nitraat werkt als kiemhormoon. De nog resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door zeer algemene soorten met een hoge zaadproductie, zoals Pitrus. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom e.a., 2009; 2013).



**Figuur 29.** Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder ander Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, Heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's:

Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink e.a., 2016). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska e.a., 2007). Het herintroduceren van doelsoorten (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de

zode nog niet gesloten is) uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (Figuur 29).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel waarbij idealiter 1 m<sup>2</sup> vers verzameld maaisel over 1(-2) m<sup>2</sup> bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal (indicatie dichtheid: 1 m<sup>2</sup> verspreiden over 15-25 m<sup>2</sup>) uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd.

Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.

Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hiervan profiteren.

#### Literatuur

- Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.
- Chardon, W.J. (2008) Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683. 25 blz; 43 ref.
- Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* 140: 318-328.
- Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H<sub>2</sub>O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitrussing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110 (1): 43-46.
- Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.
- Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.

- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 1: 12-15.
- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* 45: 701-708.
- Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.

**B**  
**ware**

[www.b-ware.eu](http://www.b-ware.eu)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

Olsen-P ( $\mu\text{mol/L}$ )



Totaal-P (mmol/L)



## Grenswaarden:

### **Heischraal grasland**

Olsen-P <300 (600)  $\mu\text{mol/L}$ ; Totaal-P <3 (7)  $\text{mmol/L}$

### **Heischraal grasland in het heuvelland**

Olsen-P <400 (<800)  $\mu\text{mol/L}$ ; Totaal-P <5 (<10)  $\text{mmol/L}$

### **Dotterbloemhooiland**

Olsen-P <800 (1000)  $\mu\text{mol/L}$ ; Totaal-P <20 (50)  $\text{mmol/L}$

### **Kalkgrasland**

Olsen-P <300 (500)  $\mu\text{mol/L}$ ; Totaal-P <10 (15)  $\text{mmol/L}$

*PS grenswaarden kalkgrasland: calcium >(80)150  $\text{mmol/L}$  en pH (6,5-8,5) dit wordt niet gehaald voor percelen Winnebroek. pH max 5,44 en calcium max 80,9 (op locatie 17), maar overwegend veel lager met een minimum van 6.*

De kleuren gehanteerd op bovenstaande kaarten geven geen grenswaarden aan (want die zijn afhankelijk van het gewenste vegetatietype), maar of een waarde hoog (rood) of laag (groen) is ten opzichte van de rest van de metingen.

Op de meeste locaties is de toplaag (bovenste getal) en de laag eronder bemonsterd, van een aantal locaties is alleen de toplaag bemonsterd. Van locaties 30 en 31 zijn geen bodemmonsters verzameld.

Olsen-P geeft een heel positief beeld. Een groot deel van de onderzochte locaties voldoet zonder afgraven al aan de grenswaarden. Totaal-P geeft een ander beeld daarom daarvan ook nog een kaart toegevoegd.

Er zit een hele grote variatie in de fosfaatverzadigingsgraad 0,04 tot 39,5 %.

Locaties hoge FVG:

5-1, 8, 9, 11, 14, 15, 25 en 28-1 zijn hoog met een FVG van rond de 30 tot 39,5%

Locaties lage FVG:

1-2, 2-2, 4-2, 5-2, 6, 12-1, en 13 FVG van 0 tot 5%.

Voor al het perceel langs de weg (locaties 1, 2, 3, 4, 6 en 7) lijkt geschikt voor schrale natuur. De totaal-P waarden zijn aan de hoge kant, maar de FVG is overwegend zeer laag. Wat betekent dat er een zeer kleine kans is op nalevering van P.

Het meeste westelijke perceel lijkt in aanmerking tot komen voor droog heischraal grasland en het perceel aan de weg voor droog/vochtig heischraal grasland met een overgang naar dotterbloemhooiland bij de bron. De bron lijkt op basis van rapportage RHDHV wat voedselrijker (Olsen-P met 584  $\mu\text{mol/L}$  wat hoger en totaal-P met 11  $\text{mmol/L}$  enigszins lager)



# BODEM- EN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK NATUURPOTENTIES WILNISSE BOVENLANDEN

08



102



- eindrapportage -

*Titel rapport:*

*Bodem- en hydrochemisch onderzoek Wilnisse Bovenlanden, eindrapportage*

*Auteurs:*

[redacted] & [redacted]

*Rapportnummer: RP-22.120.22.115*

*Opdrachtgever:*

*Provincie Utrecht*



PROVINCIE  UTRECHT

**Informatie:**

Onderzoekcentrum B-WARE BV  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Mercator III, Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen

Contactpersoon:

[redacted]

Tel: 024-[redacted]

[redacted]@b-ware.eu

www.b-ware.eu

## INHOUDSOPGAVE

<b>1. Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Aanleiding	4
1.2 Onderzoeksvragen bodem- en hydrochemisch onderzoek	6
1.3 Leeswijzer	6
<b>2. Natuurontwikkeling op landbouwgronden</b>	<b>7</b>
2.1 Natuurontwikkeling: belang van fosfaat	7
2.2 Verschralingsmaatregelen bij natuurontwikkeling	8
2.3 Aanvullend advies	11
<b>3. Materiaal en methoden</b>	<b>13</b>
3.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek	13
3.2 Chemische analyse	16
<b>4. Abiotiek beoogde natuurtypen</b>	<b>19</b>
4.1 Algemene streefconcentraties	19
<b>5. Resultaten bodemchemisch onderzoek</b>	<b>23</b>
5.1 Inleiding	23
5.2 Bodemtype	23
5.3 Grondwaterstanden en waterkwaliteit	24
5.4 Algemene bodemchemie	26
5.5 Kansen voor natuurontwikkeling	27
<b>6. Synthse en conclusies</b>	<b>39</b>
<b>7. Literatuur</b>	<b>43</b>
<b>8. Bijlagen</b>	<b>45</b>
Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem	45
Bijlage 2 - Locatiegegevens bodemmonstername & vegetatiebeschrijving	46

## 1. INLEIDING

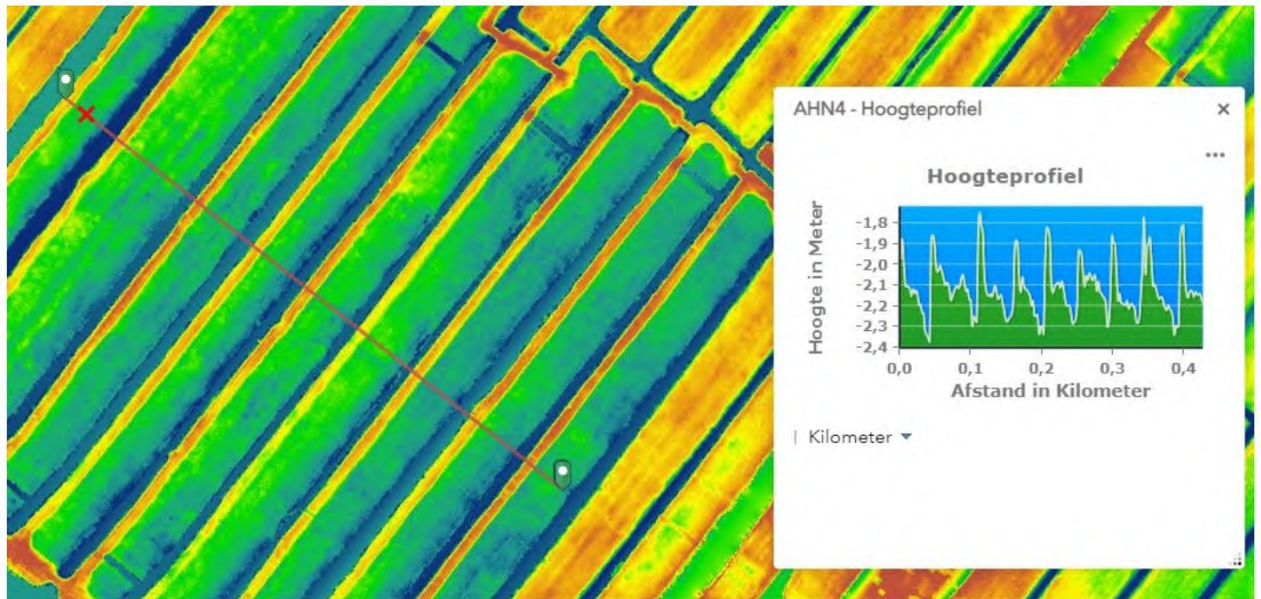
### 1.1 Aanleiding

In opdracht van Provincie Utrecht (via Staatsbosbeheer) heeft Onderzoekcentrum B-WARE een bodem- en hydrochemisch onderzoek uitgevoerd in een aantal veenweidepercelen in de Wilnisse Bovenlanden (Figuur 1). De Wilnisse Bovenlanden vormen een uniek veenweidegebied in het Utrechtse deel van het Groene Hart, ten zuiden van Mijdrecht en Wilnis in de gemeente De Ronde Venen. Het gebied heeft een belangrijke verbindende functie tussen de Nieuwkoopse Plassen en de Vinkeveense Plassen. Het valt in zijn geheel in het 'natuurnetwerk' Nederland. Wilnisse Bovenlanden is in circa 2015 ingericht als nat schraalland. Een aantal percelen zijn geplagd en hebben hun eigen waterhuishouding gekregen. In 2008 heeft B-WARE in opdracht van Royal HaskoningDHV vooronderzoek uitgevoerd in het onderzoeksgebied. Tijdens het betreffende onderzoek destijds is geadviseerd om 40 cm af te plaggen op basis van de bodemanalyses (Van der Welle e.a., 2008). Staatsbosbeheer ziet dat de ontwikkeling deels achterblijft en wil weten waar dit door komt. Men vermoedt dat de fosfaatconcentraties nog te hoog zijn. Nutriëntenonderzoek (rekening houdend met de hoogteverschillen, Figuur 2) is nodig om inzicht te krijgen in het juiste beheer of kansrijke aanvullende maatregelen. De kwaliteit van het inlaatwater is eveneens onderzocht. Men overweegt om inundatie in het najaar mogelijk te maken om verdere verzuring te voorkomen. Uit het onderzoek zal blijken of verzuring überhaupt een probleem is op de percelen. Daarnaast wordt de invloed van de niet afgegraven beheerkaden vastgesteld (risico op uitspoeling/afspoeling naar de geplagde delen).

Tevens zijn een tweetal voormalige landbouwgronden onderzocht die nog niet zijn ingericht. Provincie Utrecht wil graag weten wat de ontwikkelingskansen zijn voor kamgrasweide of nat schraalland/vochtig hooiland door middel van verschrallingsbeheer of het aflaggen van de voedselrijke toplaag.



Figuur 1. Overzicht van de ligging van het onderzoeksgebied.



Figuur 2. Overzicht van de hoogtevariatie in de geplagde percelen in het onderzoeksgebied Wilnisse Bovenlanden. Bron: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>.

De focus in deze rapportage ligt op de toelichting van het bodem- en hydrochemisch onderzoek. Hoge nutriëntenconcentraties kunnen de ontwikkelingsmogelijkheden van verschillende vegetatietypen belemmeren. Het huidige onderzoek dient uit te wijzen hoe voedselrijk de toplaag van de verschillende percelen is, wat de kwaliteit van het inlaatwater is, of verzuring een probleem vormt en wat de invloed is van de niet afgegraven beheerkaden. Op basis hiervan kan worden ingeschat waar in het gebied een kruidenrijkere ontwikkeling kansrijk is en welke maatregelen nodig zijn.

Op 29 locaties in het gebied, 23 in het reeds geplagde gebied en 6 in de twee oostelijke percelen, werden boringen geplaatst en bodemmonsters verzameld. Op basis van de bodemchemische onderzoeksresultaten is aangegeven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke (natte) natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschrappingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Daarnaast werden een aantal oppervlaktewatermonsters verzameld.



Figuur 3. Nat schraalland (links) en vochtig hooiland (rechts) komen tot ontwikkeling onder relatief voedselarme omstandigheden. Foto's: [J] en [J]

## 1.2 Onderzoeksvragen bodem- en hydrochemisch onderzoek

Op basis van de onderzoeksresultaten wordt aangegeven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschrallingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn.

Door middel van het onderzoek worden de volgende vragen beantwoord:

1. Wat is de bodemopbouw op de 29 boorlocaties?
2. Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor? Liggen er mogelijkheden voor de ontwikkeling van kamgrasweide door middel van verschrallingsbeheer of kan nat schraalland/vochtig hooiland worden ontwikkeld door middel van een ontgroning?
3. Wat zijn de oorzaken van de tegenvallende ontwikkeling op de reeds geplagde percelen (voedselrijkdom, buffering, uitspoeling uit beheerkades?) en op welke manier kan de ontwikkeling worden geoptimaliseerd?
4. Wat is de kwaliteit van het inlaatwater?
5. Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen?

Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de verschrallingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. Daarnaast zijn ook de grondwaterkwaliteit en (variatie in) grondwaterstanden van invloed op de natuurtypen die tot ontwikkeling kunnen komen. Deze (geo)hydrologische aspecten maken echter geen (of in onvoldoende mate) onderdeel uit van dit onderzoek. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

## 1.3 Leeswijzer

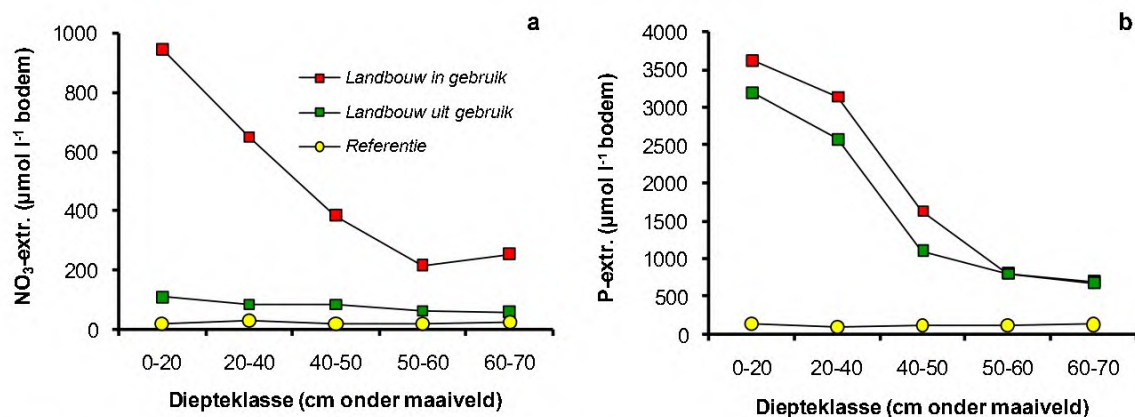
In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de problemen bij en kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden en in hoofdstuk 3 worden de toegepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 4 wordt de abiotiek van de beoogde natuurtypen besproken. De resultaten van het bodemchemisch onderzoek worden in hoofdstuk 5 beschreven inclusief de kansen voor de natuurontwikkeling plus de mogelijke (inrichtings)maatregelen die daarvoor nodig zijn. In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen beschreven. Hoofdstuk 7 bevat een overzicht van de gebruikte literatuur en hoofdstuk 8 de bijlagen.

## 2. NATUURONTWIKKELING OP LANDBOUWGRONDEN

### 2.1 Natuurontwikkeling: belang van fosfaat

De kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten als fosfor (P) en stikstof (N). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de hoge stikstofdepositie in Nederland en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Het is daarom van belang om te sturen op fosforlimitatie.

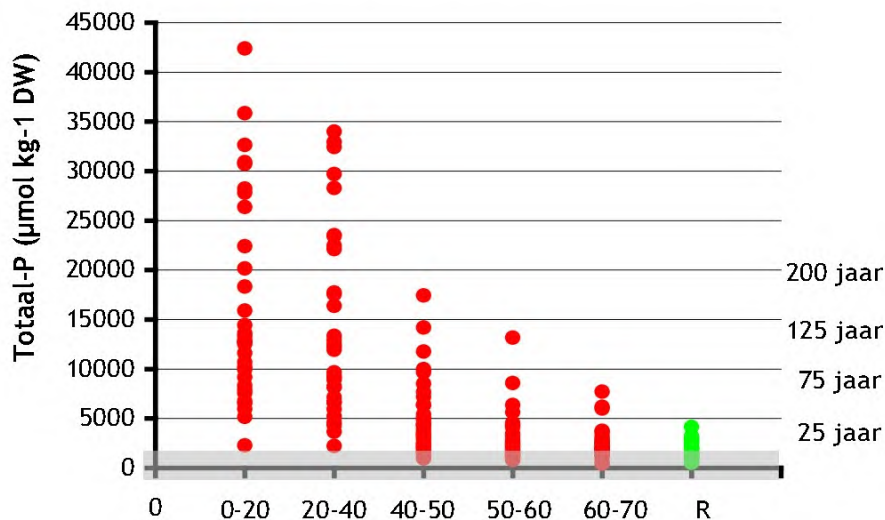
Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 4; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006). Fosfor daarentegen wordt sterk in de bodem gebonden en de fosforbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik niet sterk af (Figuur 4; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Het is daarom van belang om met maatregelen de beschikbaarheid van fosfor in de bodem te reduceren (zie paragraaf 2.2).



**Figuur 4.** Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers e.a. (2009).

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 4; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende dieptes de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen.



**Figuur 5.** Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500 µmol totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

## 2.2 Verschalingsmaatregelen bij natuurontwikkeling

Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

### Extensieve begrazing

Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

### Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet

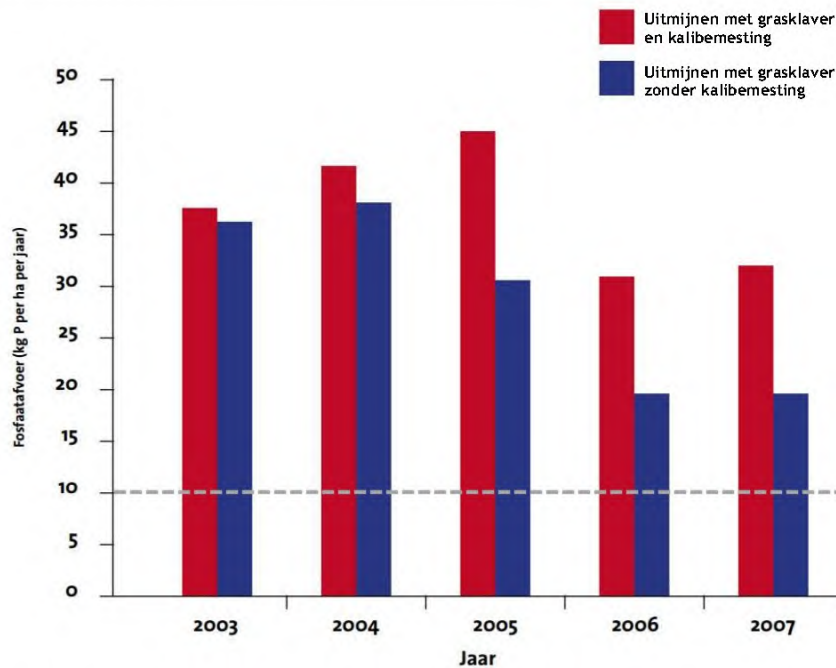
afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 5, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

De verschrallingsduur voor maaien en afvoeren is in deze rapportage berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ( $(0,5/10) \times 100$ ). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ( $(0,5/5) \times 100$ ). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 3 mmol/l. Voor uitmijnen kan de verschrallingsduur op dezelfde wijze berekend worden, maar dan wordt uitgegaan van een P-afvoer van 40 kg hectare per jaar. Wanneer aanvullend verschrallingsbeheer vereist is betekent dit dat er onvoldoende voedselarme condities zijn gecreëerd bij de inrichting. Hierdoor is er een kans op verruiging in de vorm van pitrusontwikkeling onder vochtige tot natte omstandigheden. De verschrallingsduur via maaien en afvoeren is 4 keer zo lang als de duur via uitmijnen. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

In het veenweidegebied is het mogelijk dat de P-afvoer hoger uitvalt dan 10 kg/ha/jaar, door een relatief hoge grasproductie. In een onderzoek naar uitmijn-/verschrallingsmogelijkheden in de Krimpenerwaard werd bij een regulier beheer (zonder aanvullende bemesting) met 4 à 5 snedes per jaar een P-afvoer van circa 25 kg/ha/jaar gerealiseerd (in de eerste twee jaar) (van Eekeren et al., 2021). Hoe lang deze afvoer haalbaar blijft, is niet onderzocht. Het is daarom mogelijk dat de berekende verschrallingstermijnen in de overzichtstabellen in de praktijk lager uitvallen.

### Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschralling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschrallingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



**Figuur 6.** Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide ( $P_2O_5$ ) per ha per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

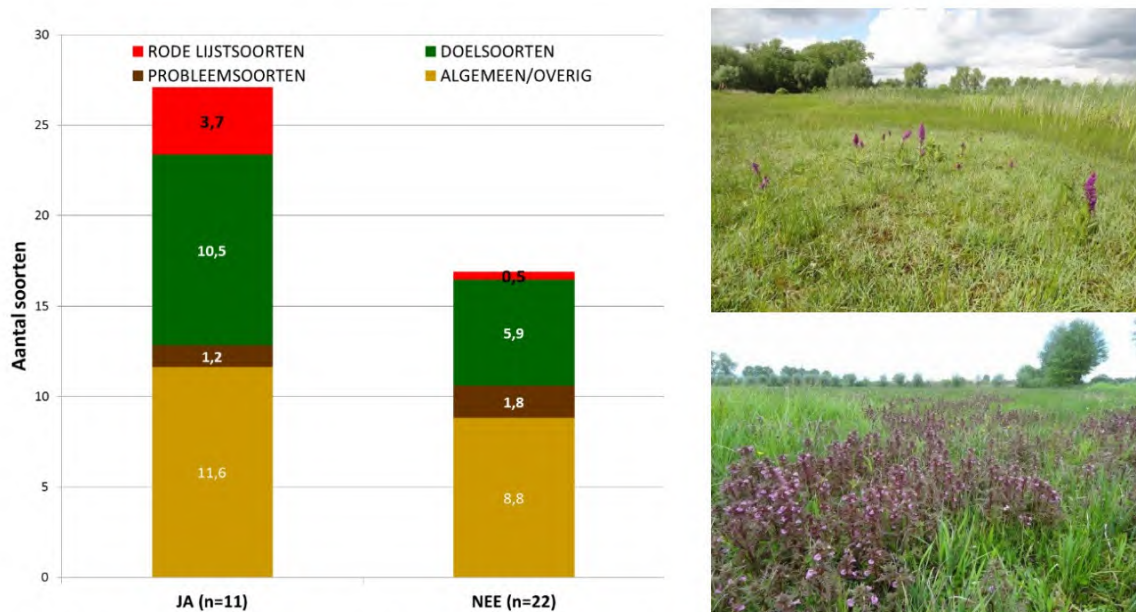
### Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgroning kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig, zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgroning van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

## 2.3 Aanvullend advies

### Herintroductie

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschralingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschraling van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Door de hoge nitraatconcentraties in deze bodems zijn de meeste zaden reeds gekiemd omdat nitraat werkt als kiemhormoon. De nog resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door zeer algemene soorten met een hoge zaadproductie, zoals Pitrus. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom e.a., 2009; 2013).



**Figuur 7.** Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder ander Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, Heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's:



Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink e.a., 2016). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska e.a., 2007). Het herintroduceren van doelsoorten (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de

.....  
zode nog niet gesloten is) uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (Figuur 7).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel waarbij idealiter 1 m<sup>2</sup> vers verzameld maaisel over 1(-2) m<sup>2</sup> bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal (indicatie dichtheid: 1 m<sup>2</sup> verspreiden over 15-25 m<sup>2</sup>) uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd.

Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.

Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hiervan profiteren.

### 3. MATERIAAL EN METHODEN

#### 3.1 Veldwerkzaamheden bodemchemisch onderzoek

##### *Bodemmonstername*

Op 2-3 november 2022 werd op 29 locaties (Figuur 8) het bodemprofiel beschreven tot 150 cm-mv conform NEN5104. Hierbij werden tevens de algemene bodemhorizonten beschreven en is de actuele grondwaterstand en de GLG/GHG (indien af te leiden uit de hydromorfe kenmerken van het bodemprofiel) genoteerd (Tabel 1). Tevens werd de NAP hoogte op de boorlocatie vastgesteld met een RTK-GPS. In het reeds geplagde gebied zijn op 20 locaties bodemmonsters verzameld van de toplaag (0-25 cm-mv). Dit betrof een mengmonster van 5 prikken in een zone van circa 5x5m rondom het boorpunt. De locaties zijn in overleg met de opdrachtgever geselecteerd (Tabel 1). Op 5 slecht ontwikkelde plekken is tevens een bodemmonster op 10-20 en 20-30 cm-mv verzameld. Daarnaast werd op 3 locaties een bodemmonster verzameld in de toplaag van de niet geplagde beheerkades (deze werden op kosten van B-WARE geanalyseerd). In de twee oostelijke percelen zijn 3 locaties per perceel geselecteerd waar bemonstering op 4 dieptes plaatsvond. De locaties werden in overleg met de opdrachtgever geselecteerd op basis van de perceelverdeling, hoogteverschillen in het landschap en eventuele variatie in het bodemtype.

##### *Watermonstername*

Daarnaast werden oppervlakwatermonsters verzameld in het gebied om inzicht te geven in de kwaliteit van het inlaatwater;

**Tabel 1.** Overzicht van de monsterdatum, coördinaten, maaiveldhoogte (m N.A.P.) landgebruik, actuele grondwaterstand (GWS; 2-3 november 2022), gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) per locatie. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 8. \* Bodemmonsters in de diepte verzameld.

MEETPUNT	DATUM	X	Y	MVH	MVTYPE	GWS	GHG	GLG
1B	3-11-2022	120800	464476	-2,137	weiland	5	0	30
2A	3-11-2022	120768	464540	-1,982	weiland	60	20	65
2B	3-11-2022	120777	464533	-2,168	weiland	15	0	50
2C	3-11-2022	120784	464527	-2,135	weiland	0	0	30
3A	2-11-2022	120501	464611	-1,915	weiland	65	35	75
3B	2-11-2022	120512	464603	-2,049	weiland	20	15	70
3C	2-11-2022	120533	464591	-2,141	weiland	40	10	50
3D	2-11-2022	120543	464583	-2,155	weiland	0	0	50
4B*	2-11-2022	120595	464713	-2,093	weiland	10	0	60
5A	2-11-2022	120613	464494	-1,896	weiland	45	10	50
5B	2-11-2022	120625	464485	-2,161	weiland	0	0	50
5C	2-11-2022	120634	464478	-2,104	weiland	25	10	60
5D	2-11-2022	120638	464474	-2,098	weiland	10	0	40
6	2-11-2022	120688	464480	-2,107	weiland	15	5	50
7*	2-11-2022	120625	464335	-2,122	weiland	40	10	50
8	2-11-2022	120506	464484	-2,133	weiland	0	0	50
9*	2-11-2022	120475	464450	-2,167	weiland	0	0	50
10	2-11-2022	120463	464525	-2,135	weiland	10	0	50
11*	2-11-2022	120478	464641	-2,102	weiland	5	0	30

12	2-11-2022	120383	464512	-2,141	weiland	10	0	35
13*	2-11-2022	120781	464610	-2,122	weiland	10	0	50
14	2-11-2022	120633	464426	-2,127	weiland	20	10	50
16	2-11-2022	120656	464772	-2,11	weiland	25	10	70
101*	3-11-2022	120826	464281	-1,993	weiland	30	10	60
102*	3-11-2022	120925	464413	-2,004	weiland	30	10	60
103*	3-11-2022	121035	464549	-1,971	weiland	20	0	50
104*	3-11-2022	120795	464306	-1,954	weiland	30	10	50
105*	3-11-2022	120879	464435	-1,895	weiland	30	10	50
106*	3-11-2022	120990	464558	-1,949	weiland	40	20	60

**Tabel 2.** Overzicht van de coördinaten en de hoogte van de waterspiegel (m N.A.P.) op de oppervlaktewaterlocaties. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 8.

MEETPUNT	DATUM	X	Y	MVH	MVTYPE
OW1	3-11-2022	120364	464465	-2,346	waterspiegel
OW2	3-11-2022	120700	464536	-2,219	waterspiegel
OW3	3-11-2022	120823	464695	-2,228	waterspiegel

De globale bemonsteringsstrategie was als volgt:

#### Reeds geplagde gebied

- 20 locaties
  - Toplaag (0-20 cm-mv);
- 5 slecht ontwikkelde locaties
  - Toplaag (0-20 cm-mv);
  - 10-20 cm-mv;
  - 20-30 cm-mv.
- Niet geplagde beheerkades:
  - Toplaag (0-20 cm-mv);

#### Twee oostelijke percelen

- 0-15 cm-mv;
- 15-25 cm-mv;
- 25-35 cm-mv;
- 35-45 cm-mv.

De exacte bemonsteringsdieptes zijn afgestemd op de bodemhorizonten. De reden hiervoor is dan herleidbaar uit de beschrijving van de bodemprofielen.

De bodem- en watermonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. Voor het in kaart brengen van verschrappingsduren, ontgrondingsdieptes, natuurpotenties, aanvullende maatregelen en risico's zijn bewerkingen en analyses uitgevoerd (Olsen-extractie, destructie, zoutextractie).

In paragraaf 3.2 worden de analysemethoden beschreven.



Figuur 8. Topografische (boven) en hoogtekart (onder) met de ligging van de monsterlocaties. Zie tabel 4 en bijlage 2 voor een toelichting op de monsterlocaties.

### 3.2 Chemische analyse

#### Bodemmonsters:

Voor de bodemmonsters zijn de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid (massavolume);
- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- pH-zout en zoutuitwisselbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en calcium;

#### *Drooggewicht en organisch stofgehalte*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60°C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

#### *Destructie*

Door de bodem en plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

#### *Olsenextractie*

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie plantbeschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l<sup>-1</sup> natriumbicarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

#### *Zoutextractie*

Met een zoutextractie kunnen de vrij in de bodem zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

## Watermonsters:

Oppervlaktewatermonsters werden 10 cm onder het wateroppervlak verzameld en luchtdicht afgesloten in HDPE potten.

Voor het bemonsteren van grondwater werd de grondwaterbuis leeggepompt waarna vers toestromend grondwater werd verzameld in luchtdicht afgesloten HDPE potten.

Bodemvocht werd anaeroob verzameld met ceramische cups of rhizon bodemvochtbemonsteraars (Eijkkelkamp Agrisearch Equipment) waaraan een vacuüm getrokken 60 ml injectiespuit werd verbonden.

### *Standaardmetingen oppervlakte-, grondwater en bodemvocht*

De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl<sub>2</sub> elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (TIC: CO<sub>2</sub> en HCO<sub>3</sub>) werd bepaald met behulp van infrarood gas analyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit werd bepaald door een deel van het monster te titreren met 0,01 mol l<sup>-1</sup> zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV-probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De extinctie (450 nm) van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Biotek plaatreader. De monsters voor de auto-analyzer werden bewaard bij een temperatuur van -20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP-OES werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

## Chemische analyse:

### *Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ARCOS MV of GREEN DUO, Spectro, Kleve, Duitsland). De concentraties nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en fosfaat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride (Cl<sup>-</sup>) werd colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium (Na<sup>+</sup>) en kalium (K<sup>+</sup>) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.



## 4. ABIOTIEK BEOOGDE NATUURTYPEN

### 4.1 Algemene streefconcentraties

Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. In het onderzoeksgebied wordt ingezet op de ontwikkeling van:

- Heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Vochtig hooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ); veelal (zeer) ijzerrijk;
- Kamgrasweide: 400-1000  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z: 15.000-35.000  $\mu\text{mol/l}$ ).

De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem waarvan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten (zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen). Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties in deze rapportage uitgedrukt per liter verse bodem.



Figuur 9. Foto van een vochtig heischraal grasland (foto: J) en dotterbloemhooiland (foto: J).

#### Nat schraalland, vochtig hooiland en dotterbloemhooiland

Het bodemtype en de totale ijzer- en calciumconcentraties van de bodem zijn vooral relevant met het oog op de potentiële natuurbeheer-/habitattypen. Op calciumarme bodems (tot-Ca <10 mmol/l) ligt de ontwikkeling van natte heide voor de hand. Om de ontwikkeling van nat schraalland (N10.01) en vochtig hooiland (N10.02) mogelijk te maken dient de bodem voldoende gebufferd te zijn. Soortenrijke vochtige heischrale graslanden (N10.01) komen over het algemeen voor bij Ca-z concentraties van 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$  en Olsen-P concentraties van 150-400  $\mu\text{mol/l}$ . Onder zeer natte condities kan een kleine zeggenvegetatie tot ontwikkeling komen. Bij concentraties van circa 10.000-25.000  $\mu\text{mol/l}$  (Ca-t veelal >20 mmol/l) en Olsen-P concentraties van 200-500  $\mu\text{mol/l}$  kan een blauwgrasland worden ontwikkeld onder de juiste hydrologische omstandigheden (GRIP database B-WARE). Op gebufferde, ijzerrijke bodems kan onder vochtige tot natte omstandigheden



.....  
 een dotterbloemhooiland (of Elzenbroekbos) tot ontwikkeling komen (onder droge omstandigheden een kamgrasweide/glanshaverhooiland; onder zeer natte omstandigheden trilveen).

Voor de ontwikkeling van blauwgrasland en vochtig hooiland is niet alleen de buffering van belang maar ook de grondwaterstanden. Alleen als er voldoende grondwaterinvloed in maaiveld is zijn deze vegetaties mogelijk. Voor vochtig heischraal grasland kan aanrijking van de wortelzone met grondwater via capillaire opstijging ook al voldoende zijn. De periode waarin grondwater in de wortelzone uittreedt bepaalt in combinatie met de mate van buffering met het grondwater en de zuurproductie als gevolg droogval van de toplaag in de zomerperiode en verzurende (stikstof)depositie of bodems voldoende gebufferd blijven of (langzaam) verzuren.

#### *Verruiging onder natte condities*

Wanneer na een eventuele ontgroning aanvullend verschrallingsbeheer vereist is duidt dit erop dat de bodem na ontgroning nog niet voldoende P-arm is voor de beoogde ontwikkeling. Een aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel mogelijkheden om de gewenste P-concentraties binnen redelijke termijn te realiseren. Dit brengt echter ook risico's met zich mee. Onder licht/matig voedselrijke, vochtige tot natte omstandigheden kan de eerste jaren (wanneer aanvullende verschralling vereist is of wanneer voedselrijke toplagen worden vernat) verruiging met bijvoorbeeld pitrus optreden die een belemmering kan vormen voor de beoogde ontwikkeling. Overigens is de pitrus op beperkt verrijkte bodems veelal ijler in vergelijking met voedselrijke bodems. Het is de vraag of dit risico wordt genomen of dat 10 cm extra wordt afgegraven waardoor de ontwikkeling van de doelvegetatie meteen kan gaan plaatsvinden en het risico op pitrusontwikkeling wordt beperkt.



**Figuur 10.** Pitrusontwikkeling op percelen die na inrichting nog beperkt tot matig verruigd zijn met fosfaat. Aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel perspectief. Door voldoende P-gelimeerde omstandigheden te creëren en maaisel uit een referentiegebied op te brengen kan dit worden voorkomen. Foto's:  en 

#### *Kamgrasweide*

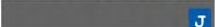
Kamgrasweide(/land) is een permanent begraasd grasland (vooral door runderen) op voedselrijkere bodem met als opvallende soort Kamgras. Door omschakeling naar intensief landbouwgebruik is kamgrasland ongelooflijk in oppervlakte afgenomen, met uitzondering van de polders, waar het nog steeds grote aaneengesloten oppervlakten inneemt. Het leefgebied wordt gevormd door uit kruidenrijk grasland op vooral vochtige tot matig droge, zwak zure tot neutrale, zwak eutrofe zand-, leem- en veengronden (Nijssen e.a. 2016). Soortenrijke kamgraslanden komen over het algemeen voor bij Ca-z concentraties van 15.000-35.000  $\mu\text{mol/l}$  en Olsen-P concentraties van 400-1000  $\mu\text{mol/l}$ . Kamgraslanden komen op de meeste bodems voor, maar op de lichtste bodems (zand, veen, zandleem) is hun voorkomen vaak gebonden aan een lichte vorm van bemesting, terwijl ze

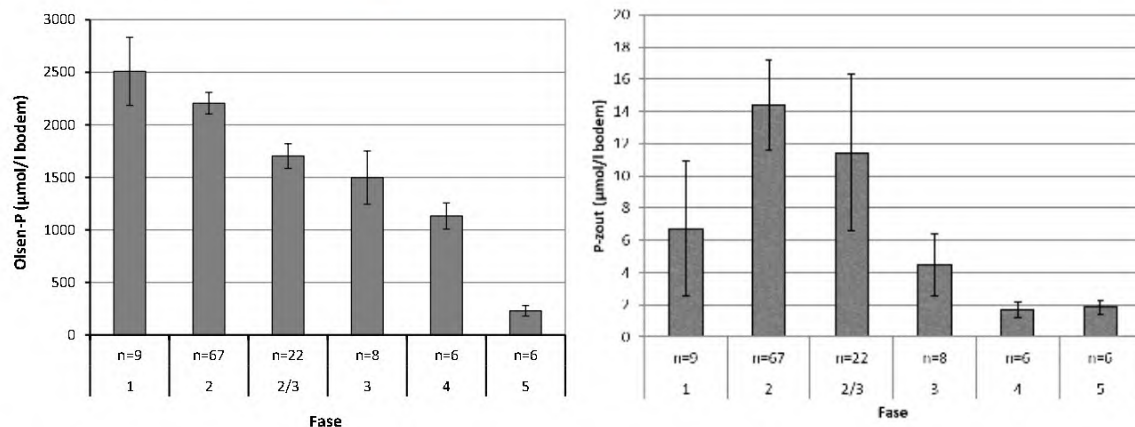
op de zwaardere gronden (klei, leem) ook zonder bemesting kunnen ontstaan en gedijen. De Al-totaal concentraties variëren meestal van 250-500 mmol/l (GRIP database B-WARE). Kenmerkende soorten zijn Veldgerst, Madeliefje, Gewone brunel, Gewoon timotheegras en Tijmereprijs (Zuidhoff, 1996) Naast deze kenmerkende soorten komen er heel wat andere soorten voor die ook te vinden zijn in andere graslandtypes. Kamgraslanden hebben vooral soorten gemeen met de Glanshaverhooilanden, de vochtigere hebben ook soorten van de Dotterbloemgraslanden.

### Kruiden- en faunarijk grasland

Uit onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden (N12.02) ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (<900-1200/1500  $\mu\text{mol/l}$ ; Figuur 11). Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet.



**Figuur 11.** Foto's van een goed ontwikkeld vochtig (links: Alkmaar, rechts; Doetinchem) kruiden- en faunarijk grasland. Foto's:  J



**Figuur 12.** Olsen-P (links) en P-z (rechts) concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem van graslandpercelen in Overijssel ingedeeld per graslandfase naar Schippers e.a. (2012). Verklaring graslandfasen (van voedselrijk naar schraal): fase 1 = raaigraslanden, fase 2 = witbolgraslanden, fase 3 = gras-kruidenmix, fase 4 = kruidenrijk grasland en fase 5 = heischraal grasland. Bron: Scherpenisse e.a. (2017).

De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de meest labiele P-fractie voldoende laag is ( $P-z < 1-2 \mu\text{mol/l}$ ) en ook de nitraatconcentratie laag is (<100-200  $\mu\text{mol/l}$ ).

Om op voedselrijkere gronden de dominantie van witbol te doorbreken, wordt geadviseerd witbol vroeg af te maaien, bijvoorbeeld in mei. Deze grassen bloeien namelijk voordat de zomerkruiden gaan bloeien. Op deze manier wordt gestreepte witbol actief teruggedrongen ten gunste van later

.....  
bloeiende kruidachtigen. Goed ontwikkelde kruidenrijke graslanden worden vaak laat in de zomer (augustus/september) gemaaid.

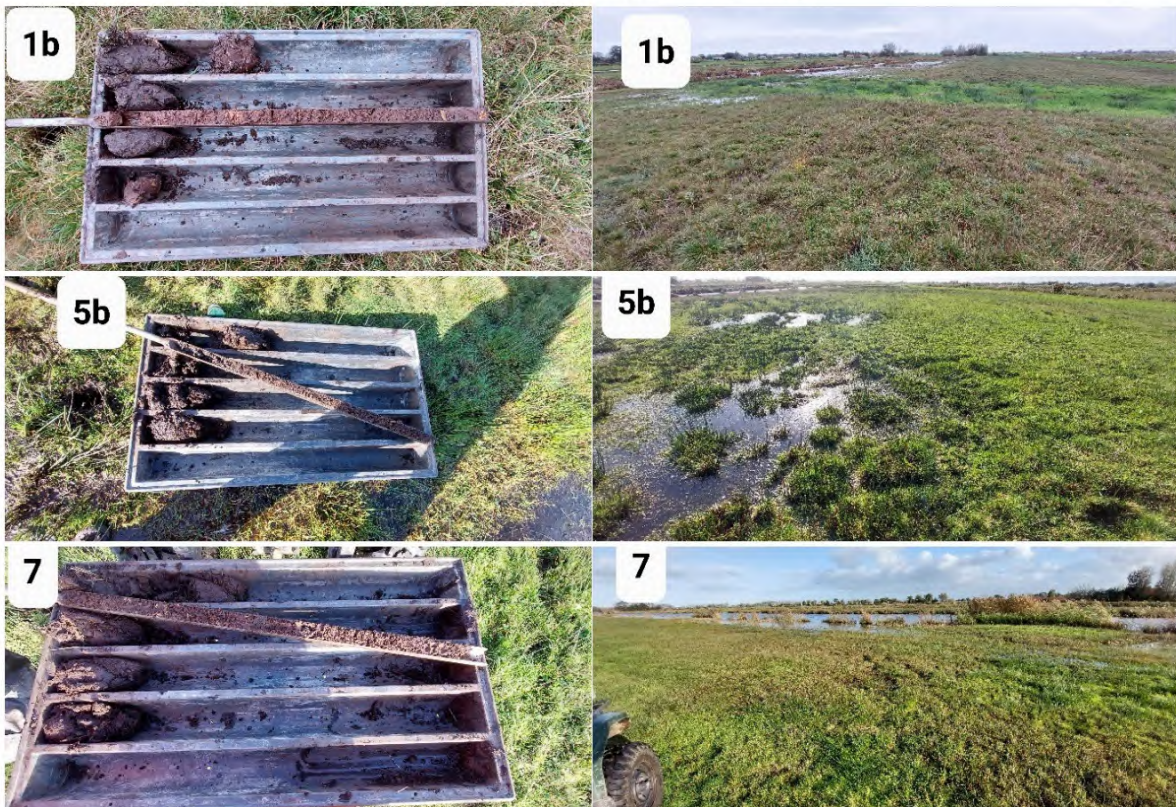
## 5. RESULTATEN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK

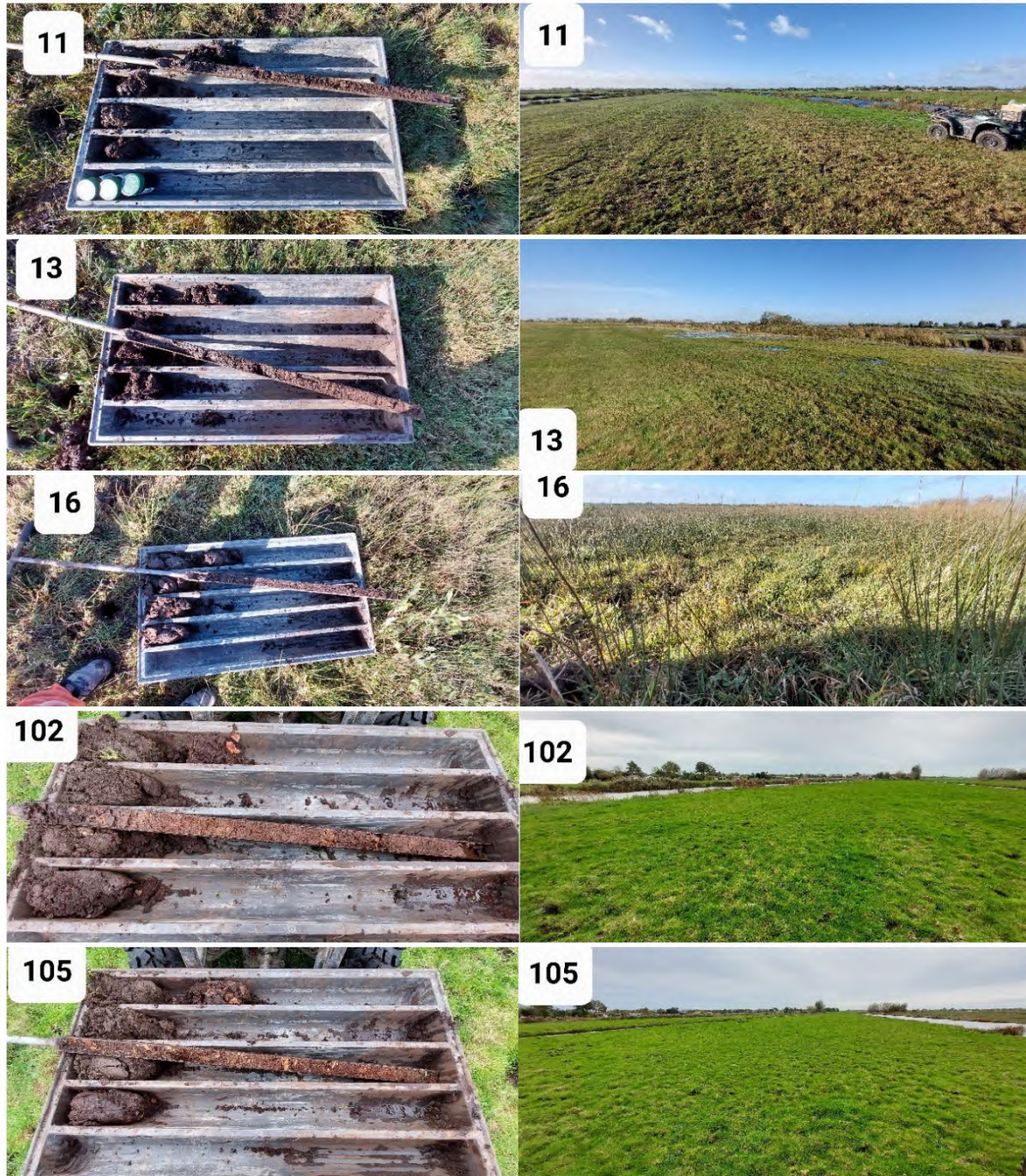
### 5.1 Inleiding

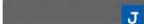
In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek beschreven. In 5.2 wordt het bodemtype en de bodemopbouw gepresenteerd en in paragraaf 5.3 de (grond)waterstanden en waterkwaliteit aan bod. In paragraaf 5.4 wordt de bodemchemie besproken. In paragraaf 5.5 worden de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur per deelgebied (geplagde percelen en oostelijke percelen) toegelicht en worden per gebied de potenties besproken en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Ten slotte worden enkele algemene aandachtspunten bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden gegeven.

### 5.2 Bodemtype

De bodem in het reeds geplagde deel bestaat voornamelijk uit (sterk) veraard veen (circa 30-80 % organisch stof) (Tabel 4). Lokaal bestaat de toplaag uit klei (locaties 2C, 5C, 6 en 7). De dikte van de bouwvoor varieert hier van circa 10-25 cm. In de oostelijke percelen bestaat de toplaag uit organische klei (30-40 % OS). De bouwvoor varieert van 25 tot 30 cm. Onder de bouwvoor is veelal een A-horizont (veraard veen) aangetroffen (60-80% OS). Bij de adviezen per locatie zal worden beschreven tot op welke diepte de bodem verrijkt is met fosfaat en of verschrallingsbeheer kansen biedt. Zie Bijlage 1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie en Figuur 13 voor een impressie van de boorprofielen en locaties in het onderzoeksgebied.





Figuur 13. Impressie van het onderzoeksgebied en foto's van de bodemprofielen een aantal locaties. De bodems zijn uitgelegd per 40 cm (kolom van boven naar beneden) tot een diepte van 150 cm-mv (50 cm boring en 50-100 cm-mv met een guts): linksboven ligt 0-10 cm, linksonder 30-40 cm. Foto's: 

### 5.3 Grondwaterstanden en waterkwaliteit

#### Grondwaterstanden

Welke natte natuurbeheertypen zich daadwerkelijk in het gebied kunnen ontwikkelen is onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom van de bodem, de mate van buffering van de bodem, het bodemtype en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. Om veenafbraak te voorkomen is het van belang dat schraallanden of hooilanden op veenbodems voldoende nat zijn en slechts beperkt (10-20 cm) droogvallen in de zomerperiode.

De ruimtelijke variatie van de gemiddeld hoogste (GHG) en laagste (GLG) grondwaterstand per locatie werd afgeleid uit het bodemprofiel. De GHG varieert nauwelijks en ligt in het hele onderzoeksgebied tussen de 15 en 35 cm-mv. De GLG ligt tussen de 30 en 75 cm-mv. Hiermee lijkt het onderzoeksgebied geschikt voor de ontwikkeling van kamgrasweide en nat schraalland/vochtig hooiland. Wel lijken de grondwaterstanden in de zomer nog relatief diep uit te zakken. De uit het bodemprofiel afgelezen GLG kan echter ook nog zijn beïnvloed door de periodes voor inrichting waarin de percelen nog in landbouwkundig gebruik waren. Monitoring van de waterstanden in peilbuizen kan uitsluitsel geven over de daadwerkelijke (actuele) grondwaterstandsfluctuaties.

### Waterkwaliteit

Voor het (indicatieve) hydrochemische onderzoek werden enkele oppervlaktewatermonsters in het gebied verzameld en geanalyseerd (zie Tabel 2 en Figuur 8). De resultaten worden weergegeven in Tabel 3.

**Tabel 3.** Kwaliteit van het oppervlaktewater. De concentraties zijn weergegeven in  $\mu\text{mol/l}$ . EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in  $\mu\text{S/cm}$ . De monsters zijn op 3 november 2022 verzameld.

Code	Type	pH	Alk	EGV	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Al	Ca	Fe	Mg	P	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
OW 1	OW	7,7	3,1	537	144	2967	4	1548	4	456	6,9	337	16,4	53,8	1,6	1010	36	2581
OW 2	OW	7,4	2,2	549	190	2036	4	1741	6	440	1,0	930	1,3	2,6	0,8	1049	32	1857
OW 3	OW	6,7	1,9	516	791	1691	3	1655	6	402	2,9	907	0,2	30,5	0,9	976	34	1784



Figuur x. Impressie van de locaties van de oppervlaktewaterbemonstering (van links naar rechts de Ennipwetering (OW1) en twee sloten binnen het projectgebied (OW2, OW3). Foto's: [redacted] 12 oktober 2022.

Bij de interpretatie van de chemische analyses van het oppervlaktewater is het goed om te realiseren dat deze een momentopname op het eind van het groeiseizoen weergeven. De waterkwaliteit zal gedurende het jaar fluctueren als gevolg van neerslag, verdamping en inlaat van rivierwater in het boezemsysteem.

Het water in de Ennipwetering (OW1) is vrij sterk gebufferd en behoorlijk rijk aan fosfor en ammonium. Binnen het projectgebied (OW2 en 3) nemen alkaliniteit, bicarbonaat en fosfor vrij sterk af, wat duidt op menging met neerslagwater (tabel 3). Door het uitzakken van de grondwaterstanden in de veenweidepercelen in de zomer komt als gevolg van oxidatieprocessen (van veen en/of pyriet) sulfaat vrij. Dit sulfaat spoelt uit naar de sloten wanneer de waterpeilen in de percelen stijgen en daardoor nemen de sulfaatconcentraties binnen het gebied toe.

Ammonium kan ook naleveren uit de slootbodems op moment dat er weinig doorstroming is, zoals aan het eind van een sloot bij OW3.

#### 5.4 Algemene bodemchemie

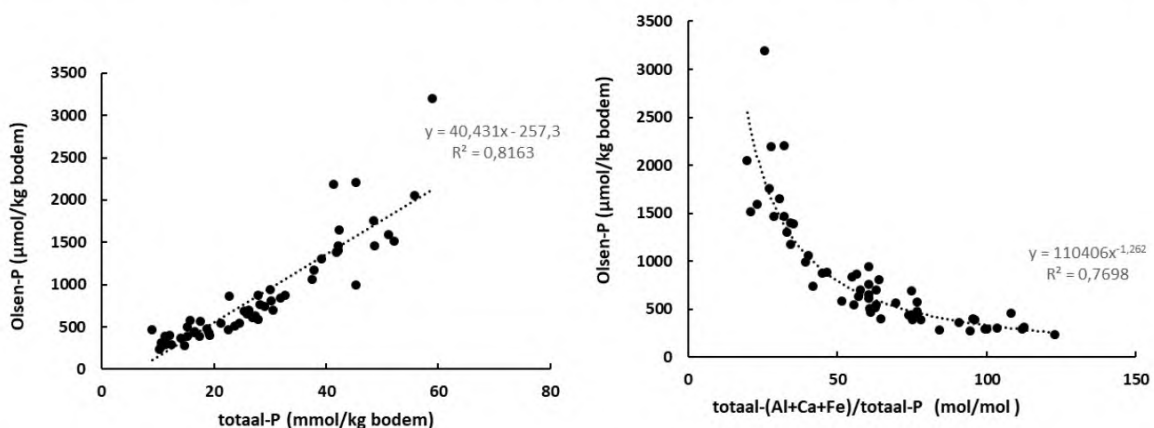
Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren afhankelijk van de ijzer- en calciumconcentraties en/of de kleiigheid van de bodem):

- Heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Vochtig hooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ); veelal (zeer) ijzerrijk;
- Kamgrasweide: 400-1000  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z: 15.000-35.000  $\mu\text{mol/l}$ ).

De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem weer waarvan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten (zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen). Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties (gehalten) in deze rapportage uitgedrukt per liter verse bodem.

#### Bodemcorrelaties

Een lage fosfaatbeschikbaarheid biedt, zoals beschreven in hoofdstuk 2 en 4, goede kansen voor de ontwikkeling van voedselarme natuur. In Figuur 14 worden correlaties tussen een aantal relevante bodemchemische variabelen weergegeven. De concentratie Olsen-P (plantbeschikbaar fosfaat) neemt toe bij een toename van de totale P-voorraad in de bodem (Figuur 14; links). Daarnaast heeft het grondgebruik (bemestingsgeschiedenis), bodemtype en/of bodemchemie (aanwezigheid van P-bindende stoffen) invloed op de Olsen-P concentratie (Figuur 14; rechts).



Figuur 14. Correlaties tussen enkele bodemchemische variabelen in het onderzoeksgebied.

## 5.5 Kansen voor natuurontwikkeling

Doel van het huidige onderzoek is om de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur op een aantal (voormalige) agrarische percelen te bepalen. De kansen voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Hoofdstuk 2). Het reeds geplagde deel en de twee oostelijke percelen worden apart behandeld en zullen ook opgedeeld worden in deelgebieden. Per deelgebied worden de belangrijkste bodemchemische variabelen kort toegelicht en de potenties en geschikte maatregelen beschreven. Het opstellen van een inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van deze opdracht, evenals de toetsing of een eventuele ontgroning past binnen het (ecohydrologische) systeem.

### 5.5.1 Projectgebied schraallandontwikkeling (2015)

De hoogtekartaart van het gebied dat in 2015 is ingericht voor de ontwikkeling van nat schraalland laat duidelijk zien dat er op elk van de percelen een gradiënt in maaiveldhoogte is van NW naar ZO (figuur 2). Aan de NW-zijde is steeds een (ongeplagde) beheerkade aanwezig van ongeveer 8 meter breed met er naast een plagstrook van 30 - 50 meter breed met een flauw aflopend profiel naar het ZO. De laagste en meest schrale delen liggen langs de ZO-kant van de percelen, omdat daar het diepste is geplagd. Op basis van metingen aan de huidige maaiveldhoogte en resterende bouwvoordikte is de inschatting dat bij de inrichting ca. 0-40 cm van NW tot ZO van de bovengrond is afgegraven.

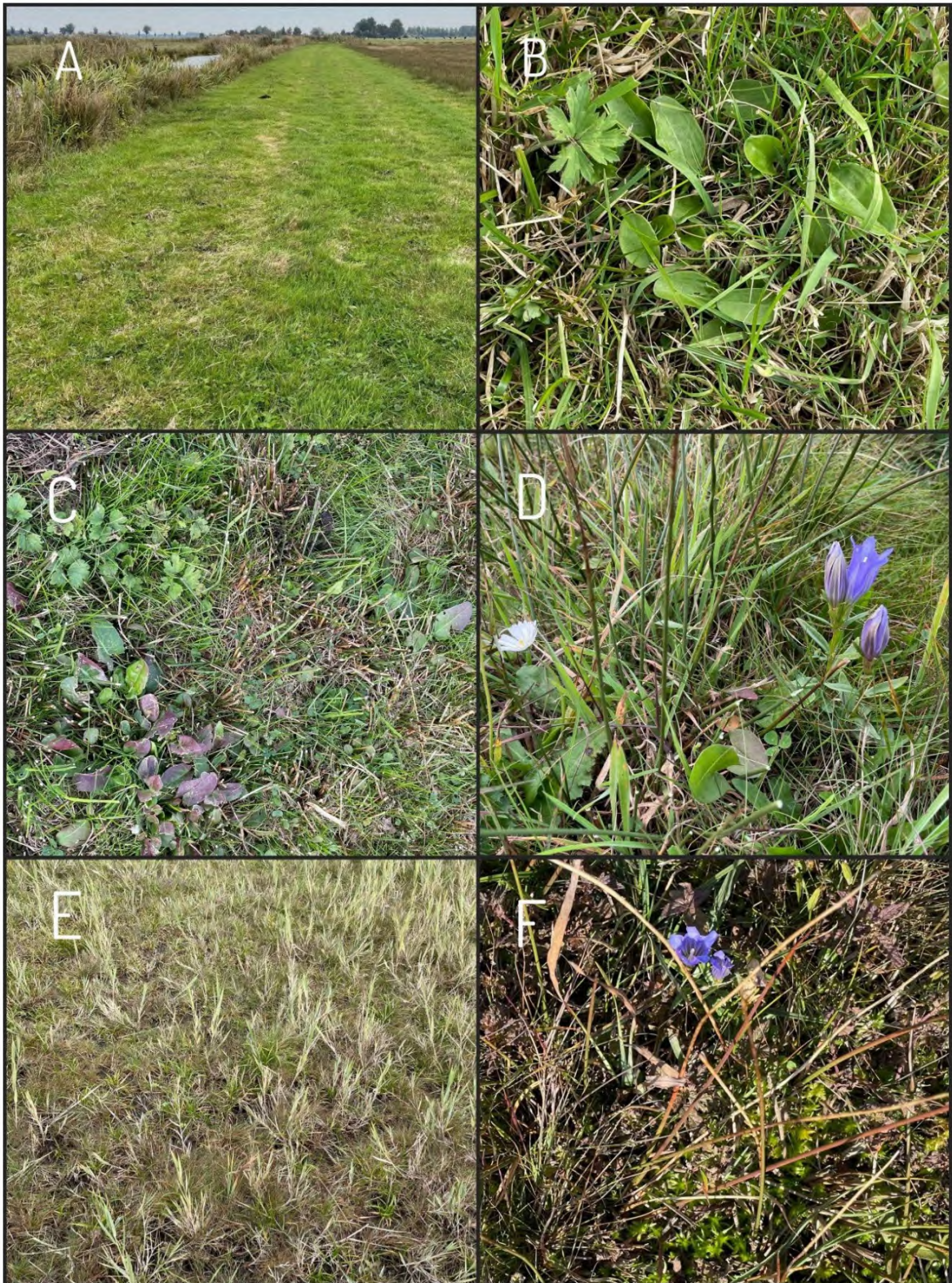
Op 12 oktober 2022 zijn 23 locaties geselecteerd voor bodemchemisch onderzoek. De monsterpunten zijn op basis van vegetatiekenmerken verspreid over verschillende delen van het terrein gekozen. Het grasland was in de nazomer kort gemaaid, maar op basis van de aanwezigheid van plantensoorten in de stoppel kon toch duidelijk onderscheid worden gemaakt in drie categorieën (figuur 15a en b):

1. beheerkade (ongeplagd): productief grasland met vrij homogene vegetatie met voornamelijk Engels raaigras, gestreepte witbol, kruipende boterbloem, veldzuring, en af en toe madelief, ridderzuring, hondsdraf, pinksterbloem en pitrus.
2. matig ontwikkeld schraalland: heterogene, soms vrij productieve vegetatie met steeds een behoorlijk aandeel algemene graslandsoorten, zoals kruipende boterbloem, pitrus, veldzuring, gewoon struisgras, Engels raaigras, madelief, witte klaver, zilverschoon en hondsdraf; daarnaast wisselend per locatie met één of meerdere soorten van schralere graslanden en kleine zeggengemeenschappen (zoals klokjesgentiaan, tormentil, moerasstruisgras, geelgroene zegge, egelsboterbloem) of vochtig hooiland (kale jonker, echte koekoeksbloem, gevleugeld hertshooi, moerasrolklaver, moerasspirea). Op sommige plekken komen ook storingssoorten voor, waaronder akkerdistel en speerdistel.
3. schraalland: laag productieve vegetatie, met moerasstruisgras, geelgroene zegge, watermunt, riet, zompzegge; op sommige plekken met soorten als klokjesgentiaan, tormentil, kattenstaart, egelsboterbloem, pinksterbloem.

In bijlage 2 is per locatie aangegeven welke plantensoorten zijn aangetroffen. Bovenstaande indeling is tevens gebruikt om analysesresultaten van het bodemchemisch onderzoek uit te werken en een antwoord te geven op de onderzoeksvragen.



Figuur 15a: Impressie van de schrale vegetatie nabij monsterlocatie 3D. Op de voorgrond het laag gelegen deel aan de ZO-zijde van het perceel met o.a. moerasstruisgras, riet, watermunt en geelgroene zegge. Midden op de foto aan de linkerkant (gele cirkel) een iets hoger gelegen deel dat als 'matig ontwikkeld' werd gekwalificeerd. Het is herkenbaar aan de frisgroene kleur door aanwezigheid van o.a. gestreepte witbol en Engels raaigras. Foto: [redacted] 12-oktober 2022.



Figuur 15b. Impressie van de vegetatie in de drie onderzochte deelgebieden: de beheerkade met hoog productieve gras-kruidentmix (A, B); het matige ontwikkelde, afgeplagde deel met een redelijk productieve vegetatie van o.a. Veldzuring (*Rumex acetosa*), Pitrus (*Juncus effusus*), Kale jonker (*Cirsium palustre*), Madelief (*Bellis perennis*) en een fors exemplaar van Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) (C, D); en het schrale deel dat laag productief is met een groot aandeel van soorten van schralere hooglanden, zoals Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), Moerasstruisgras (*Agrostis canina*), Geelgroene zegge (*Carex demissa*) en veenmos (E,F). Foto's: [redacted] 12 oktober 2022.

## Algemene beschrijving van de bodemchemie

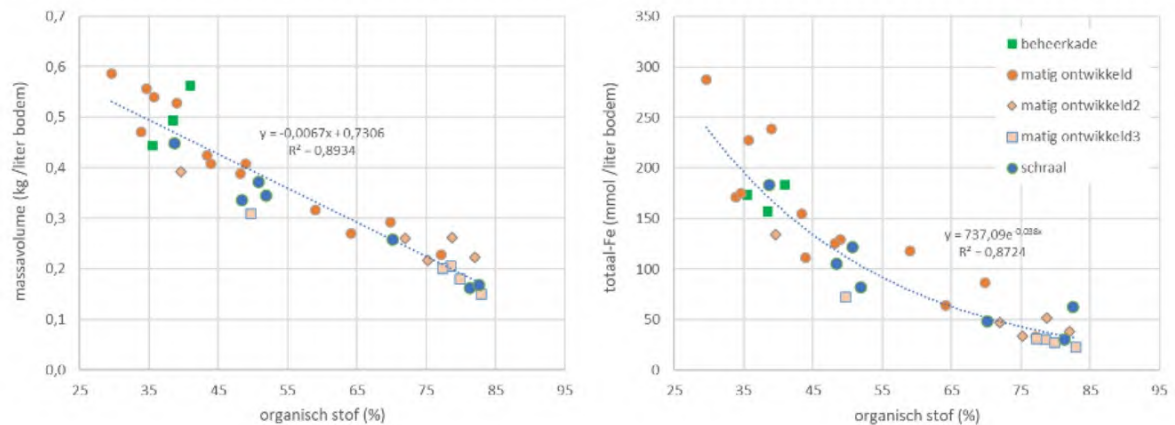
De resultaten van alle bodemanalyses staan uitgewerkt in tabel 4. De bodem in het gebied is een veengrond, waarvan de toplaag door langdurige ontwatering is veraard. Naarmate de bodem meer is aangetast door drainage en oxidatie is de bodem armer aan organisch stof en rijker aan mineralen. De chemische analyses geven een duidelijk verband tussen organisch stofgehalte en de dichtheid van de bodem (massavolume) (figuur 16, links). Hetzelfde verband is aanwezig met de concentratie totaal-ijzer. Dat element blijft achter in de geoxideerde toplaag en er is meer van aanwezig naarmate er meer organisch stof is afgebroken (figuur 16, rechts).

Uit de profielbeschrijvingen en de chemische analyses valt op te maken dat op een deel van de bemonsterde locaties de veraarde bovengrond niet volledig is verwijderd. Dat is te zien aan de relatief lage organisch stofpercentages (<40%) en de hoge ijzerconcentraties. Locaties met venige klei hebben ook een vrij laag organisch stofgehalte, maar bevatten naast relatief veel ijzer- ook veel aluminium dat afkomstig is uit de kleimineralen. De intacte, niet-veraarde veenbodem is rijk aan organisch stof (60-83%) en werd aangetroffen in de diepst afgeplagde delen en in de bodemlagen die dieper in het profiel zijn bemonsterd ('matig ontwikkeld2 en 3').

**Tabel 4.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties. De 'vegetatietypering' is aangegeven met verschillende kleuren: groen = beheerkade, oranje = matig ontwikkeld en blauw = schraal. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l); -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l). M4 (t.b.v. ontwikkeling nat schraalland)/M10 (t.b.v. ontwikkeling kamgrasweide) = berekende verschalingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 400/1000 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3 mmol/l). De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	
<5	<150	<20	<4000	<20	<1	<50	0 voldoende P-arm
6-10	151-250	21-50	4001-10000	21-50	2-5	51-100	<10 kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	51-100	10001-20000	51-100	6-10	101-200	11-40 matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	101-150	20001-35000	101-150	11-30	201-400	41-80 kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	>150	35001-50000	151-300	31-50	401-800	81-200 matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>300	51-100	801-1200	201-400 ongeschikt voor verschraling I
				>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

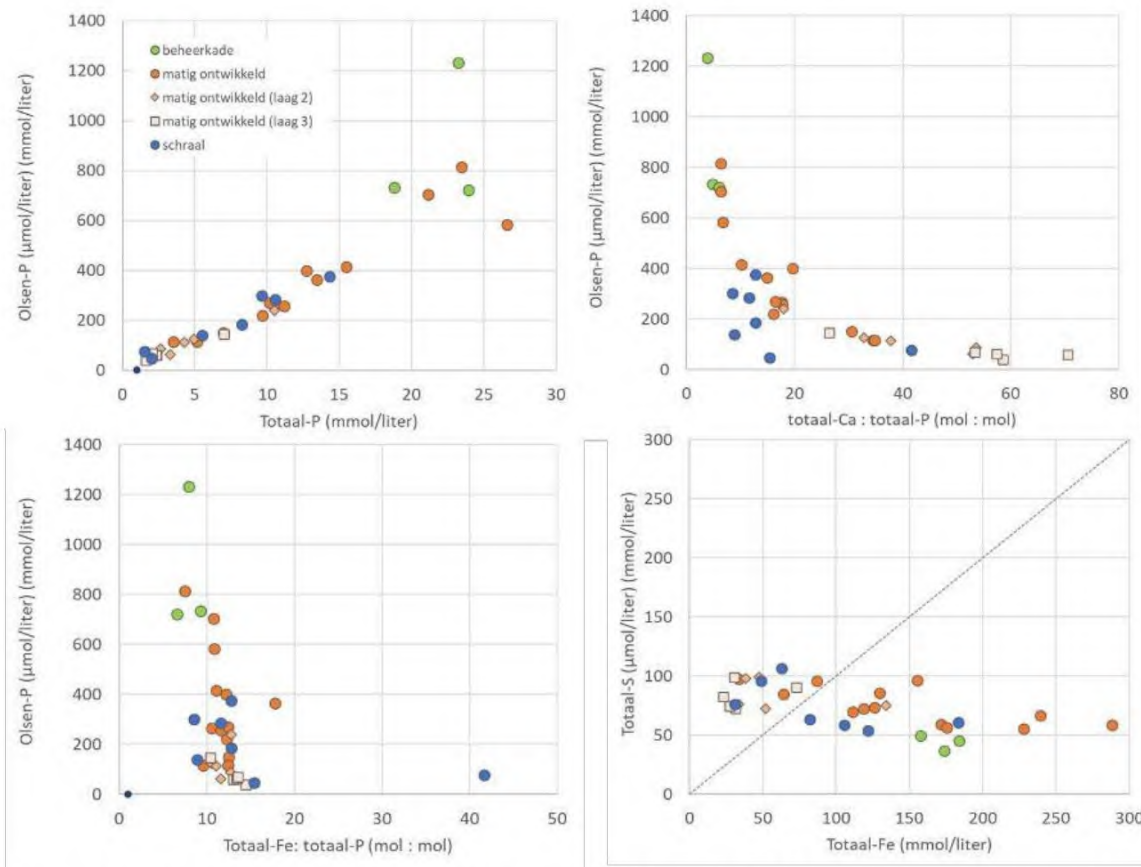
Nr	type	cm-mv	bv=bouwwoor	% kg/l														%	µmol/l							
				OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z		Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M3	M5
2A	beheerkade	0-20	Veen, bv	41	51	0,6	1232	23,2	375	89	184	15	41	45	139	29928	56	4081	4,6	99	2,74	968	96	110	80	51
3A	beheerkade	0-20	Veen, bv	35	47	0,4	734	18,8	313	92	174	11	40	37	77	25179	25	1945	4,7	99	2,27	228	103	69	37	
5A	beheerkade	0-20	Veen, bv	38	57	0,5	722	24,0	389	143	157	15	47	49	110	37604	2	3900	5,4	99	2,58	416	72	89	46	
2B	matig ontwikkeld	0-10	Veen	77	78	0,2	115	3,5	59	121	34	3	10	98	73	30531	70	3438	4,7	99	2,65	71	150	0	0	
3B	matig ontwikkeld	0-10	Veen, bv	36	56	0,5	704	21,2	340	135	228	10	41	55	86	36984	20	2808	5,0	99	3,68	287	116	38	19	
5B	matig ontwikkeld	0-10	Veen, bv	34	62	0,5	415	15,5	291	157	171	14	46	59	61	34199	28	3914	5,2	99	1,59	4	202	13	0	
5C	matig ontwikkeld	0-10	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	30	56	0,6	583	26,6	583	179	288	21	58	58	44	33144	40	3684	5,3	99	2,10	116	132	40	12	
8	matig ontwikkeld	0-10	Veen, bv	49	65	0,4	257	11,2	312	198	129	12	33	86	76	41617	15	2887	5,3	99	1,4	247	50	0	0	
10	matig ontwikkeld	0-10	Veen, bv	43	64	0,4	401	12,8	368	250	155	16	43	96	68	49384	0	3519	5,5	100	1,64	290	23	10	0	
12	matig ontwikkeld	0-10	Veen	99	71	0,3	220	9,7	284	156	119	16	35	72	91	35376	51	4322	5,2	99	1,74	99	106	0	0	
14	matig ontwikkeld	0-10	Veen, bv	35	65	0,6	814	23,4	433	148	175	16	54	56	37	37856	0	4667	5,4	100	2,75	153	31	46	28	
4B-1	matig ontwikkeld	0-10	Veen, bv	39	58	0,5	364	13,5	568	201	239	26	97	67	40	44121	43	4745	5,2	100	1,65	126	66	7	0	
4B-2	matig ontwikkeld2	10-20	Veen	40	67	0,4	239	10,5	314	190	134	12	49	75	52	39768	18	4338	5,5	99	1,4	48	49	0	0	
4B-3	matig ontwikkeld3	20-30	Veen	50	72	0,3	146	7,0	171	185	73	7	29	91	49	36065	12	4078	4,8	100	1,27	120	71	0	0	
7-1	matig ontwikkeld	0-10	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	44	63	0,4	266	10,6	344	186	111	13	49	70	46	39102	0	5134	5,2	100	1,67	66	31	0	0	
7-2	matig ontwikkeld2	10-20	Veen	79	75	0,3	125	4,9	165	161	52	7	26	72	26	39665	0	4996	5,5	100	2,57	49	63	0	0	
7-3	matig ontwikkeld3	20-30	Veen	79	80	0,2	61	2,3	66	165	30	3	16	99	41	32820	19	4914	5,4	100	2,35	4	66	0	0	
9-1	matig ontwikkeld	0-10	Veen, bv	70	73	0,3	150	7,0	137	212	87	5	18	96	65	49511	4	3817	5,2	100	1,65	270	6	0	0	
9-2	matig ontwikkeld2	10-20	Veen	82	80	0,2	63	3,3	65	175	38	3	12	98	76	40824	32	3972	5,1	99	2,24	163	63	0	0	
9-3	matig ontwikkeld3	20-30	Veen	83	85	0,2	41	1,6	34	94	23	2	8	83	152	31221	31	3215	4,8	99	1,9	3	86	0	0	
11-1	matig ontwikkeld	0-15	Veen, bv	64	75	0,3	116	5,2	144	180	64	6	18	85	66	38907	67	3484	5,1	99	1,44	63	215	0	0	
11-2	matig ontwikkeld2	15-25	Veen	75	80	0,2	88	2,6	76	140	33	3	12	76	45	36829	14	3327	5,1	100	1,24	148	141	0	0	
11-3	matig ontwikkeld3	25-35	Veen	77	82	0,2	61	2,3	77	134	31	3	13	72	51	35113	9	3318	5,0	100	0,90	132	106	0	0	
13-1	matig ontwikkeld	0-15	Veen, bv	48	67	0,4	271	10,2	346	168	126	17	41	73	76	38546	0	4321	5,0	100	1,11	119	34	0	0	
13-2	matig ontwikkeld2	15-25	Veen	77	77	0,3	113	4,3	108	162	47	5	15	99	135	38165	0	3946	5,1	99	2,55	101	112	0	0	
13-3	matig ontwikkeld3	25-35	Veen	80	82	0,2	70	2,0	59	109	27	3	9	74	50	30228	16	2919	4,4	99	1,27	19	50	0	0	
6	schraal	0-10	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	48	69	0,3	185	8,3	253	162	105	9	29	59	37	34832	0	3579	5,5	100	0,8	45	50	0	0	
16	schraal	0-10	Veen, bv	91	67	0,4	284	10,5	354	162	122	16	54	54	28	38011	0	4104	5,3	100	1,69	103	45	0	0	
18	schraal	0-10	Veen	70	77	0,3	139	5,5	111	146	49	4	15	96	78	32157	59	3401	4,7	99	1,74	3	57	0	0	
2C	schraal	0-10	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	92	68	0,3	301	9,7	220	132	82	8	30	64	56	35821	125	5628	5,2	99	1,71	10	120	0	0	
3C	schraal	0-10	Veen, bv	39	62	0,4	376	14,3	420	186	184	17	56	61	53	42058	11	3544	4,7	100	1,4	263	65	9	0	
3D	schraal	0-10	Veen	81	85	0,2	48	2,0	48	121	31	3	10	76	35	26173	106	2703	5,3	100	1,52	8	67	0	0	
5D	schraal	0-10	Veen, bv	83	84	0,2	78	1,5	48	53	63	2	5	106	266	20353	99	1651	3,6	97	1,67	2	41	0	0	



Figuur 16: Correlatie tussen organisch stofpercentage van de bodem en het massavolume (links) en de totale concentratie ijzer (rechts). De symbolen geven de verschillende locaties en/of dieptes weer. Zie tabel 4 voor nadere toelichting.

In figuur 17 zijn linksboven de Olsen-P concentraties uitgezet tegen de totaal-P concentratie. Hieruit wordt duidelijk dat de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfor afhangt van de totale P-voorraad in de bodem. De beheerkades (groen) en een aantal matig ontwikkelde locaties (oranje) zijn vrij rijk aan P (~600-1.200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/liter en >19 mmol P-tot/liter). Het leeuwendeel van de bemonsterde locaties in het geplagde deel heeft echter een relatief lage hoeveelheid plantbeschikbaar P (~400  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/liter of lager). Gelet op de streefwaarden van 200-500  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/liter en 2-10 mmol P-tot/liter, voor de ontwikkeling van nat schraalland, zijn met name de totale-fosforconcentraties op een deel van de plaglocaties nog behoorlijk hoog (>10 mmol P-tot/liter).

De aanwezigheid van zwavel heeft potentieel een grote invloed op het al dan niet vrijkomen van fosfaat bij hoge grondwaterstanden. Omdat gereduceerd zwavel kan binden aan ijzer kan de mobiliteit van fosfor in de bodem toenemen. Bovendien kan er wanneer er onvoldoende ijzer aanwezig is om het sulfide te binden het giftige sulfide ophopen in het poriewater van de bodems. De verhouding tussen de hoeveelheid ijzer en zwavel in de bodem wordt weergegeven in figuur 17, rechtsonder. De diagonale lijn geeft aan waar de verhouding tussen zwavel (S-tot) en ijzer (Fe-tot) aan elkaar gelijk is (1:1). Meetpunten die zich onder deze lijn bevinden bevatten relatief gezien meer ijzer dan zwavel, dat wil zeggen dat in deze bodems waarschijnlijk voldoende ijzer beschikbaar is om fosfaat te kunnen blijven binden. Naarmate bodems naar verhouding meer zwavel dan ijzer bevatten neemt het risico op uitspoeling van fosfaat toe. Omdat onder natte omstandigheden dan het grootste van het ijzer aan gereduceerd zwavel gebonden kan zijn. De meetpunten liggen dan boven de 1:1 lijn. Veel monsterpunten hebben een gunstige Fe:S verhouding, maar vooral enkele diepere bodemlagen en/of locaties die dieper zijn afgeplagd zijn relatief arm aan ijzer en rijk aan zwavel (monsterpunten boven de 1:1 lijn). De verhouding Fe:S van ongeveer 1:2 doet vermoeden dat deze diepere veenbodems pyriet ( $\text{FeS}_2$ ) bevatten, wat betekent dat het ijzer nauwelijks beschikbaar zal zijn om fosfor te binden. Omdat de bodems allemaal redelijk rijk zijn aan calcium (120 - 250 mmol Ca-tot/liter; tabel 4) zijn deze diepere veenlagen waarschijnlijk toch in staat om fosfor vast te leggen in calcium-fosforcomplexen. De totaal-P concentraties in deze veenlagen zijn sowieso al laag, maar de vastlegging door calcium zal bijdragen aan een lage P-beschikbaarheid. Daarbij is de binding aan calcium niet gevoelig voor veranderingen in redoxcondities, in tegenstelling tot de binding van fosfor aan Fe-(hydr)oxiden. Daarnaast kan door oxidatie van deze bodems pyriet worden geoxideerd waarbij ijzer in geoxideerde vorm vrij kan komen waar fosfaat aan kan binden. Bij deze oxidatie komt tevens sulfaat vrij.

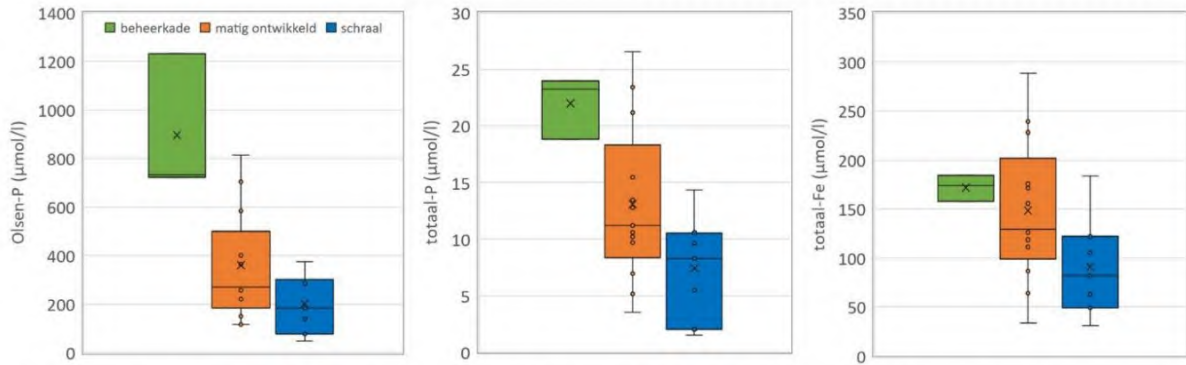


Figuur 17: Correlatie tussen enerzijds de hoeveelheid plantbeschikbare fosfor en anderzijds de totaalconcentratie fosfor, de Ca: P ratio en de Fe:P ratio van de bodem. Rechtsomder de relatie tussen ijzer en zwavel; de stippellijn is de 1:1 verhouding en punten die daar boven liggen bevatten meer totaal-zwavel dan totaal-ijzer. De symbolen geven de verschillende locaties en/of dieptes weer.

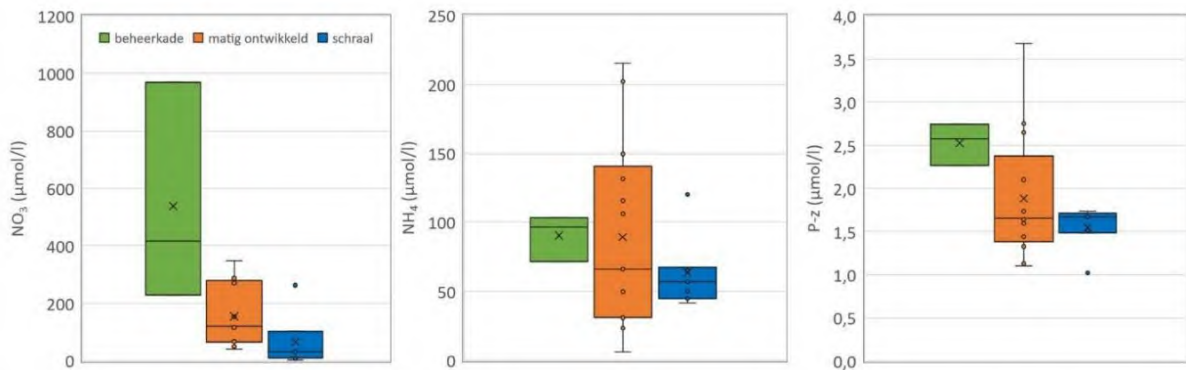
### **Bodemchemische vergelijking van de beheerkaden, matig ontwikkelde en schrale delen**

In figuur 18 is te zien dat de (niet geplagde) beheerkaden nog behoorlijk rijk zijn aan fosfor (720-1.230 µmol Olsen-P/liter; 18,8 - 24 mmol P-t/liter). Met afplaggen is een deel van de bouwvoor verwijderd, dus is het niet verwonderlijk dat de nutriëntenconcentraties in de geplagde delen lager zijn dan in de beheerkade. Binnen de geplagde stroken zijn de matig ontwikkelde delen duidelijk rijker aan plantbeschikbaar fosfor en totaal-P (gemiddeld 360 µmol Olsen-P/liter en 13,1 mmol P-t/liter) dan de schrale delen (gemiddeld 201 µmol Olsen-P/liter en 7,4 mmol P-t/liter). De labiele fractie fosfor (P-z) is over het algemeen redelijk laag (<5 µmol P-z/liter), maar omdat de matig ontwikkelde een grotere P-voorraad hebben is de P-z hier wel wat hoger dan in de schrale delen (figuur 19).

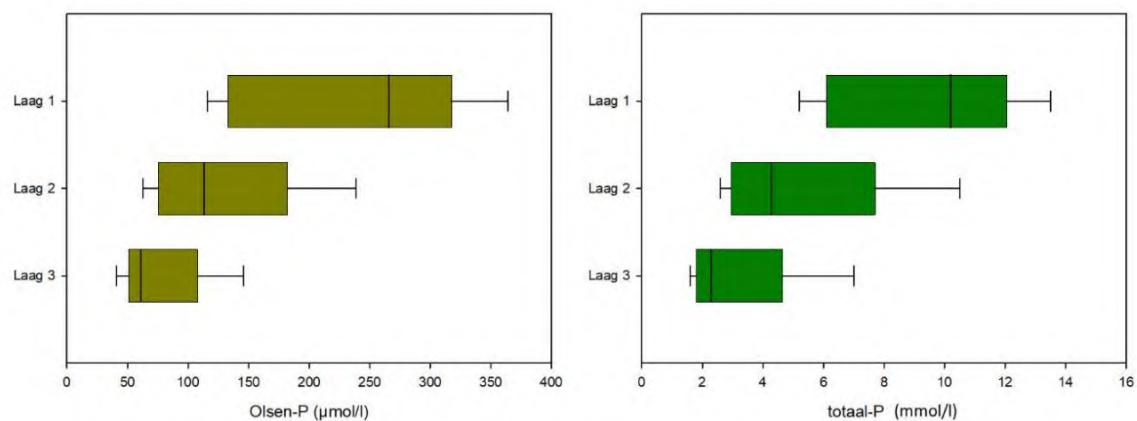
Mineraal stikstof laat een vergelijkbaar beeld zien als fosfor (figuur 19). In de beheerkaden is het vanwege de ontwatering (oxidatie) voornamelijk aanwezig in de vorm van nitraat en de concentraties variëren behoorlijk van matig hoog tot hoog (228 - 968 µmol NO<sub>3</sub>/l). In de afgeplagde delen waren de nitraatconcentraties (veel) lager dan in de beheerkade. In de matig ontwikkelde delen was een behoorlijke variatie aanwezig met lage concentraties (< 100 µmol NO<sub>3</sub>/liter) tot matig verhoogde concentraties (tot ~350 µmol NO<sub>3</sub>/liter). In de schrale delen waren de stikstofconcentraties over het algemeen laag. De grondwaterstand stond op veel plekken in de buurt van het maaiveld waardoor de mineralisatie sterk geremd wordt. Onder die condities wordt ook de omzetting van ammonium naar nitraat, ook wel nitrificatie genoemd, geremd. Daarom heeft ammonium (NH<sub>4</sub>) relatief gezien een groot aandeel in het beschikbare (anorganische) stikstof in de geplagde delen.



Figuur 18. Boxplots van de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfor (Olsen-P), totaal fosfor (totaal-P) en totaal ijzer (totaal-Fe) in de toplaag van de beheerkade (0-20 cm; n=3), de matig ontwikkelde delen (n=13) en de schrale, laag productieve delen (n=7)(beide 0-10 cm). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10<sup>e</sup> en 90<sup>e</sup> percentiel. De horizontale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer.

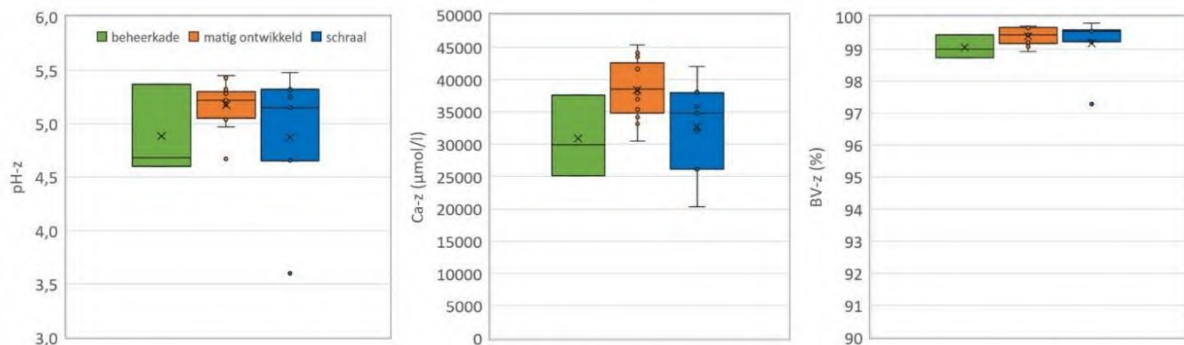


Figuur 19. Boxplots van de hoeveelheid uitwisselbaar ammonium (NH<sub>4</sub>), nitraat (NO<sub>3</sub>) en label gebonden fosfor (P-z) in de toplaag van de beheerkade (0-20 cm), de matig ontwikkelde delen en de schrale, laag productieve delen (beide 0-10 cm). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10<sup>e</sup> en 90<sup>e</sup> percentiel. De horizontale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer.



Figuur 20. Boxplots van de Olsen-P en totaal-P van vijf locaties met een matig ontwikkelde vegetatie waar een dieptegradiënt is bemonsterd (loc 4B, 7, 9, 11, 13). In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de toplaag (laag 1), waarvan de dikte afhankelijk is van de dikte van de Ap-horizont 10 cm en soms 15 cm dik was; en de twee daaronder liggende lagen van 10 cm dik (laag 2: 10-20/15-25 cm-mv en laag 3: 20-30/25-35 cm - mv). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10<sup>e</sup> en 90<sup>e</sup> percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer.

Op de matig ontwikkelde plekken zijn vijf locaties geselecteerd waar naast de toplaag ook twee diepere bodemlagen zijn bemonsterd. Op twee locaties bleek de Ap-horizont tot 15 cm - mv te reiken en daar is besloten om die volledig te bemonsteren; op de overige plekken is steeds per 10 cm bemonsterd. De diepteprofielen laten zien dat in bodemlaag 2 (0-10 cm onder de Ap horizont) de bodem een stuk armer is aan fosfor en voor deze monsterpunten liggen de concentraties Olsen-P en totaal-P binnen de streefwaarden voor blauwgrasland (figuur 20). Het verwijderen van de resterende Ap horizont (10-15 cm van de bovengrond) zal leiden tot een voldoende lage fosforbeschikbaarheid om de ontwikkeling naar blauwgrasland te kunnen verbeteren.



Figuur 21. Boxplots van de pH in het zoutextract (pH-z), de hoeveelheid uitwisselbaar calcium (Ca-z) en de indicatieve basenverzadiging gemeten aan het zoutextract (BV-z). De analyses zijn verricht in de toplaag van de beheerkade (0-20 cm), de matig ontwikkelde delen en de schrale, laag productieve delen (beide 0-10 cm). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10<sup>e</sup> en 90<sup>e</sup> percentiel. De horizontale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer.

Bodemverzuring speelt geen rol bij de tegenvallende ontwikkeling in de geplagde delen: de matig ontwikkelde delen zijn niet verzuurd en hebben gemiddeld een hogere zuurgraad (pH-z 5,2) dan schrale delen en de beheerkaden (beide gemiddeld pH-z 4,9) (figuur 20). De (indicatieve) basenverzadiging (BV-zout) is in alle bodems zeer hoog (>98%). De bodems zijn dan ook goed gebufferd. Zowel de matig ontwikkelde delen als de schrale delen bevatten voldoende uitwisselbaar calcium (Ca-z 30.000-38.000 µmol/liter, respectievelijk 20.000-40.000 µmol Ca-z/liter). Voor veenbodems bestaat er echter een risico op oppervlakkige verzuring. Ook al is de bodem voldoende gebufferd. Als gevolg van verdroging kan het toplaagje namelijk verzuren als gevolg van oxidatieprocessen en ook kan er tijdelijk accumulatie van regenwater plaatsvinden. Wanneer er zich veenmossen vestigen kunnen deze voor een verdere verzuring zorgen omdat ze zuur uitscheiden en regenwater vasthouden als een spons. Vestiging van veenmossen kan worden voorkomen door regelmatige inundatie met bicarbonaatrijk water. Bicarbonaat is namelijk 'giftig' voor veenmossen (Koks et al., 2020).

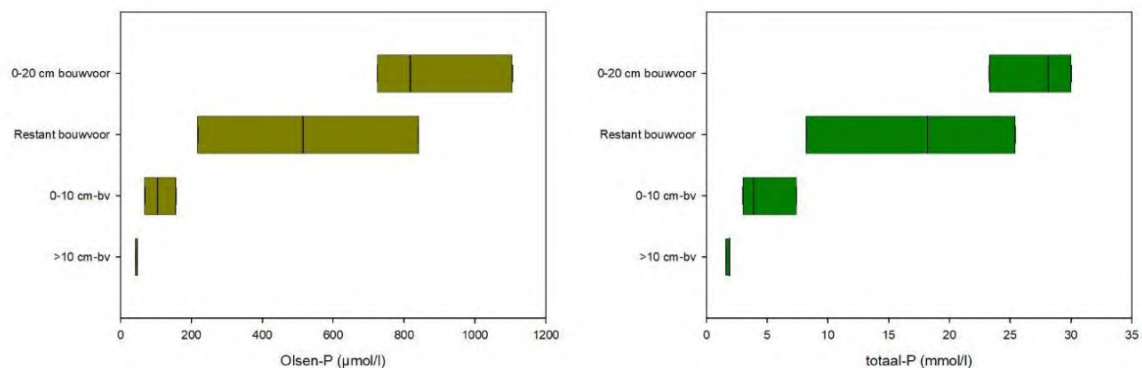
### 5.5.2 Oostelijke percelen

#### Deelgebied I (locaties 101-103)

Om een beeld te krijgen van de bodemchemische trends in de diepte zijn boxplots opgesteld voor enkele relevante parameters (Figuur 15). Hierbij is een onderscheid gemaakt in de toplaag van 0-20 cm-mv (AP-horizont), het restant van de bouwvoor (AP-horizont) en de twee bodemlagen onder de bouwvoor (0-10 en 10-20 cm onder de bouwvoor).

Op deze manier wordt duidelijk of er een gradiënt qua voedselrijkdom aanwezig is in de bouwvoor, of de bodem onder de bouwvoor al voldoende voedselarm is en of er sprake is van P-uitspoeling onder de bouwvoor en hoe deze concentraties zich verhouden tot de streefconcentraties.

De toplaag van de bodems is overwegend relatief beperkt verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 725-1100  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 23-30  $\text{mmol/l}$  totaal-P (Figuur 15)). Dit is gunstig voor de ontwikkeling van kamgrasweide met een Olsen-P streefconcentratie van 400-1000  $\mu\text{mol/l}$  bodem (verschrallingsbeheer biedt perspectief). Onder de bouwvoor zijn de P-concentraties fors lager (<200  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P). Dit biedt perspectief: indien gekozen wordt voor het afgraven van de bouwvoor (~20/30 cm) is bodem onder de juiste hydrologische omstandigheden geschikt voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde natuurtypen als nat schraalland/vochtig hooiland.



**Figuur 15.** Boxplots van de Olsen-P en totaal-P van locaties in deelgebied I in het onderzoeksgebied. In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de bouwvoor van de landbouwgronden 0-20/30 cm-mv (n=3), restant bouwvoor (n=3), 0-10 cm onder bouwvoor (n=3) en 10> cm onder bouwvoor (n=3). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer.

**Tabel 4.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); -t = totale concentratie ( $\text{mmol/l}$ ); -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ). M4 (t.b.v. ontwikkeling nat schraalland)/M10 (t.b.v. ontwikkeling kamgrasweide) = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 400/1000  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P > 3  $\text{mmol/l}$ ). De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO <sub>3</sub> -z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	jaren	
<5	<150	<20	<4000	<20	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	151-250	21-50	4001-10000	21-50	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	251-400	51-100	10001-20000	51-100	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	401-750	101-150	20001-35000	101-150	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>750	150-250	35001-50000	151-300	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>300	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M4	M10
101	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	33	57	0,5	1105	30,0	318	127	150	18	45	57	50	29960	1063	3125	5,3	87	4,36	1992	9410	98	13
	15-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	31	52	0,6	841	25,4	459	168	272	20	57	58	49	37446	15	3346	5,2	100	1,85	760	80	42	0
	25-35	Veen	63	75	0,3	156	7,4	161	150	74	8	21	70	29	33016	2	2694	5,4	99	0,98	150	173	0	0
	35-45	Veen	77	83	0,2	42	1,9	69	134	26	4	11	87	15	29083	89	2511	5,4	99	1,27	0	336	0	0
102	0-15	Klei, sterk siltig en humeus, bv	37	56	0,5	818	28,1	295	141	155	12	40	57	120	38133	0	3239	5,2	99	4,14	497	108	67	0
	15-25	Klei, sterk siltig en humeus, bv	39	59	0,5	514	18,2	312	230	191	13	41	85	54	41495	0	3329	5,4	100	2,63	566	77	13	0
	25-35	Veen	70	77	0,2	104	3,9	84	176	42	4	14	100	39	36281	0	2875	5,5	100	1,93	252	81	0	0
	35-45	Veen	81	83	0,2	48	1,9	34	129	23	2	6	79	24	29797	19	2564	5,5	100	1,36	0	83	0	0
103	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	33	53	0,5	725	23,3	279	125	135	13	38	46	77	26385	18	2870	5,3	99	4,64	252	80	49	0
	15-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	54	68	0,3	218	8,2	273	151	99	14	35	46	15	32113	11	2506	5,6	100	1,25	283	28	0	0
	25-35	Veen	79	79	0,2	68	3,0	48	146	40	2	7	61	13	26671	135	1899	5,8	99	1,34	26	674	0	0
	35-45	Veen	79	81	0,2	48	1,6	43	123	18	2	8	66	15	22188	239	1492	5,8	97	1,77	0	1271	0	0

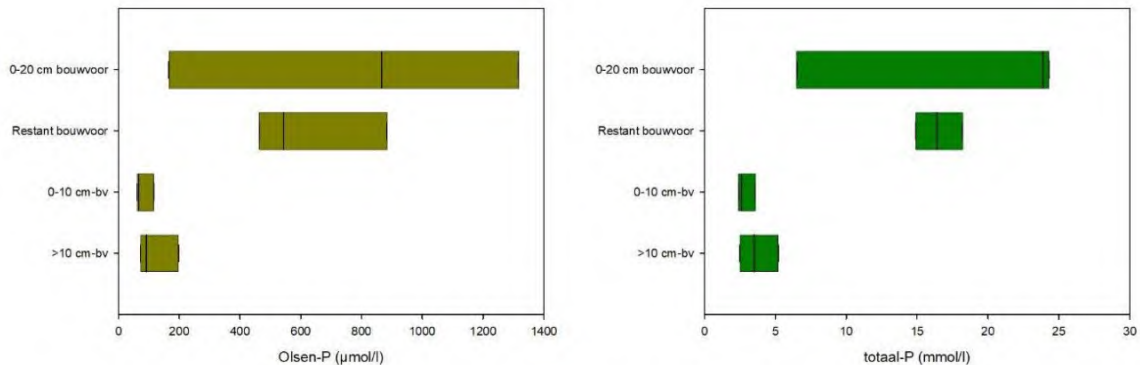
In deelgebied I varieert de GHG van 0-10 cm-mv en de GLG van 50-60 cm-mv. De bouwvoor (0-25 cm-mv) is (matig-)sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 127-230 mmol/l, Ca-z: 28385-41495 µmol/l; Fe-t: 99-272 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 218-1105 µmol/l, P-t: 8,2-30,0 mmol/l) en geschikt voor de ontwikkeling van kamgrasweide op de toplaag. De bodem op locatie 101 is nog iets voedselrijker en ook de K-z en NO3-z concentratie in de toplaag is (sterk) verhoogd als gevolg van de afbraak/oxidatie van organische stof en/of bemesting (K-z: 1063 µmol/l; NO3-z: 1992 µmol/l). Een aanvullend verschrallingsbeheer door middel van maaien en afvoeren biedt hier perspectief om de P/N/K-concentraties verder te verlagen. Indien de soortenrijkdom beperkt blijft kan overwogen worden om de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van kamgrasweide te stimuleren. Indien gekozen wordt voor het afgraven van de bouwvoor van 15-25 cm is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland/vochtig hooiland (Olsen-P: 104-218 µmol/l; P-t: 3,9-8,2 mmol/l; Ca-t: 32113-36281 mmol/l). Om veenafbraak te voorkomen is het van belang dat schraallanden of hooilanden op veenbodems voldoende nat zijn (idealiter met doorstroming van uittredend grondwater) en slechts beperkt (10-20 cm) droogvallen in de zomerperiode.

*Advies 1: Inzetten op de ontwikkeling van kamgrasweide op de toplaag door middel van maaien en afvoeren. Indien de ontwikkeling stagneert kan overwogen worden om de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van kamgrasweide te stimuleren. Lokaal is een aanvullend verschrallingsbeheer nodig (locatie 101).*

*Advies 2: Bouwvoor (15-25 cm) afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t: 32113-36281 mmol/l).*

## Deelgebied II (locaties 104-106)

De toplaag van de bodems is overwegend relatief beperkt verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 160-1300  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 6-25  $\text{mmol/l}$  totaal-P (Figuur 15)). Dit is gunstig voor de ontwikkeling van kamgrasweide of een wat voedselrijker vochtig hooiland (verschrallingsbeheer biedt perspectief). Onder de bouwvoor zijn de P-concentraties fors lager (<200  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P). Dit biedt perspectief: indien gekozen wordt voor het afgraven van de bouwvoor (-20/30 cm) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde natuurtypen als vochtig hooiland(/nat schraalland).



**Figuur 16.** Boxplots van de Olsen-P en totaal-P van locaties in deelgebied II in het onderzoeksgebied. In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de bouwvoor van de landbouwgronden 0-20/30 cm-mv (n=3), restant bouwvoor (n=3), 0-10 cm onder bouwvoor (n=3) en 10> cm onder bouwvoor (n=3). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer.

**Tabel 5.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in deelgebied II. Voor gebruikte afkortingen zie Tabel 4. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO <sub>3</sub> -z	Maaien en afvoeren (M)
%	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	jaren
<5	<150	<20	<4000	<20	<1	<50	0
6-10	151-250	21-50	4001-10000	21-50	2-5	51-100	<10
11-25	251-400	51-100	10001-20000	51-100	6-10	101-200	11-40
26-50	401-750	101-150	20001-35000	101-150	11-30	201-400	41-80
>50	>750	150-250	35001-50000	151-300	31-50	401-800	81-200
		>250	>50000	>300	51-100	801-1200	201-400
					>100	>1200	>400

Nr	Diepte	Grondsoort	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO <sub>3</sub> -z	NH <sub>4</sub> -z	MA	M10
104	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	33	52	0,5	866	23,9	321	156	175	9	32	57	34	34325	0	2882	5,5	100	1,53	429	22	80	0
	20-30	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	35	55	0,4	463	14,9	275	126	110	8	28	45	35	27499	0	2436	5,3	100	1,35	306	70	6	0
	30-40	Veen	76	82	0,2	62	2,4	49	103	29	1	7	64	22	23482	6	2064	5,3	99	0,76	85	115	0	0
	40-50	Veen	71	81	0,2	73	3,5	67	116	45	2	9	76	17	25675	16	2355	5,3	99	1,87	25	165	0	0
105	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	39	59	0,4	544	16,4	313	132	119	10	32	51	55	29921	0	3057	5,2	99	2,58	332	64	27	0
	20-30	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	71	77	0,2	166	6,5	106	110	55	3	12	56	147	32550	0	3427	5,3	99	1,87	423	62	0	0
	30-40	Veen	75	78	0,2	66	2,6	69	135	28	2	10	66	21	22018	27	2213	5,4	99	1,25	31	134	0	0
	40-50	Veen	71	82	0,2	92	2,5	59	106	28	2	9	70	28	26712	15	2674	5,3	99	1,22	56	169	0	0
106	0-20	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	34	47	0,4	1317	24,3	365	79	183	13	34	41	119	24623	1	1501	4,5	99	2,15	242	44	105	37
	20-30	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	35	54	0,4	884	18,2	337	87	160	10	29	46	150	26105	10	1954	4,7	98	2,07	273	73	31	0
	30-40	Veen	66	76	0,2	116	3,6	81	130	41	3	8	67	77	28518	0	2052	4,6	99	1,31	121	231	0	0
	40-50	Veen	71	77	0,2	197	5,2	106	128	59	4	11	73	95	32387	22	2252	4,9	99	1,92	132	264	0	0

In deelgebied II varieert de GHG van 10-20 cm-mv en de GLG van 50-60 cm-mv. De bouwvoor (0-30 cm-mv) is matig tot sterk calciumhoudend en ijzerhoudend (Ca-t: 87-156  $\text{mmol/l}$ , Ca-z: 24623-34325  $\mu\text{mol/l}$ ; Fe-t: 55-183  $\text{mmol/l}$ ). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 166-1317  $\mu\text{mol/l}$ , P-t: 6,5-24,3  $\text{mmol/l}$ ) en geschikt voor de ontwikkeling van kamgrasweide op de toplaag. De bodem op locatie 106 is nog iets voedselrijker. Een aanvullend verschrallingsbeheer door middel van maaien en afvoeren biedt hier perspectief om de P-/N-concentraties verder te

.....  
verlagen. Indien de soortenrijkdom beperkt blijft kan overwogen worden om de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van kamgrasweide te stimuleren. Indien gekozen wordt voor het afgraven van de bouwvoor van 20-30 cm is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland/vochtig hooiland (Olsen-P: 62-166  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 2,4-3,6 mmol/l; Ca-t: 23482-32550 mmol/l). Om veenafbraak te voorkomen is het van belang dat schraallanden of hooilanden op veenbodems voldoende nat zijn (met doorstroming van uittredend grondwater) en slechts beperkt (10-20 cm) droogvallen in de zomerperiode.

*Advies 1: Inzetten op de ontwikkeling van kamgrasweide op de toplaag door middel van maaien en afvoeren. Indien de ontwikkeling stagneert kan overwogen worden om de zode te plaggen of te chopperen (mits soortenarm) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van kamgrasweide te stimuleren. Lokaal is een aanvullend verschrallingsbeheer nodig (locatie 106).*

*Advies 2: Bouwvoor (20-30 cm) afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t: 23482-32550 mmol/l).*

## 6. SYNTHSE EN CONCLUSIES

### AANLEIDING EN OPZET ONDERZOEK

- Onderzoekcentrum B-WARE is door Provincie (via Staatbosbeheer) gevraagd om een bodem- en hydrochemisch onderzoek uit te voeren in een aantal veenweidepercelen in de Wilnis Bovenlanden (Figuur 1). Een aantal percelen zijn geplagd en hebben hun eigen waterhuishouding gekregen, maar de ontwikkeling van soortenrijke natuur blijft uit. Het (nutriënten) onderzoek is nodig om inzicht te krijgen in het juiste beheer of kansrijke aanvullende maatregelen. Daarnaast is de kwaliteit van het inlaatwater onderzocht, of verzuring een probleem is op de percelen en is de invloed van de niet afgegraven beheerkaden vastgesteld. Tevens zijn een tweetal voormalige landbouwgronden onderzocht die nog niet zijn ingericht. De Provincie Utrecht wilde graag weten wat de ontwikkelingskansen zijn voor kamgrasweide of nat schraalland/vochtig hooiland door middel van verschrallingsbeheer of het afplaggen van de voedselrijke toplaag. Het opstellen van een beheerplan maakt geen onderdeel uit van het onderzoek.
- Het onderzoek is primair gericht op de bodemchemie. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kan de opdrachtgever gericht keuzes maken bij de gebiedsontwikkeling. Op 29 locaties werden profielbeschrijvingen uitgevoerd en bodemmonsters verzameld voor analyse. Daarnaast werden een aantal oppervlaktewatermonsters verzameld.

### P-GELIMITEERDE NATUURONTWIKKELING (VOORMALIGE) LANDBOUWPERCELEN

- De bodem in het reeds geplagde deel in onderzoeksgebied Wilnis Bovenlanden bestaat voornamelijk uit sterk veraard veen (circa 30-80 % organisch stof) (Tabel 4). Lokaal bestaat de toplaag uit klei (locaties 2C, 5C, 6 en 7). De dikte van de bouwvoor varieert hier van circa 10-25 cm. In de oostelijke percelen bestaat de toplaag uit klei (30-40 % OS). De bouwvoor varieert van 25 tot 30 cm. Onder de bouwvoor is veelal een A-horizont (veraard veen) aangetroffen (60-80% OS). Bij de adviezen per locatie zal worden beschreven tot op welke diepte de bodem verrijkt is met fosfaat en of verschrallingsbeheer kansen biedt. Zie Bijlage 1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie en Figuur 13 voor een impressie van de boorprofielen en locaties in het onderzoeksgebied.
- Voor de ontwikkeling van de beoogde natuurbeheertypen kunnen de volgende streefconcentraties worden gehanteerd (GRIP database Onderzoekcentrum B-WARE):
  - Heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie: 100-400 µmol/l bodem (Ca-z: 4.000-10.000 µmol/l);
  - Blauwgrasland: 200-500 µmol/l bodem (Ca-z: 10.000-30.000 µmol/l);
  - Vochtig hooiland: 300-800/900 µmol/l bodem; (Ca-z: 10.000-50.000 µmol/l); veelal (zeer) ijzerrijk;
  - Kamgrasweide: 400-1000 µmol/l bodem (Ca-z: 15.000-35.000 µmol/l).

### Conclusies en aanbevelingen voor de reeds geplagde percelen (schraalland)

1. De matige ontwikkeling wordt niet veroorzaakt door verzuring. Alle bemonsterde locaties waren voldoende gebufferd. De pH-z van de monsterpunten in de plagzone was gemiddeld zelfs wat hoger dan in de ongeplagde beheerkade. Laatstgenoemde is waarschijnlijk iets zuurder door de grotere drooglegging en de daarmee samenhangende oxidatie van zwavelverbindingen.

- .....
2. Het risico op uitspoeling van nutriënten uit de beheerkaden naar de lager gelegen afgeplagde delen is naar verwachting beperkt. Nitraat zou voor een deel lateraal kunnen uitspoelen naar de lager gelegen delen. De graszode op de beheerkade is echter goed ontwikkeld en deze zal waarschijnlijk veel van het nitraat opnemen. Het effect van nitraatuitspoeling naar de plagzone zal daarom vermoedelijk beperkt zijn. Uitspoeling van fosfor zal nauwelijks plaatsvinden, omdat het fosfor voor een groot deel gebonden zal blijven aan ijzer(hydr)oxiden. Een randvoorwaarde is wel dat de toplaag enige drooglegging behoudt, wat op basis van het bodemprofiel het geval lijkt (GHG: 10-35 cm - mv). Wel kan door bodemerosie, dat wil zeggen door oppervlakkige afspoeling van bodemdeeltjes, het lager gelegen afgeplagde deel verrijkt worden met fosfor. Waarschijnlijk heeft dat alleen lokaal een effect, direct op de overgang van beheerkade naar het geplagde deel.
  3. Het inlaatwater is redelijk rijk aan fosfaat. Door de hoge waterstand in de sloten werden sommige delen van de geplagde zones geïnundeerd met oppervlaktewater. Binnen het gebied nemen de fosforconcentraties behoorlijk af (1 - 2,9  $\mu\text{mol/liter}$ ). Dergelijke P-verrijking via oppervlaktewater zal beperkt invloed hebben, omdat het de laagste (en diepst afgeplagde delen) van de percelen betreft met vaak zeer lage fosfaatbeschikbaarheid.
  4. De meest voor de hand liggende oorzaak van tegenvallende vegetatieontwikkeling in de afgeplagde delen is dat na afplaggen op de matig ontwikkelde locaties een deel van de bouwvoor is achtergebleven. Binnen de categorie 'matig ontwikkeld' zien we echter een ruime spreiding in fosforconcentraties. Grofweg kunnen we onderscheid maken in:
    - a. Locaties waar de Olsen-P en P-totaal concentraties op dit moment te hoog zijn voor de ontwikkeling van schraalland (~600-800  $\mu\text{mol Olsen-P/liter}$  en 15-26 mmol P-tot/liter).
    - b. Locaties waar de fosfaatbeschikbaarheid (inmiddels) voldoende laag is voor de ontwikkeling van laag-productieve, soortenrijke graslanden (200--500  $\mu\text{mol Olsen-P/liter}$  en P-tot < 8(-10) mmol/liter), maar waar de zode in de huidige situatie te dicht is door een hoge abundantie van eutrafente soorten, als gestreepte witbol, pitrus en kruipende boterbloem. Waarschijnlijk hebben deze soorten zich direct na inrichting kunnen vestigen onder vrij voedselrijke omstandigheden en is de bodem inmiddels door maaien en afvoeren verder verschaald.

Daarnaast zijn op veel locaties die matig ontwikkeld zijn ook redelijk hoge nitraatconcentraties gemeten (ruim 100 tot bijna 350  $\mu\text{mol NO}_3/\text{liter}$ ; o.a. locatie 5B, 8, 9, 10). Indien fosfor niet volledig limiterend is zal dit leiden tot een verhoogde productiviteit van de vegetatie. De verhoogde nitraatconcentraties worden vermoedelijk veroorzaakt door een vrij sterke mineralisatie als gevolg van vrij diep uitzakkende grondwaterstanden.

#### **Advies ter optimalisatie van de ontwikkeling van schraalland:**

- *Op locaties waar de P-beschikbaarheid op dit moment te hoog is (locaties 3B, 5C en 14) zou de toplaag opnieuw oppervlakkig afgeplagd kunnen worden (ca. 10 cm; afhankelijk van de dikte van de resterende bouwvoor en de maaiveldhoogte van de omgeving).*
- *Een alternatief voor deze locaties is voortzetting van de verschraling door maaien en afvoeren. Op basis van de berekening van de indicatieve verschralingduur duurt dat wel enkele decennia. De verschraling kan geoptimaliseerd worden door de productieve vegetaties in de zomer uit te maaien en een tweede maal mee te nemen wanneer het*

.....  
*gehele gebied wordt gemaaid in de nazomer. N.B. de keuze is afhankelijk van de grootte van het oppervlak met (zeer) productieve vegetatie binnen de plagzone; zie ook punt 1 en 2 bij overige opmerkingen.*

- *Op locaties waar de P-beschikbaarheid voldoende laag is zou de eutrafente vegetatie kunnen worden verwijderd (schrappen, chopperen) om ruimte te creëren voor de vestiging van een laag-productieve schrale vegetatie.*
- *In beide gevallen is het aan te bevelen om hooi in te brengen met schraallandsoorten vanuit brongebieden in de omgeving.*
- *Plaats verspreid over de percelen een aantal (tijdelijke) peilbuizen om de fluctuaties in grondwaterstanden te kunnen monitoren. De plagzones zijn vrij breed (30-50 m), waardoor de grondwaterstanden mogelijk te diep uitzakken in de zomer. In dat geval kunnen extra greppels worden overwogen om de grondwaterstand voldoende hoog te houden. Daarmee wordt tevens de veenmineralisatie geremd en komt er minder stikstof (en fosfor) beschikbaar voor de vegetatie.*

## Overige aanbevelingen :

1. Neem in de beoordeling van het wel of niet uitvoeren van bovengenoemde aanvullende (plag)maatregelen mee dat kruidenrijke, productievere graslandvegetaties ook ecologisch waardevol kunnen zijn. Zeker omdat deze in het gebied in mozaïek liggen met (vrij soortenarm) schraalland.
2. De kwalificaties ‘matig ontwikkeld’ en ‘schraal’ zijn in dit onderzoek gedaan op basis van de soortensamenstelling van een kort afgemaaid graslandvegetatie. Vegetatiehoogte en -dichtheid konden in dit onderzoek niet worden meegenomen en de karakterisering van de vegetatie kon slechts worden gedaan op basis van een beperkt aantal soorten. Het zou goed zijn om alle monsterlocaties (bijlage 2) komend groeiseizoen (juni-juli) opnieuw te bezoeken om na te gaan of de productiviteit inderdaad te hoog is voor de ontwikkeling van soortenrijkere graslandtypen.
3. De schralere delen van de percelen hebben - voor zover dat op basis van het veldbezoek kon worden vastgesteld- slechts een beperkt aantal kenmerkende soorten van natte schraallanden/kleine zeggevegetaties. Om soortenrijkere schraallandvegetaties te ontwikkelen zou op de delen die nu voldoende laag productief zijn (opnieuw) diasporen of hooi kunnen worden ingebracht. Binnen het gebied is reeds geëxperimenteerd met hooi opbrengen van donorlocaties met schraallandsoorten en voor klokjesgentiaan lijkt dat reeds succesvol te zijn geweest.

## Conclusies en aanbevelingen Oostelijke percelen

### Deelgebied I

- De toplaag van de bodems is overwegend relatief beperkt verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 725-1100  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 23-30 mmol/l totaal-P (Figuur 15). Dit is gunstig voor de ontwikkeling van kamgrasweide. Een verschalingsbeheer biedt perspectief. Onder de bouwvoor zijn de P-concentraties fors lager (<200  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P). Dit biedt eveneens perspectief: indien gekozen wordt voor het afgraven van de bouwvoor (~20/30 cm) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde natuurtypen als nat schraalland/vochtig hooiland:
  - Ontwikkelen toplaag: *Inzetten op de ontwikkeling van kamgrasweide op de toplaag door middel van maaien en afvoeren. Indien de ontwikkeling stagneert*

.....

*kan overwogen worden om de zode te plaggen of te chopperen en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling te stimuleren. Lokaal is een aanvullend verschrallingsbeheer nodig (locatie 101).*

- *Plaggen: Bouwvoor (15-25 cm) afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t: 32113-36281 mmol/l).*

#### Deelgebied II

- De toplaag van de bodems is overwegend relatief beperkt verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 160-1300 µmol/l Olsen-P en 6-25 mmol/l totaal-P (Figuur 15)). Dit is gunstig voor de ontwikkeling van kamgrasweide of een wat voedselrijker vochtig hooiland (verschrallingsbeheer biedt perspectief). Onder de bouwvoor zijn de P-concentraties fors lager (<200 µmol/l Olsen-P). Dit biedt eveneens perspectief: indien gekozen wordt voor het afgraven van de bouwvoor (~20/30 cm) is bodem geschikt voor de ontwikkeling van fosfaatgelimiteerde natuurtypen als vochtig hooiland(/nat schraalland):
  - *Ontwikkelen toplaag: Inzetten op de ontwikkeling van kamgrasweide op de toplaag door middel van maaien en afvoeren. Indien de ontwikkeling stagneert kan overwogen worden om de zode te plaggen of te chopperen en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling te stimuleren. Lokaal is een aanvullend verschrallingsbeheer nodig (locatie 106).*
  - *Plaggen: Bouwvoor (20-30 cm) afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/vochtig hooiland (Ca-t: 23482-32550 mmol/l).*

## 7. LITERATUUR

- Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.
- Chardon, W.J. (2008) Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra,
- Eekeren, N. J. M. van, Deru, J., Lenssinck, F. A. J., & Bloem, J. (2016). Bodemkwaliteit op veengrond: effecten van drie maatregelen op een rij. Louis Bolk Instituut.
- Eichhorn, K., E. Brouwer, E. Dorland, R. Ketelaar & T. van den broek (2020) Kruidenrijke natuurgraslanden ontwikkelen op fosfaatrijke grond. Wat is er mogelijk? *De Levende Natuur* 121: 92-95.
- Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* 140: 318-328.
- Koks, A. H. W., Fritz, C., Smolders, A. J. P., Reilmeyer, K., Elzenga, J. T. M., Krosse, S. & van Dijk, G. (2022). Sphagnum bleaching: Bicarbonate 'toxicity' and tolerance for seven Sphagnum species. *Plant Biology*, 24(5), 780-790.
- Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H<sub>2</sub>O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitruissing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110 (1): 43-46.
- Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.
- Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.
- Nijssen, M. E., Beijer, H. M., Bouwman, J. H., Groenendijk, D., & Smits, N. A. C. (2016) Herstelstrategie Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogel-grasland van het zand- en veengebied (leefgebied 10).
- Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Department of Agriculture circular No. 939.
- Scherpenisse, M.C., E. Verbaarschot, B. Timmermans, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek (2017) Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. Natuurbalans - Limens Divergens BV, Nijmegen.
- Schippers, W. (2012) Ontwikkelen van kruidenrijk grasland. Samenwerkende Uitgevers Vof.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.

- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 1: 12-15.
- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* 45: 701-708.
- Van der Welle, M.E.W., Smolders, F., van Mullekom, M., van den Broek, T. (2008) Bodemonderzoek ten behoeve van natuurontwikkeling in de Bovenlanden. 9T0563. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen
- Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.
- Zuidhoff, A.C., Schamine'e, J.H.J. & van 't Veer, R. (1996) Molinio-Arrhenatheretea. Klasse der matig voedselrijke graslanden. In: Schamine'e, J.H.J., Stortelder, A.H.F. & Weeda, E.J. (eds.) *De Vegetatie van Nederland. Deel 3. Plantengemeenschappen van graslanden, zomen en droge heiden*. pp. 163-226. Opulus Press, Leiden, NL.

## 8. BIJLAGEN

### 8.1 Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem

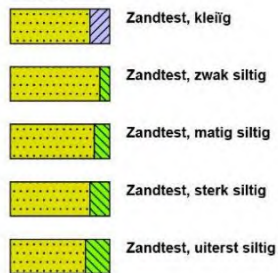
Profielbeschrijvingen conform NEN5104 van de boorlocaties in het gebied. Profielbeschrijvingen zijn opgesteld door ATKB J

#### Legenda (conform NEN 5104)

##### grind



##### zandtest



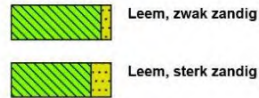
##### veen



##### klei



##### leem



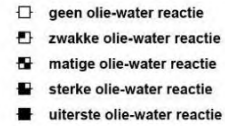
##### overige toevoegingen



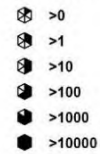
##### geur



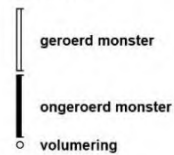
##### olie



##### p.i.d.-waarde



##### monsters

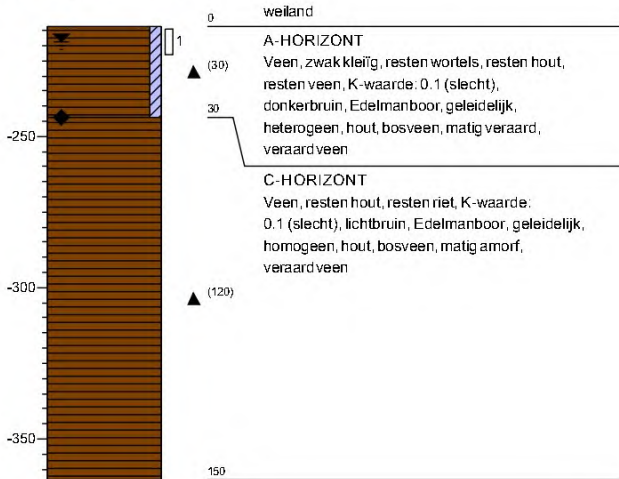


##### overig



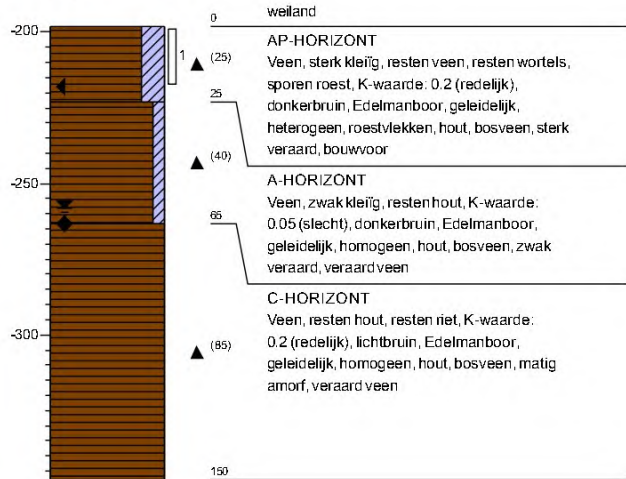
**Boring: 1B**

X: 120799,72  
 Y: 464475,97  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2.137  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 5  
 GHG: 0  
 GLG: 30  
 Opmerking: 0-10



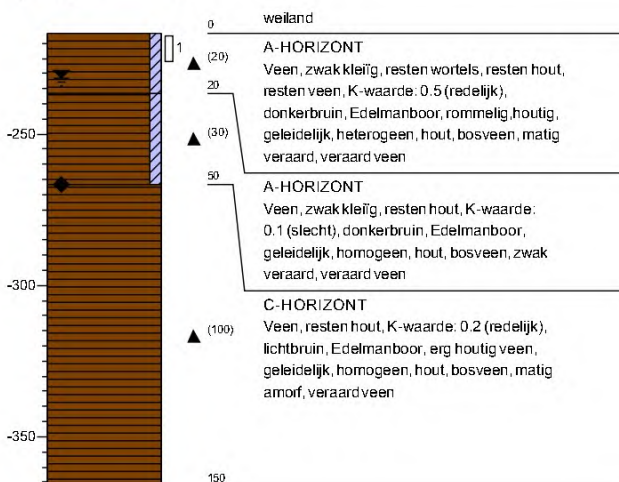
**Boring: 2A**

X: 120767,61  
 Y: 464540,44  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.982  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 60  
 GHG: 20  
 GLG: 65  
 Opmerking: 0-20



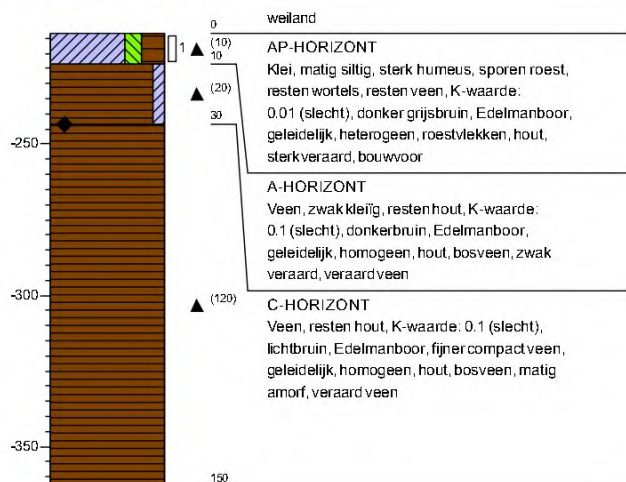
**Boring: 2B**

X: 120777,07  
 Y: 464532,92  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2.168  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



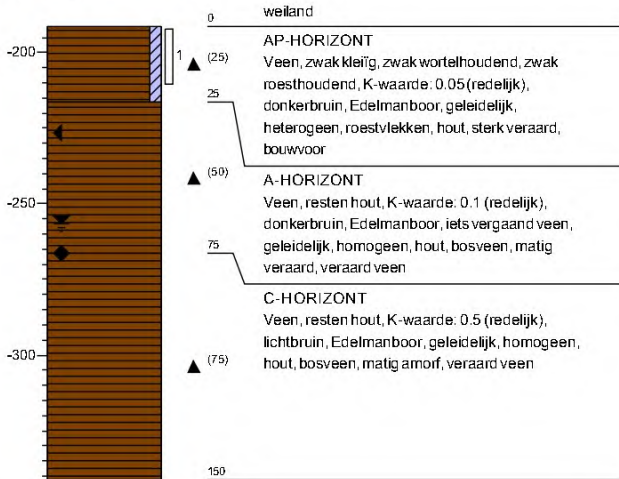
**Boring: 2C**

X: 120784,16  
 Y: 464526,98  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2.135  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 30  
 Opmerking: 0-10



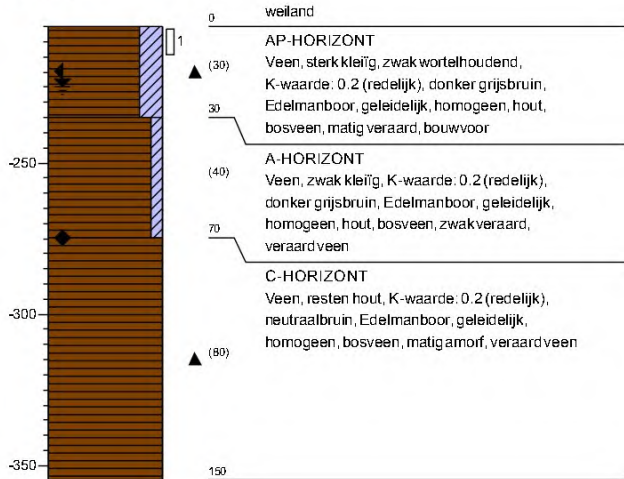
**Boring: 3A**

X: 120500,91  
 Y: 464611,34  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.915  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 65  
 GHG: 35  
 GLG: 75  
 Opmerking: 0-20



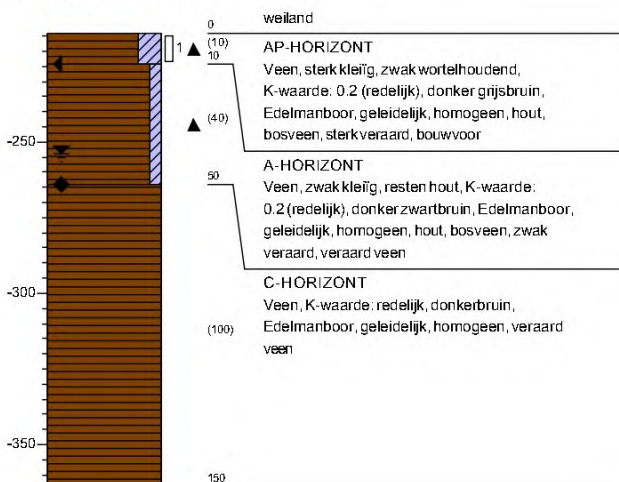
**Boring: 3B**

X: 120511,84  
 Y: 464603,03  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2.049  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 15  
 GLG: 70  
 Opmerking: 0-10



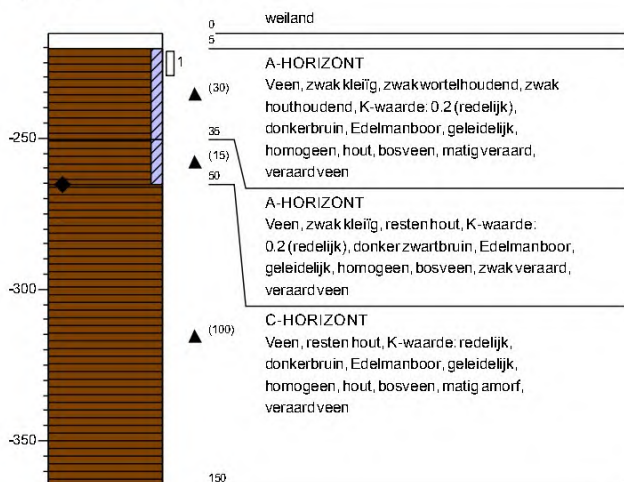
**Boring: 3C**

X: 120532,90  
 Y: 464591,28  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2.141  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 40  
 GHG: 10  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



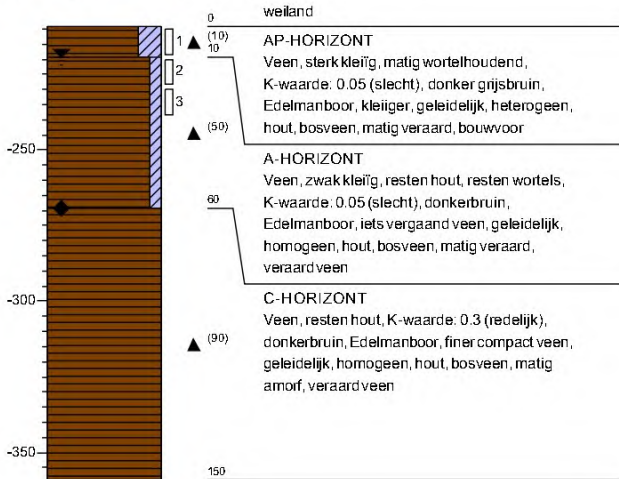
**Boring: 3D**

X: 120542,98  
 Y: 464582,58  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2.155  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



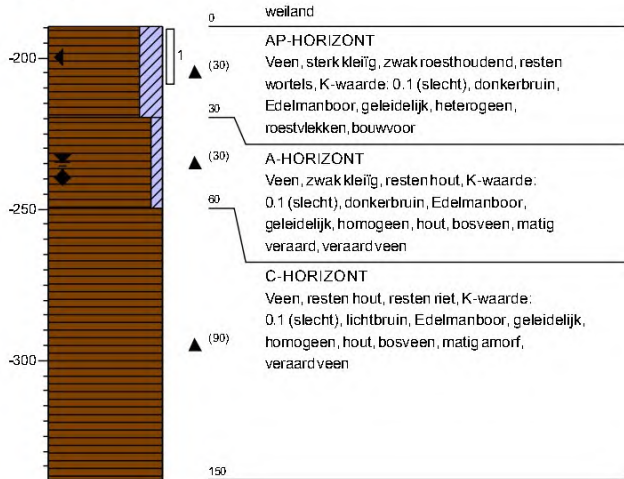
**Boring: 4B**

X: 120594,78  
 Y: 464713,00  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,093  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10, 10-20, 20-30



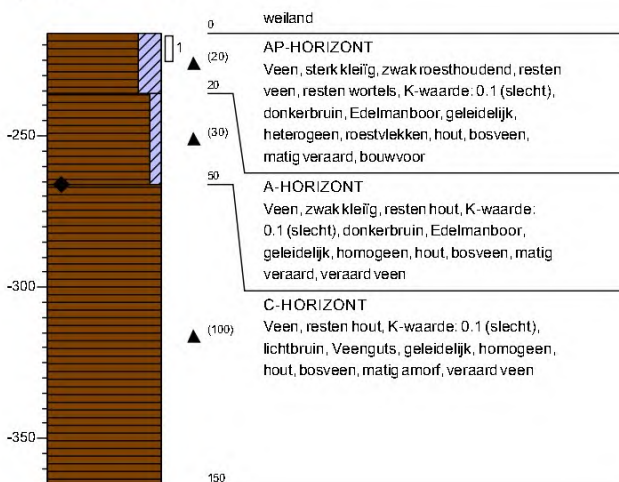
**Boring: 5A**

X: 120612,59  
 Y: 464493,66  
 Datum: 2-11-2022  
 N.A.P.: -1.896  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 45  
 GHG: 10  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-20



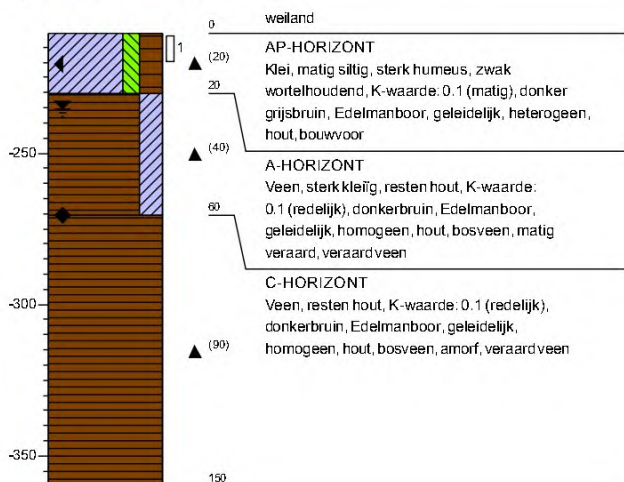
**Boring: 5B**

X: 120624,74  
 Y: 464485,22  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,161  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



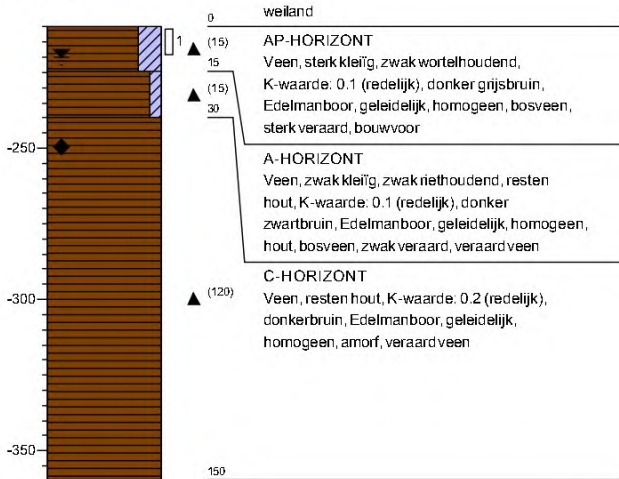
**Boring: 5C**

X: 120633,86  
 Y: 464477,82  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,104  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-10



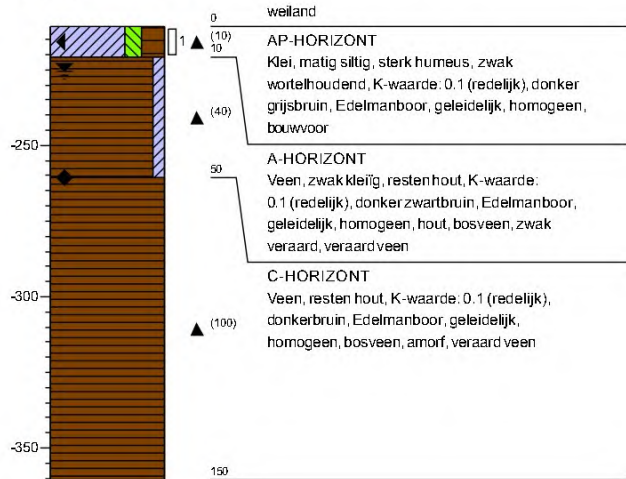
**Boring: 5D**

X: 120637,90  
 Y: 464474,12  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,098  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 40  
 Opmerking: 0-10



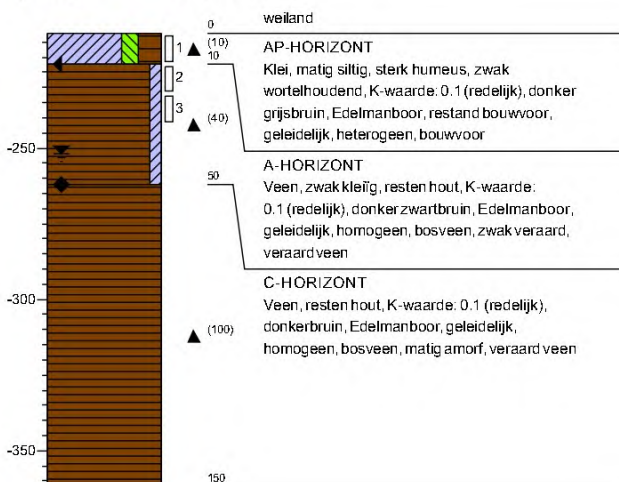
**Boring: 6**

X: 120687,60  
 Y: 464479,93  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,107  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 15  
 GHG: 5  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



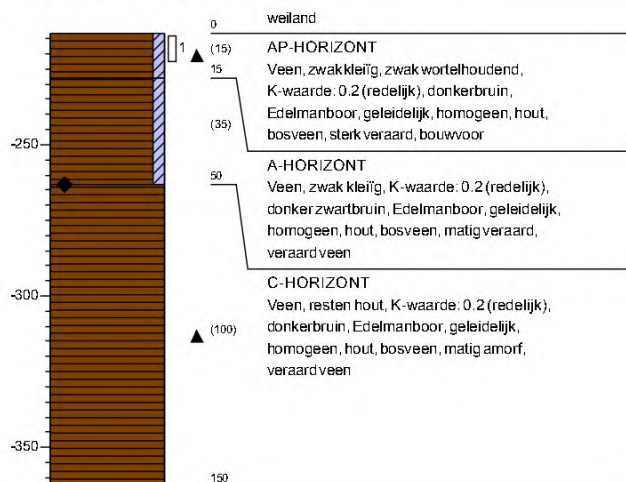
**Boring: 7**

X: 120624,50  
 Y: 464334,66  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,122  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 40  
 GHG: 10  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10, 10-20, 20-30



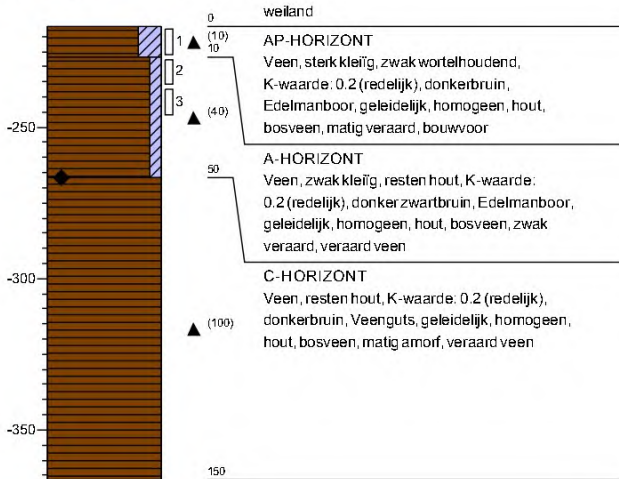
**Boring: 8**

X: 120505,92  
 Y: 464484,05  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,133  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



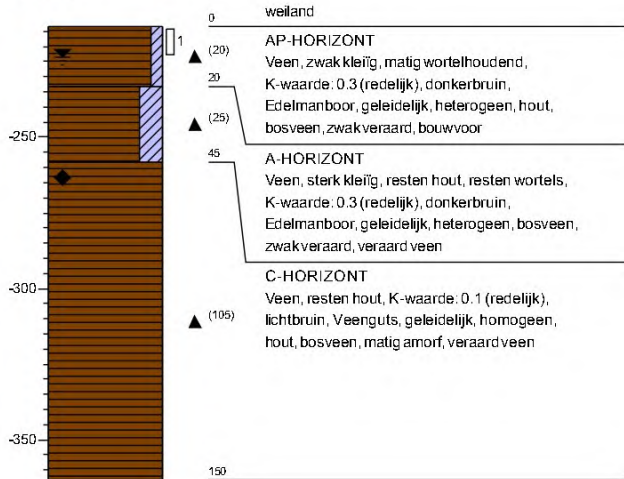
**Boring: 9**

X: 120475,32  
 Y: 464450,39  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,167  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10, 10-20, 20-30



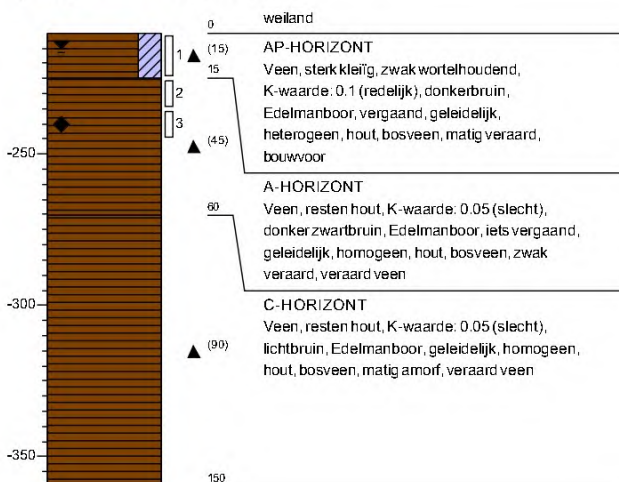
**Boring: 10**

X: 120462,87  
 Y: 464524,54  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,135  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



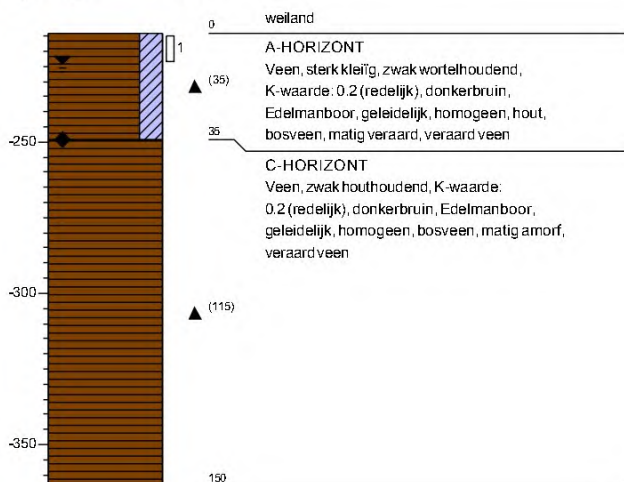
**Boring: 11**

X: 120478,00  
 Y: 464641,07  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,102  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 5  
 GHG: 0  
 GLG: 30  
 Opmerking: 0-10, 10-20, 20-30



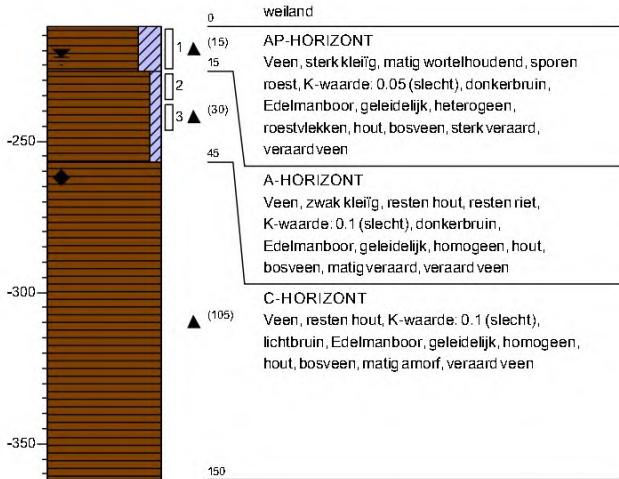
**Boring: 12**

X: 120383,17  
 Y: 464511,68  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,141  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 35  
 Opmerking: 0-10



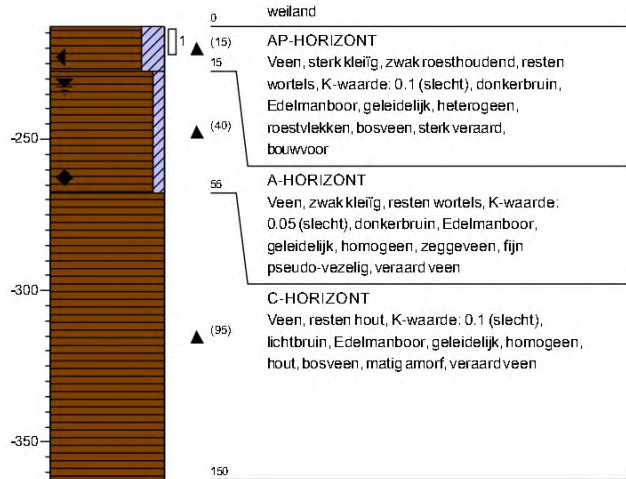
**Boring: 13**

X: 120780,94  
 Y: 464609,97  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,122  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 10  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10, 10-20, 20-30



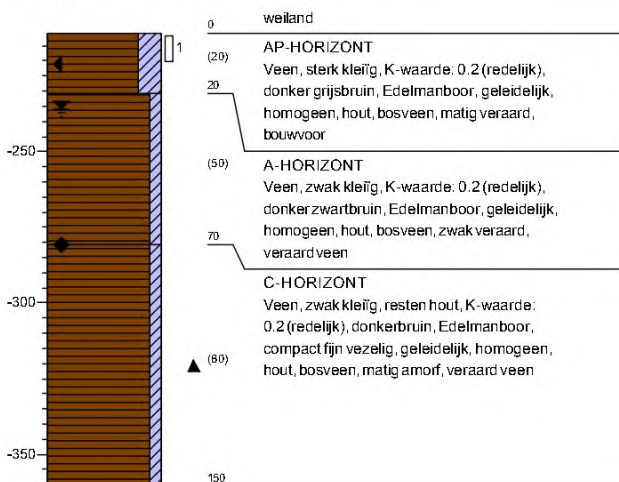
**Boring: 14**

X: 120633,42  
 Y: 464426,33  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,127  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-10



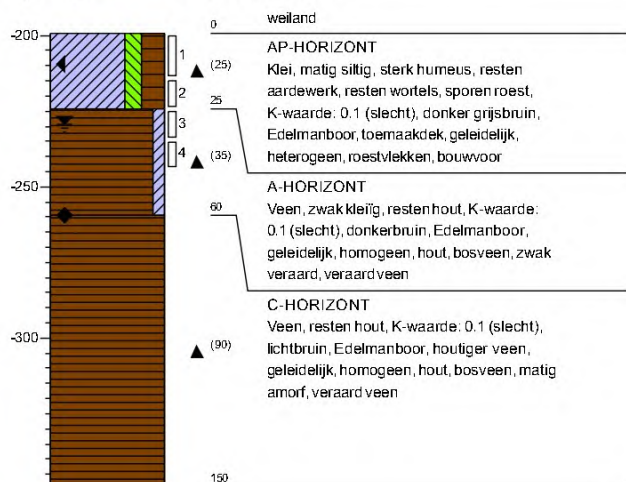
**Boring: 16**

X: 120655,71  
 Y: 464772,37  
 Datum: 2-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,11  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 70  
 Opmerking: 0-10



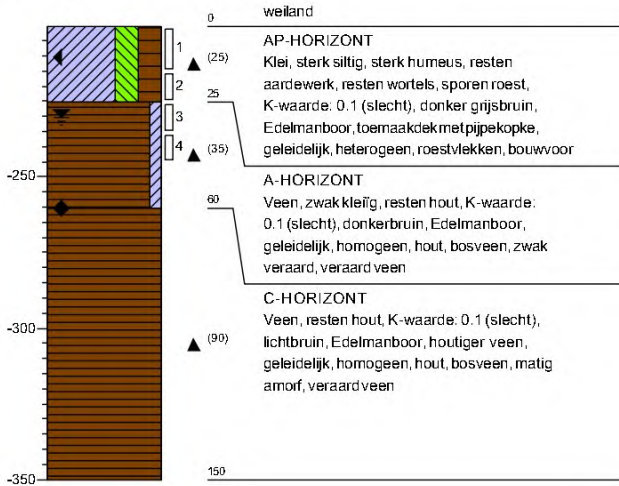
**Boring: 101**

X: 120825,74  
 Y: 464280,51  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1,993  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-15, 15-25, 25-35, 35-45



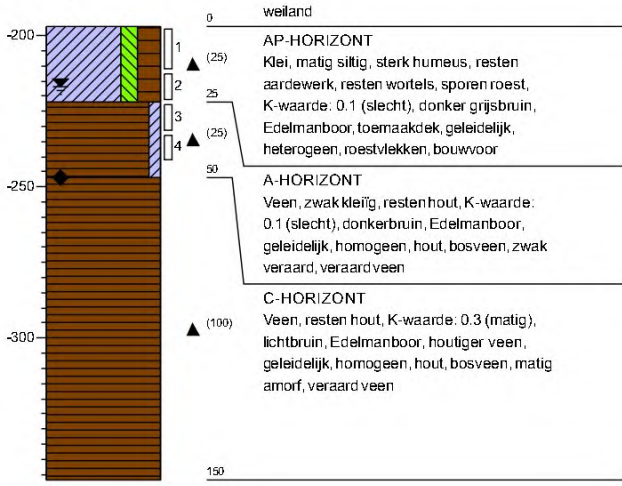
**Boring: 102**

X: 120924,77  
 Y: 464412,94  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2,004  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-15, 15-25, 25-35, 35-45



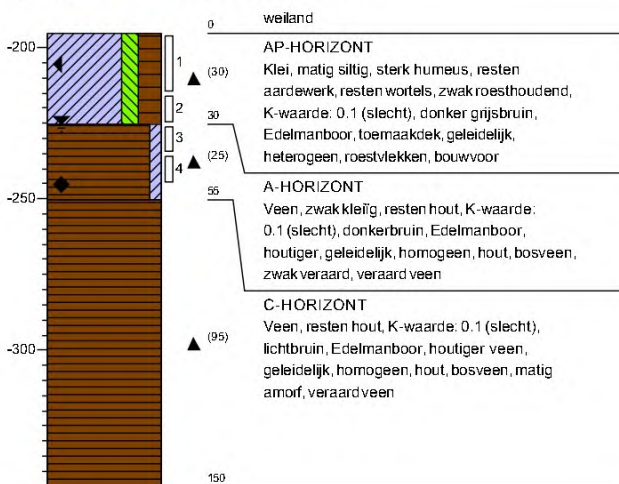
**Boring: 103**

X: 121034,51  
 Y: 464549,45  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1,971  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 0  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-15, 15-25, 25-35, 35-45



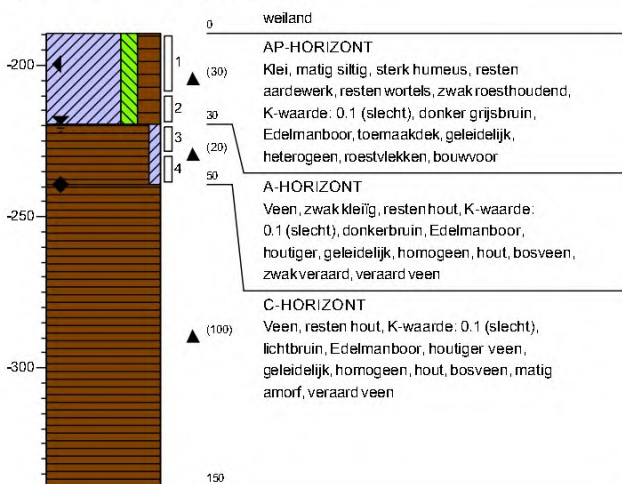
**Boring: 104**

X: 120794,09  
 Y: 464305,54  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1,954  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-15, 15-25, 25-35, 35-45



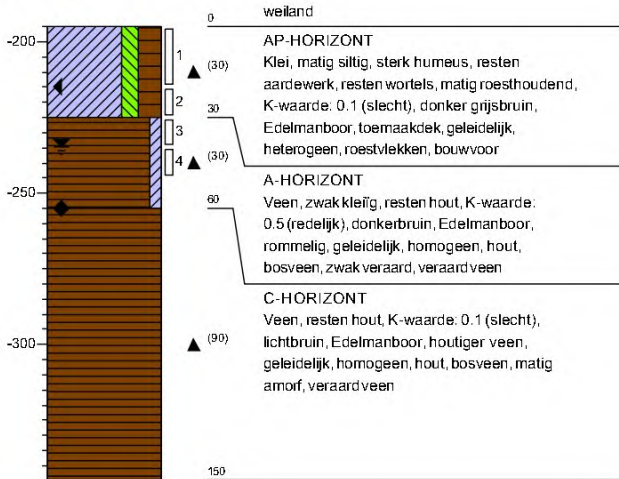
**Boring: 105**

X: 120879,19  
 Y: 464435,12  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1,895  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 50  
 Opmerking: 0-15, 15-25, 25-35, 35-45



**Boring: 106**

X: 120990,17  
 Y: 464557,88  
 Datum: 3-11-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.949  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 40  
 GHG: 20  
 GLG: 60  
 Opmerking: 0-15, 15-25, 25-35, 35-45



**Boring: ow1**

X: 120364,42  
 Y: 464464,79  
 Datum: 3-11-2022  
 N.A.P.: -2.346  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers

Opmerking: inlaatpunt, molen is in reparatie



**Boring: ow2**

X: 120700,18  
 Y: 464536,49  
 Datum: 3-11-2022  
 N.A.P.: -2.219  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers



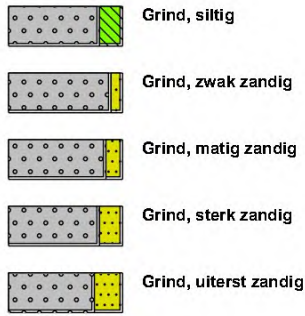
**Boring: ow3**

X: 120823,31  
 Y: 464695,41  
 Datum: 3-11-2022  
 N.A.P.: -2.228  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers



Legenda (conform NEN 5104)

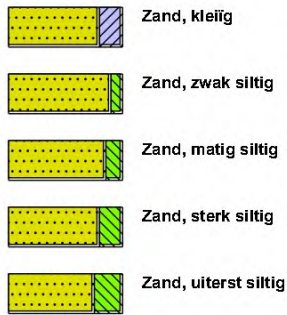
**grind**



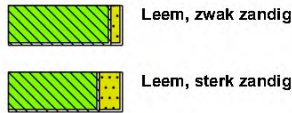
**klei**



**zand**



**leem**



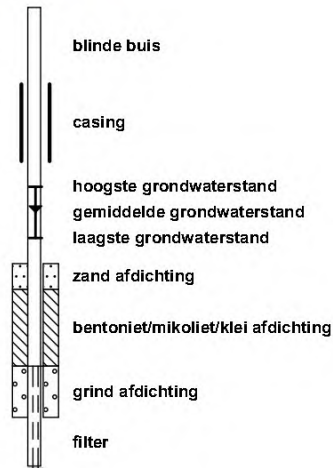
**veen**



**overige toevoegingen**



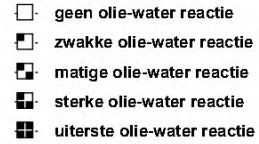
**peilbuis**



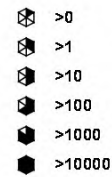
**geur**



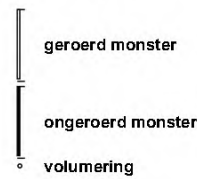
**olie**



**p.i.d.-waarde**



**monsters**



**overig**



## Bijlage 2 - Locatiegegevens bodemmonsternamen & vegetatiebeschrijving

Nr	cm-mv Diepte	X	Y	Mvh	Type	cm-mv GWS	cm-mv GHG	cm-mv GLG	bv-bouwvoor Grondsoort	HZT	type	beschrijving vegetatie (dd. 12-okt 2022; groenheis kort gemaaid)
1B	0-10	120800	464476	-2,137	welnd	5	0	30	Veen	A	schraal	geelgroene zegge, watermunt, veenmos, zilverschoon, kleine leeuwendaal, egelbaterbloem, zwenigras fijn, wolfspoot, klojagenteblaar, vijfvingerkruid, torment in wateroppe, riet
2A	0-20	120768	464540	-1,992	welnd	60	20	65	Veen, bv	AP	beheerkade	productief gras met veldzuuring, riddersgras, kruipende boterbloem, gestreepte witbol, en Engels raai gras
2B	0-10	120777	464533	-2,168	welnd	15	0	50	Veen	A	matig ontwikkeld	lage vegetatie met geelgroene zegge, zilverschoon, wolfspoot, kleine leeuwendaal, zompgras, watermunt, straalsgras, moerasstruisgras
2C	0-10	120784	464527	-2,135	welnd	0	0	30	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	schraal	productief gras met veldzuuring, riddersgras, kruipende boterbloem, maadelief, pitrus, gewoon struisgras en Engels raai gras
3A	0-20	120801	464611	-1,915	welnd	65	35	75	Veen, bv	AP	beheerkade	lage vegetatie met moerasstruisgras, watermunt, pinwaterbloem, maadelief, witte klaver, vertakte leeuwendaal, kleine leeuwendaal, grote weegbree, ruijge zegge, smalle weegbree
3B	0-10	120812	464603	-2,049	welnd	20	15	70	Veen, bv	AP	matig ontwikkeld	grote rozetten van kale jonker, ruijge zegge, pitrus, gewoon raai gras, akkerdistel, watermunt, gevleugeld hertschool, moerasporea, egelbaterbloem, witte klaver, smalle weegbree en diverse molshopen met verhard veen
3C	0-10	120833	464591	-2,141	welnd	40	10	50	Veen, bv	AP	schraal	productief gras met veldzuuring, riddersgras, kruipende boterbloem, gestreepte witbol, en Engels raai gras
3D	0-10	120843	464583	-2,155	welnd	0	0	50	Veen	A	schraal	Veel gestreepte witbol, redelijk veel pitrus, kale jonker, grote weegbree, gewoon struisgras
4B	0-10	120895	464713	-2,093	welnd	10	0	60	Veen, bv	AP	matig ontwikkeld	lage vegetatie met blauwe zegge, watermunt, geelgroene zegge, moerasstruisgras, laag riet, wolfspoot, witte klaver en lage wilg
5A	10-20								Veen	A	matig ontwikkeld	lage vegetatie (niet gemaaid) met moerasstruisgras, tormentil, koningsmekruid, pitrus, blezenknoppen, heidelandjes, veldzuuring, veel moerasrolklaver, watermunt, gestreepte witbol, kale jonker (klein), pinwaterbloem en gele tis (laag)
5B	20-30	120613	464494	-1,896	welnd	45	10	50	Veen, bv	AP	beheerkade	Gestreepte witbol, Engels raai gras, maadelief, zilverschoon, kruipende boterbloem, pitrus, veldzuuring, grote weegbree
5C	0-10	120625	464485	-2,161	welnd	0	0	50	Veen, bv	AP	matig ontwikkeld	gewoon struisgras (erg dicht), grote weegbree, pitrus, maadelief, speedistel, kale jonker, vijfvingerkruid, Engels raai gras
5D	0-10	120634	464478	-2,104	welnd	25	10	60	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	matig ontwikkeld	Veel gestreepte witbol, redelijk veel pitrus, kale jonker, grote weegbree, gewoon struisgras
5E	0-10	120638	464474	-2,098	welnd	10	0	40	Veen, bv	AP	schraal	lage vegetatie met blauwe zegge, watermunt, geelgroene zegge, moerasstruisgras, laag riet, wolfspoot, witte klaver en lage wilg
6	0-10	120688	464480	-2,107	welnd	15	5	50	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	schraal	lage vegetatie (niet gemaaid) met moerasstruisgras, tormentil, koningsmekruid, pitrus, blezenknoppen, heidelandjes, veldzuuring, veel moerasrolklaver, watermunt, gestreepte witbol, kale jonker (klein), pinwaterbloem en gele tis (laag)
7	0-10	120625	464335	-2,122	welnd	40	10	50	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	matig ontwikkeld	Gestreepte witbol, Engels raai gras, maadelief, zilverschoon, kruipende boterbloem, pitrus, veldzuuring, grote weegbree
8	0-10	120606	464484	-2,133	welnd	0	0	50	Veen, bv	A	matig ontwikkeld	gewoon struisgras (erg dicht), grote weegbree, pitrus, maadelief, speedistel, kale jonker, vijfvingerkruid, Engels raai gras
9	0-10	120475	464450	-2,167	welnd	0	0	50	Veen, bv	AP	matig ontwikkeld	Veel pitrus, kruipende boterbloem, watermunt, gestreepte witbol, echte koekoeksbloem, oeverzegge
10	0-10	120463	464525	-2,135	welnd	10	0	50	Veen, bv	A	matig ontwikkeld	vertakte leeuwendaal, kruipende boterbloem, gewoon struisgras, grote weegbree, witte klaver, gestreepte witbol, speedistel, maadelief
11	0-15	120478	464641	-2,102	welnd	5	0	30	Veen, bv	AP	matig ontwikkeld	stroot met veel pitrus (stoppels), hondsdraf, koningsmekruid, wolfspoot, kruipende boterbloem, tormentil (groot), moerasstruisgras (dicht), vijfvingerkruid, cf. geelgroene zegge
12	15-25								Veen	A	matig ontwikkeld	stroot met veel pitrus (stoppels), hondsdraf, koningsmekruid, wolfspoot, kruipende boterbloem, tormentil (groot), moerasstruisgras (dicht), vijfvingerkruid, cf. geelgroene zegge
13	0-10	120383	464512	-2,141	welnd	10	0	35	Veen	A	matig ontwikkeld	pitrus, maadelief, hondsdraf, smalle weegbree, kruipende boterbloem, moerasstruisgras
14	0-10	120633	464426	-2,127	welnd	20	10	50	Veen, bv	AP	matig ontwikkeld	Veel gestreepte witbol, maadelief, pitrus, Engels raai gras, veldzuuring, watermunt, echte koekoeksbloem, grote weegbree, moerasrolklaver
15	15-25								Veen	A	matig ontwikkeld	gestreepte witbol, pitrus, kruipende boterbloem, hondsdraf, kale jonker
16	0-10	120656	464772	-2,111	welnd	25	10	70	Veen, bv	AP	schraal	Klojagenteblaar (6 exx. bijen) met daarbij gestreepte witbol, watermunt, zompzegge, kruipende boterbloem, gewoon struisgras, moerasstruisgras, vertakte leeuwendaal, kale jonker, geelgroene zegge, moerasrolklaver, kleverige egentorost

# B ware

**BIOGEOCHEMICAL WATER-  
MANAGEMENT & APPLIED RESEARCH  
ON ECOSYSTEMS**

Toernooiveld 1 • 6525 ED NIJMEGEN  
Tel.: 024-3652816 • E-mail: [info@b-ware.eu](mailto:info@b-ware.eu)

[www.b-ware.eu](http://www.b-ware.eu)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth 171

Uw klantnummer: 8957924

Provincie Overijssel  
 Eenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

T monsternamen: [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

Onderzoek 4500826354 [redacted]  
 Onderzoek-/ordernr: 769416/006025672  
 Datum monsternamen: 21-04-2023  
 Datum verslag: 01-05-2023

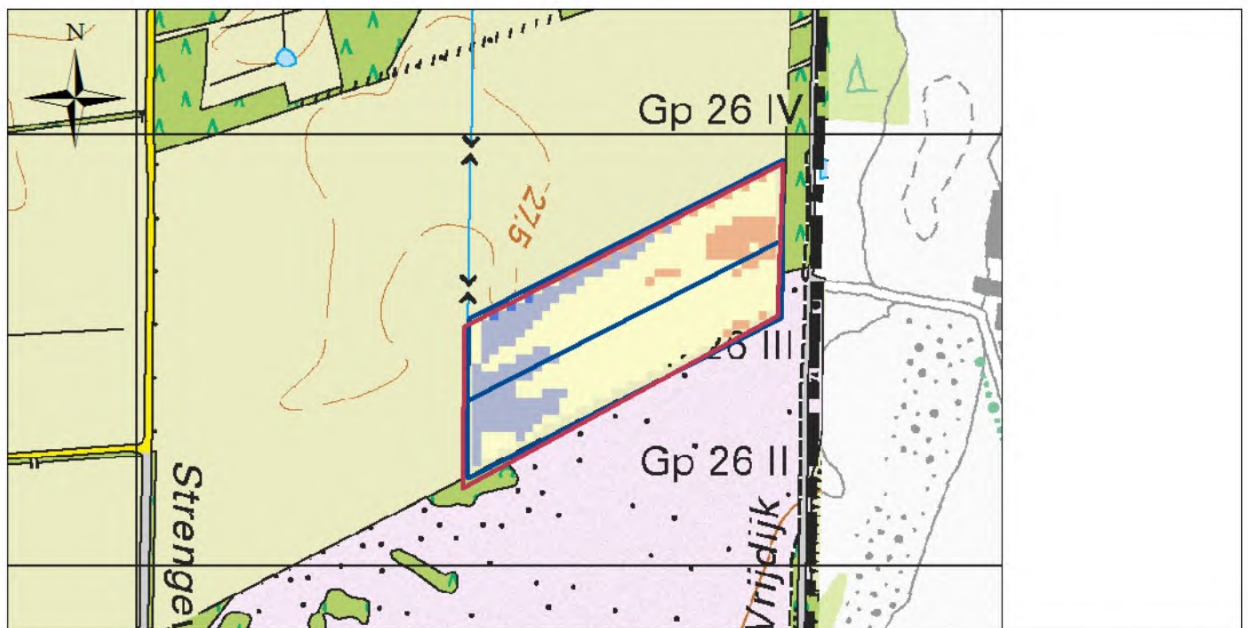
Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	2610	2140 - 3220	[bar chart]			
	C/N-ratio		14	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	135	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	3	20 - 30	[bar chart]			
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	535	470 - 870	[bar chart]			
	C/S-ratio		67	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	10	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	2,5	2,5 - 4,2	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	195	215 - 275	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	65	100 - 155	[bar chart]			
K-bodemvoorraad	kg K/ha	100	105 - 175	[bar chart]				
Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	100 - 235	[bar chart]				
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1085	1230 - 1565	[bar chart]				
Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	285	100 - 155	[bar chart]				
Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	180	115 - 195	[bar chart]				
Fysisch	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 12	21 - 42	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	19	22 - 42	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		4,9	5,2 - 5,8	[bar chart]			
	C-organisch	%	2,6		[bar chart]			
	Organische stof	%	4,8		[bar chart]			
	C/OS-ratio		0,54	0,45 - 0,55	[bar chart]			
	Koolzure kalk	%	0,3	2,0 - 3,0	[bar chart]			
	Klei (<2 µm)	%	1		[bar chart]			
	Silt (2-50 µm)	%	9		[bar chart]			
	Zand (>50 µm)	%	85		[bar chart]			
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	58	> 44	[bar chart]				
CEC-bezetting	%	89	> 95	[bar chart]				
Ca-bezetting	%	67	80 - 90	[bar chart]				
Mg-bezetting	%	18	6,0 - 10	[bar chart]				
K-bezetting	%	3,1	2,0 - 4,0	[bar chart]				
Na-bezetting	%	1,0	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	0,2	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	0,2	< 1,0	[bar chart]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	8,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				





**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

Gewasproductie	
	Boven gemiddeld
	Gemiddeld
	Onder gemiddeld

**Percelen**

	Bemonsterd perceel
	Gewasperceel
	Perceelsvlak
	Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 24-04-2023 Tijd: 11:46:48

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	40	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.
Kali (K <sub>2</sub> O)	0	kg/ha	
Calcium (CaO)	410	kg/ha	De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,5. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 95 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Magnesium (MgO)	0	kg/ha	
Kalk (nw)	565	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	60	15	5
		beperkt weiden	75	35	15
		licht maaien	85	55	20
		normaal maaien	95	75	30
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		47	23		
in kg/ha	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	40	10	0
		beperkt weiden	40	25	0
		licht maaien	40	25	15
		normaal maaien	40	30	20
in kg/ha	Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	85	15	0
		beperkt weiden	85	95	0
		licht maaien	125	75	55
		normaal maaien	165	110	80
Calcium (CaO)		60	60		
Magnesium (MgO)		5	5		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		30	30		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 270 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 31 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 18. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 16. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** **Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,8

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gewas(resten).

■ Netto toename van effectieve organische stof.

Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1395 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

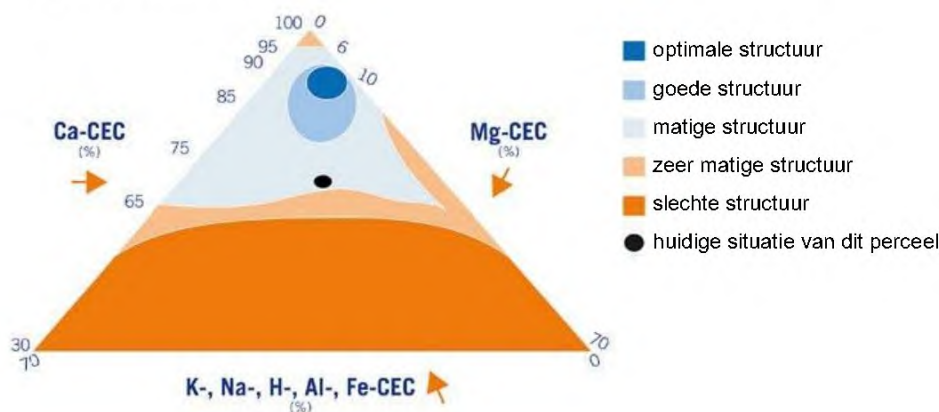
Gebaseerd op C/OS-ratio.



Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilbaarheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbeters als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

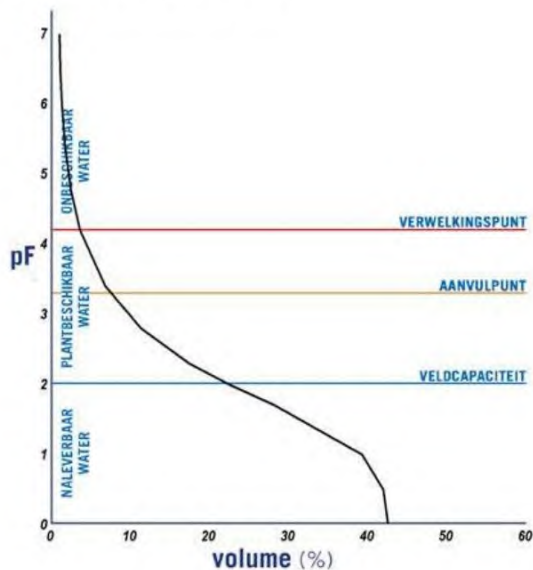
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 19 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	22,6	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	7,6	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	3,8	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 7,6 % vocht zit en geef dan 15 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro  
 Contactpersoon monsternamen: [REDACTED]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	1870	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	2,5	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	385	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	1,8	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	32	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	14	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	47	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	1,8	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	44	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	203	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	10,7	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,6	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	4,9		Em: NIRS
	C-organisch	2,6	%	Em: NIRS
	Organische stof	4,8	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,04	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,3	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	1	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	9	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	85	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	58	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	438	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	81	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	123	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	162	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1396	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 24-04-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth 182

Uw klantnummer: 8957924

Provincie Overijssel  
 Fenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

T monsternamen: [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

Onderzoek 4500826354 [redacted]  
 Onderzoek-/ordernr: 769424/006025672  
 Datum monsternamen: 21-04-2023  
 Datum verslag: 01-05-2023

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	3050	2370 - 3550	[Bar chart: 2370-3550]			
	C/N-ratio		13	13 - 17	[Bar chart: 13-17]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	140	95 - 145	[Bar chart: 95-145]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	< 3	20 - 30	[Bar chart: 20-30]			
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	525	515 - 960	[Bar chart: 515-960]			
	C/S-ratio		74	50 - 75	[Bar chart: 50-75]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	9	20 - 30	[Bar chart: 20-30]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	2,5	2,5 - 4,1	[Bar chart: 2,5-4,1]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	165	210 - 270	[Bar chart: 210-270]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	40	95 - 150	[Bar chart: 95-150]			
Fysisch	K-bodemvoorraad	kg K/ha	110	100 - 170	[Bar chart: 100-170]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	100 - 230	[Bar chart: 100-230]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1035	1225 - 1560	[Bar chart: 1225-1560]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	200	95 - 150	[Bar chart: 95-150]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	210	130 - 215	[Bar chart: 130-215]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 11	21 - 41	[Bar chart: 21-41]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	19	22 - 41	[Bar chart: 22-41]			
	Zuurgraad (pH)		5,0	5,1 - 5,7	[Bar chart: 5,1-5,7]			
	C-organisch	%	2,9		[Bar chart: 2,9]			
	Organische stof	%	5,4		[Bar chart: 5,4]			
	C/OS-ratio		0,53	0,45 - 0,55	[Bar chart: 0,45-0,55]			
	Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[Bar chart: 2,0-3,0]			
	Klei (<2 µm)	%	2		[Bar chart: 2]			
	Silt (2-50 µm)	%	8		[Bar chart: 8]			
	Zand (>50 µm)	%	84		[Bar chart: 84]			
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	59	> 44	[Bar chart: >44]			
	CEC-bezetting	%	90	> 95	[Bar chart: >95]			
	Ca-bezetting	%	64	80 - 90	[Bar chart: 80-90]			
Mg-bezetting	%	21	6,0 - 10	[Bar chart: 6,0-10]				
K-bezetting	%	3,6	2,0 - 4,0	[Bar chart: 2,0-4,0]				
Na-bezetting	%	1,0	1,0 - 1,5	[Bar chart: 1,0-1,5]				
H-bezetting	%	0,2	< 1,0	[Bar chart: <1,0]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: <1,0]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 6,0-8,0]				
Verslumping	rapporcijfer	8,1	6,0 - 8,0	[Bar chart: 6,0-8,0]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 6,0-8,0]				



Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject						
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	19							
	Microbiële biomassa	mg C/kg	610	270 - 810	[Bar chart showing value 610 between 270 and 810]				
	Microbiële activiteit	mg N/kg	82	45 - 74	[Bar chart showing value 82 between 45 and 74]				
	Schimmel/bacterie-ratio		0,7	0,6 - 0,9	[Bar chart showing value 0,7 between 0,6 and 0,9]				

#### Bemestingsadviezen

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

#### Wetgeving

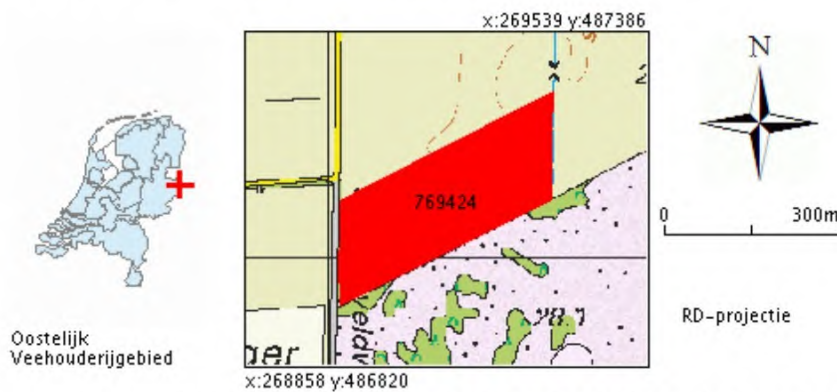
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

#### Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 28 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g  
P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>) = 1,8 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouwland>

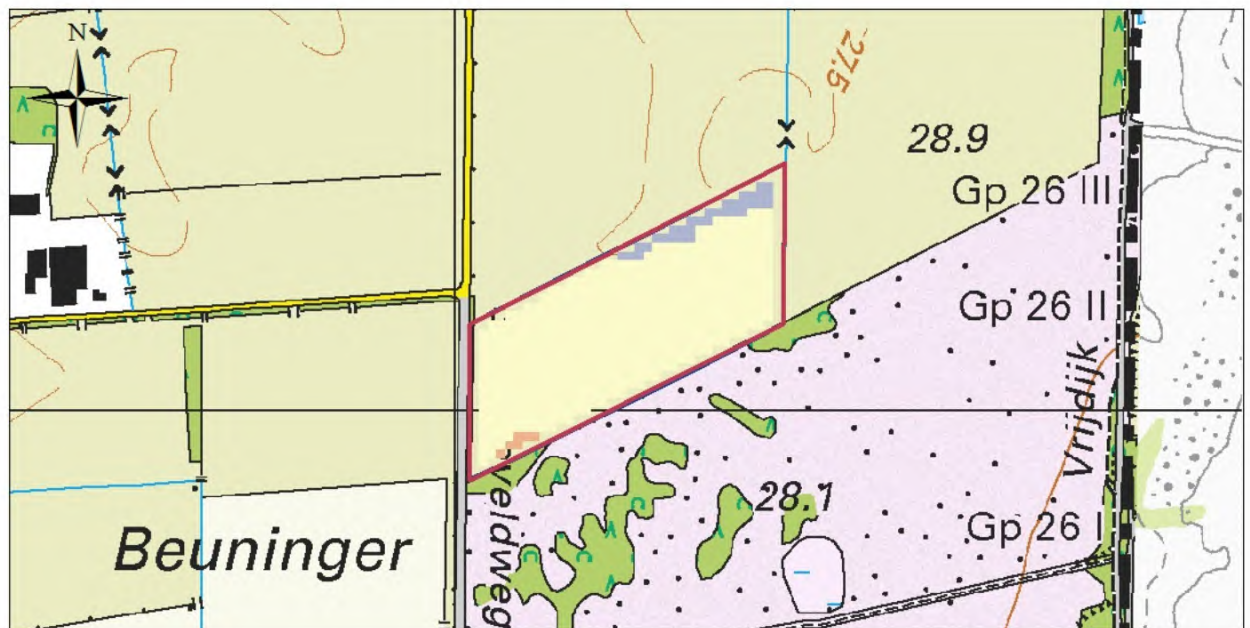


Hoekpunten perceel: 269379 487100, 269381 487285, 269381 487286, 269291 487241, 269276 487233, 269203 487195, 269173 487180, 269017 487100, 269016 486975, 269017 486919, 269379 487100

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

**Gewasproductie**

- Boven gemiddeld
- Gemiddeld
- Onder gemiddeld

**Percelen**

- Bemonsterd perceel
- Gewasperceel
- Perceelsvlak
- Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 24-04-2023 Tijd: 11:47:46

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	100	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.  De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,4 Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 105 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Kali ( $K_2O$ )	0	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	475	kg/ha	
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	425	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	60	15	5
		beperkt weiden	75	30	15
		licht maaien	85	50	20
		normaal maaien	95	70	30
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		48	24		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	45	10	0	
	beperkt weiden	45	25	0	
	licht maaien	45	25	20	
	normaal maaien	45	30	25	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	90	15	0	
	beperkt weiden	90	100	0	
	licht maaien	130	75	55	
	normaal maaien	170	115	85	
Calcium (CaO)		65	65		
Magnesium (MgO)		15	15		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		30	30		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 265 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 29 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 16. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 13. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur. U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan. Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio. Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** **Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gewas(resten).

■ Netto toename van effectieve organische stof.

Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1370 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

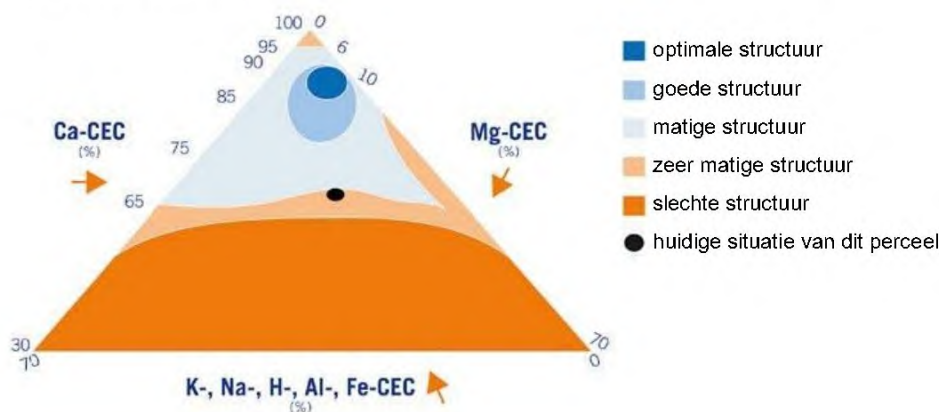
Gebaseerd op C/OS-ratio.



Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de rijkdom. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbeters als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

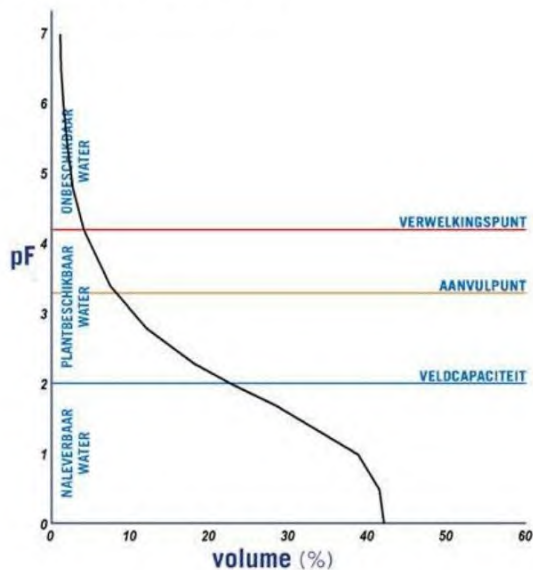
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 19 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	23,0	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	8,2	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	4,3	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 8,2 % vocht zit en geef dan 15 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro, J  
 Contactpersoon monstername: Bart Weghorst: J  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	2230	Em: NIRS	Q
resultaten	S-plantbeschikbaar	< 2,1	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	S-totale bodemvoorraad	385	Em: NIRS	Q
	P-plantbeschikbaar	1,8	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)	Q
	P-bodemvoorraad	28	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	P-bodemvoorraad	12	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	K-plantbeschikbaar	31	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	K-bodemvoorraad	2,1	Em: NIRS	
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	Em: NIRS	
	Ca-bodemvoorraad	42	Em: NIRS	
	Mg-plantbeschikbaar	146	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	Mg-bodemvoorraad	12,6	Em: NIRS	
	Na-plantbeschikbaar	< 8	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)	
	Na-bodemvoorraad	0,6	Em: NIRS	
	Zuurgraad (pH)	5,0	Em: NIRS	
	C-organisch	2,9	Em: NIRS	Q
	Organische stof	5,4	Em: NIRS	Q
	C-anorganisch	0,05	Em: NIRS	
	Koolzure kalk	0,4	Em: NIRS	
	Klei (<2 µm)	2	Em: NIRS	
	Silt (2-50 µm)	8	Em: NIRS	
	Zand (>50 µm)	84	Em: NIRS	
	Klei-humus (CEC)	59	Em: NIRS	
	Microbiële biomassa	610	Em: NIRS	
	Microbiële activiteit	82	Em: NIRS	
	Schimmel biomassa	163	Em: NIRS	
	Bacteriële biomassa	231	Em: NIRS	
	Bulkdichtheid	1369	Em: NIRS	

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidsstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 24-04-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth 465

Uw klantnummer: 8957924

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monsternamen: [redacted] [redacted]  
T klantenservice: 088 876 1010  
E klantenservice.agro@eurofins.com  
I www.eurofins-agro.com

Provincie Overijssel  
[redacted] Milieu

Postbus 10078  
8000 GB ZWOLLE

**Onderzoek**    Onderzoek-/ordernr:    Datum monsternamen:    Datum verslag:  
769396/006025672    21-04-2023    01-05-2023  
  
4500826354 [redacted]

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	2960	2430 - 3650	[bar chart]			
	C/N-ratio		13	13 - 17	[bar chart]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	140	95 - 145	[bar chart]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	7	20 - 30	[bar chart]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	480	530 - 990	[bar chart]			
	C/S-ratio		83	50 - 75	[bar chart]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	7	20 - 30	[bar chart]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	3,3	2,4 - 4,1	[bar chart]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	195	205 - 265	[bar chart]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	45	95 - 150	[bar chart]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	140	110 - 185	[bar chart]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	100 - 230	[bar chart]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1680	1625 - 2070	[bar chart]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	200	95 - 150	[bar chart]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	185	145 - 240	[bar chart]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 11	20 - 41	[bar chart]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	19	22 - 41	[bar chart]			
	Zuurgraad (pH)		5,3	5,3 - 5,9	[bar chart]			
	C-organisch	%	2,9		[bar chart]			
	Organische stof	%	5,6		[bar chart]			
C/OS-ratio		0,53	0,45 - 0,55	[bar chart]				
Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[bar chart]				
Klei (<2 µm)	%	1		[bar chart]				
Silt (2-50 µm)	%	10		[bar chart]				
Zand (>50 µm)	%	83		[bar chart]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	79	> 62	[bar chart]				
CEC-bezetting	%	96	> 95	[bar chart]				
Ca-bezetting	%	78	80 - 90	[bar chart]				
Mg-bezetting	%	14	6,0 - 10	[bar chart]				
K-bezetting	%	3,3	2,0 - 4,0	[bar chart]				
Na-bezetting	%	0,8	1,0 - 1,5	[bar chart]				
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[bar chart]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Verslumping	rapporcijfer	8,1	6,0 - 8,0	[bar chart]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,1	6,0 - 8,0	[bar chart]				

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject					
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	20						
	Microbiële biomassa mg C/kg	487	280 - 840	■■■■■■■■■■				
	Microbiële activiteit mg N/kg	56	44 - 73	■■■■■■■■■■				
	Schimmel/bacterie-ratio	0,7	0,6 - 0,9	■■■■■■■■■■				

#### Bemestingsadviezen

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

#### Wetgeving

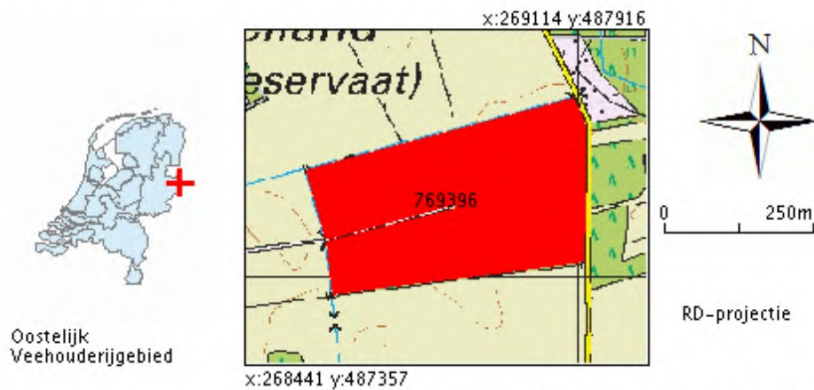
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

#### Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 33 mg  $P_2O_5$ /100 g  
P-plantbeschikbaar (P- $CaCl_2$ ) = 2,4 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouwland>



Hoekpunten perceel: 269012 487675, 269013 487717, 269013 487747, 269011 487757, 269004 487775, 268992 487802, 268983 487800, 268921 487783, 268817 487755, 268764 487741, 268706 487726, 268640 487708, 268563 487687, 268541 487680, 268543 487673, 268570 487579, 268574 487564, 268581 487565, 268584 487564, 268593 487567, 268667 487587, , 268719 487602, 268790 487621, 268792 487616, 268717 487597, 268682 487588, 268587 487563, 268575 487559, 268576

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

Gewasproductie	
	Boven gemiddeld
	Gemiddeld
	Onder gemiddeld

**Percelen**

	Bemonsterd perceel
	Gewasperceel
	Perceelsvlak
	Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 24-04-2023 Tijd: 11:48:02

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	30	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.
Kali ( $K_2O$ )	0	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	210	kg/ha	De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,6. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 105 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	315	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	70	15	10
		beperkt weiden	85	30	20
		licht maaien	95	50	25
		normaal maaien	105	70	35
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		50	25		
in kg/ha	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	25	10	0
		beperkt weiden	25	15	0
		licht maaien	25	15	10
		normaal maaien	25	20	15
in kg/ha	Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	85	15	0
		beperkt weiden	85	95	0
		licht maaien	125	75	55
		normaal maaien	165	110	80
Calcium (CaO)		60	60		
Magnesium (MgO)		15	15		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		35	35		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting** De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken. Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**  
 Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 265 kg N/ha.

**Zwavel:**  
 Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**  
 Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 35 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 14. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**  
 Het berekende K-getal is voor dit perceel 14. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**  
 Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur. U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**  
 Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan. Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**  
 De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio. Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** **Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,6

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gewas(resten).

■ Netto toename van effectieve organische stof.

Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1355 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

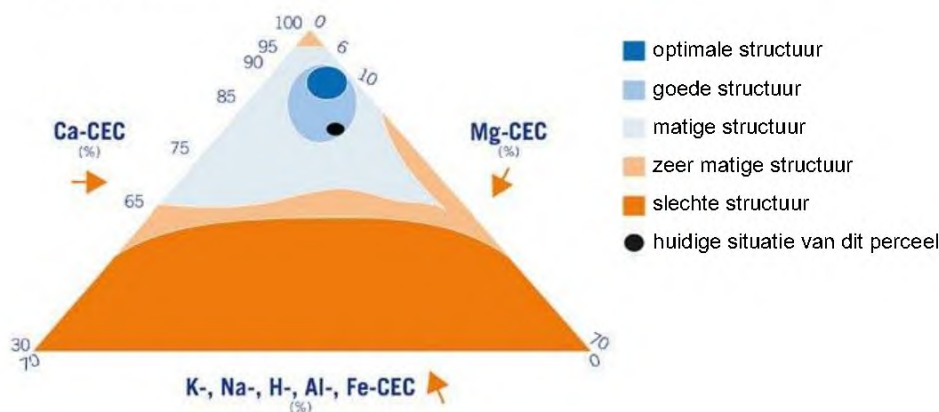
Gebaseerd op C/OS-ratio.



Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilbaarheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbeters als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

## Fysisch

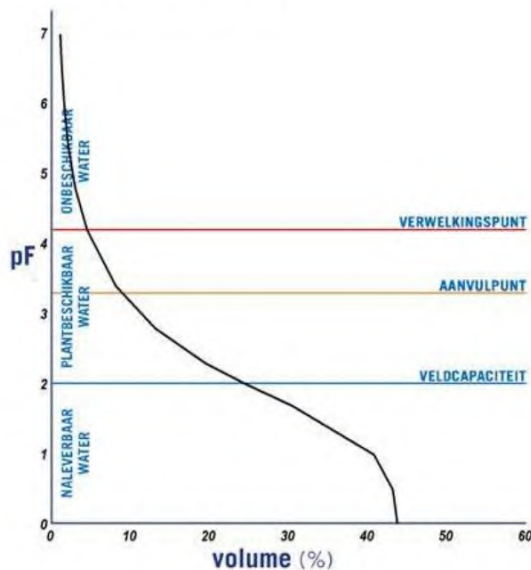
## Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

## Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 20 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	24,8	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	9,0	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	4,7	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 9,0 % vocht zit en geef dan 16 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag:	0 - 10 cm
Grondsoort:	Zand
Monster genomen door:	Eurofins Agro <input type="button" value="J"/>
Contactpersoon monsternamen:	<input type="button" value="J"/>
Bemonsteringsmethode:	W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	2180	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	5,2	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	355	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	2,4	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	33	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	14	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	34	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	2,6	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	67	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	147	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	11,3	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,6	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	5,3		Em: NIRS
	C-organisch	2,9	%	Em: NIRS
	Organische stof	5,6	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,05	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,4	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	1	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	10	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	83	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	79	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	487	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	56	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	125	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	178	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1357	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 24-04-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth 466

Uw klantnummer: 8957924

Provincie Overijssel  
 Fenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
 8000 GB ZWOLLE

Eurofins Agro  
 Postbus 170  
 NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: [redacted]  
 T klantenservice: 088 876 1010  
 E klantenservice.agro@eurofins.com  
 I www.eurofins-agro.com

Onderzoek    Onderzoek-/ordernr:    Datum monstername:    Datum verslag:  
 769439/006025672    21-04-2023    01-05-2023  
 4500826354 [redacted]

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	2600	2150 - 3230	[Bar chart: 2600 is between 2150 and 3230]			
	C/N-ratio		13	13 - 17	[Bar chart: 13 is at the start of 13-17]			
	N-leverend vermogen	kg N/ha	130	95 - 145	[Bar chart: 130 is between 95 and 145]			
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	< 3	20 - 30	[Bar chart: < 3 is at the start of 20-30]			
Fysisch	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	495	470 - 875	[Bar chart: 495 is between 470 and 875]			
	C/S-ratio		68	50 - 75	[Bar chart: 68 is between 50 and 75]			
	S-leverend vermogen	kg S/ha	9	20 - 30	[Bar chart: 9 is at the start of 20-30]			
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	3,1	2,5 - 4,2	[Bar chart: 3,1 is between 2,5 and 4,2]			
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	255	215 - 275	[Bar chart: 255 is between 215 and 275]			
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	45	100 - 155	[Bar chart: 45 is at the start of 100-155]			
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	120	100 - 170	[Bar chart: 120 is between 100 and 170]			
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	20	100 - 235	[Bar chart: 20 is at the start of 100-235]			
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1345	1380 - 1755	[Bar chart: 1345 is between 1380 and 1755]			
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	175	100 - 155	[Bar chart: 175 is between 100 and 155]			
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	160	120 - 205	[Bar chart: 160 is between 120 and 205]			
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 12	21 - 42	[Bar chart: < 12 is at the start of 21-42]			
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	16	23 - 42	[Bar chart: 16 is between 23 and 42]			
	Zuurgraad (pH)		5,3	5,4 - 6,0	[Bar chart: 5,3 is at the start of 5,4-6,0]			
	C-organisch	%	2,4		[Bar chart: 2,4 is at the start of the scale]			
	Organische stof	%	4,8		[Bar chart: 4,8 is at the start of the scale]			
C/OS-ratio		0,51	0,45 - 0,55	[Bar chart: 0,51 is between 0,45 and 0,55]				
Koolzure kalk	%	0,5	2,0 - 3,0	[Bar chart: 0,5 is at the start of 2,0-3,0]				
Klei (<2 µm)	%	1		[Bar chart: 1 is at the start of the scale]				
Silt (2-50 µm)	%	9		[Bar chart: 9 is at the start of the scale]				
Zand (>50 µm)	%	85		[Bar chart: 85 is at the start of the scale]				
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	65	> 48	[Bar chart: 65 is between 48 and the next mark]				
CEC-bezetting	%	92	> 95	[Bar chart: 92 is between 95 and the next mark]				
Ca-bezetting	%	74	80 - 90	[Bar chart: 74 is between 80 and 90]				
Mg-bezetting	%	14	6,0 - 10	[Bar chart: 14 is between 6,0 and 10]				
K-bezetting	%	3,4	2,0 - 4,0	[Bar chart: 3,4 is between 2,0 and 4,0]				
Na-bezetting	%	0,8	1,0 - 1,5	[Bar chart: 0,8 is between 1,0 and 1,5]				
H-bezetting	%	0,2	< 1,0	[Bar chart: 0,2 is at the start of < 1,0]				
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is at the start of < 1,0]				
	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed	
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 10,0 is between 6,0 and 8,0]				
Verslumping	rapporcijfer	8,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 8,0 is between 6,0 and 8,0]				
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	5,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 5,0 is at the start of 6,0-8,0]				



Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject						
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	19							
	Microbiële biomassa	mg C/kg	291	240 - 720	████████████████████				
	Microbiële activiteit	mg N/kg	27	37 - 62	████████████████				
	Schimmel/bacterie-ratio		0,8	0,6 - 0,9	████████████████████				

**Bemestingsadviezen**

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

**Wetgeving**

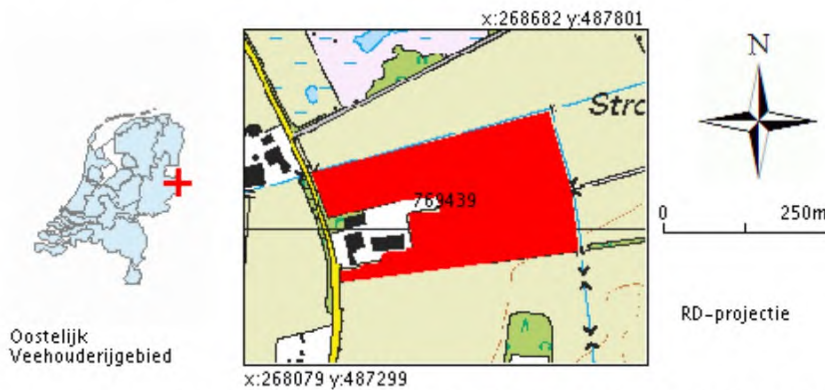
De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

**Wetgeving**

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-Al) = 42 mg  $P_2O_5$ /100 g  
P-plantbeschikbaar (P- $CaCl_2$ ) = 2,2 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouland>



Hoekpunten perceel: 268571 487559, 268537 487678, 268179 487586, 268205 487518, 268318 487544, 268370 487549, 268373 487526, 268332 487527, 268325 487523, 268332 487473, 268323 487472, 268321 487472, 268321 487468, 268286 487465, 268286 487462, 268284 487462, 268285 487450, 268277 487449, 268277 487448, 268269 487447, 268269 487448, , 268252 487446, 268252 487442, 268237 487438, 268232 487439, 268224 487438, 268223 487421, 268262 487425, 268410

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

**Gewasproductie**

- █ Boven gemiddeld
- █ Gemiddeld
- █ Onder gemiddeld

**Percelen**

- Bemonsterd perceel
- Gewasperceel
- Perceelsvlak
- Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 24-04-2023 Tijd: 11:47:27

**Advies**

Gewas: Gras

Gift Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	0	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.
Kali ( $K_2O$ )	0	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	280	kg/ha	De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,7. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 95 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	375	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	75	15	15
		beperkt weiden	90	35	25
		licht maaien	100	55	30
		normaal maaien	110	75	40
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		48	24		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	25	5	0	
	beperkt weiden	25	10	0	
	licht maaien	25	10	10	
	normaal maaien	25	15	10	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	90	15	0	
	beperkt weiden	90	100	0	
	licht maaien	130	75	55	
	normaal maaien	170	115	80	
Calcium (CaO)		55	55		
Magnesium (MgO)		15	15		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		35	35		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgesteld met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 270 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 38 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 19. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 14. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur.

U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan.

Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** **Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,7

■ Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.

■ Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.

■ Aanvoer van organische stof via gewas(resten).

■ Netto toename van effectieve organische stof.

Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1400 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

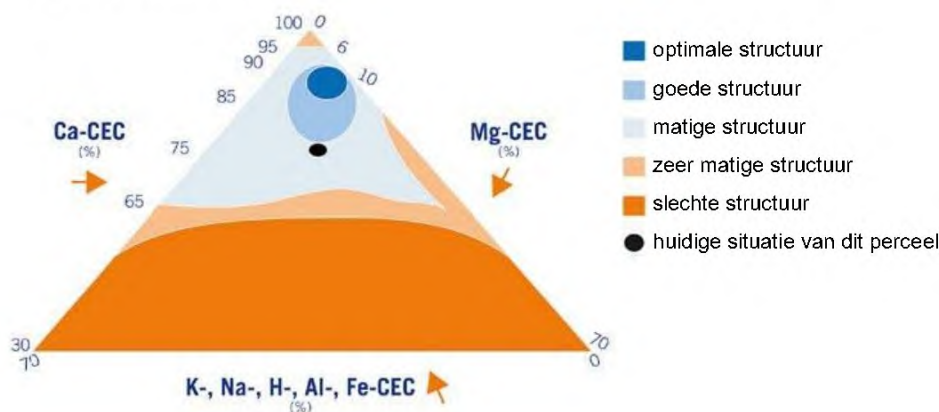
Gebaseerd op C/OS-ratio.



Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de rijkdom. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbeters als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

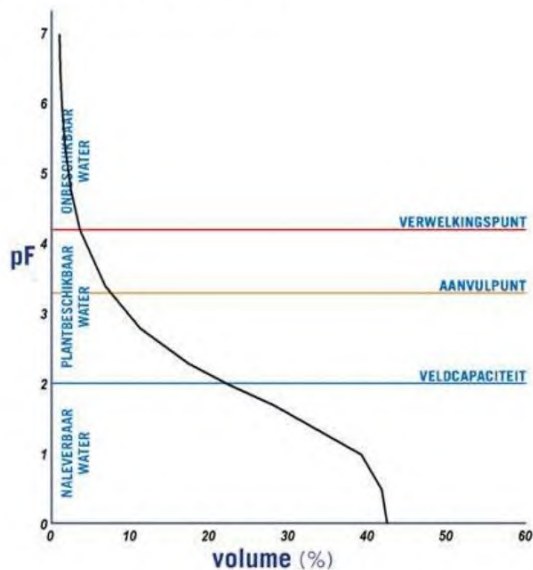
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

Figuur: Waterretentiecurve




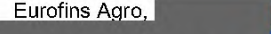
De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 19 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	22,5	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	7,5	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	3,8	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 7,5 % vocht zit en geef dan 15 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro,   
 Contactpersoon monsternamen:   
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	1860	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	< 2,1	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	355	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	2,2	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	42	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	18	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	32	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	2,2	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,2	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	50	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	124	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	9,3	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,5	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	5,3		Em: NIRS
	C-organisch	2,4	%	Em: NIRS
	Organische stof	4,8	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,06	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,5	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	1	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	9	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	85	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	65	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	291	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	27	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	77	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	101	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1400	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 24-04-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

BemestingsWijzer

punth 593

Uw klantnummer: 8957924

Eurofins Agro  
Postbus 170  
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: [redacted]  
T klantenservice: 088 876 1010  
E klantenservice.agro@eurofins.com  
I www.eurofins-agro.com

Provincie Overijssel  
Eenheid Natuur en Milieu

Postbus 10078  
8000 GB ZWOLLE

**Onderzoek**    Onderzoek-/ordernr:    Datum monstername:    Datum verslag:  
769451/006025672    21-04-2023    01-05-2023  
  
4500826354 [redacted]

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	Kwaliteitsniveau					
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog	
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	3110	2480 - 3710	[Bar chart: 3110 is between 2480 and 3710]				
	C/N-ratio		13	13 - 17	[Bar chart: 13 is at the start of 13-17]				
	N-leverend vermogen	kg N/ha	145	95 - 145	[Bar chart: 145 is at the end of 95-145]				
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	< 3	20 - 30	[Bar chart: < 3 is below 20]				
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	565	540 - 1005	[Bar chart: 565 is between 540 and 1005]				
	C/S-ratio		71	50 - 75	[Bar chart: 71 is between 50 and 75]				
	S-leverend vermogen	kg S/ha	10	20 - 30	[Bar chart: 10 is below 20]				
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	1,6	2,4 - 4,1	[Bar chart: 1,6 is below 2,4]				
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	120	205 - 265	[Bar chart: 120 is below 205]				
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	65	95 - 150	[Bar chart: 65 is below 95]				
K-bodemvoorraad	kg K/ha	140	115 - 190	[Bar chart: 140 is between 115 and 190]					
Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	10	100 - 230	[Bar chart: 10 is below 100]					
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	1380	1460 - 1860	[Bar chart: 1380 is below 1460]					
Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	165	95 - 150	[Bar chart: 165 is above 150]					
Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	180	140 - 235	[Bar chart: 180 is between 140 and 235]					
Fysisch	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	< 11	20 - 41	[Bar chart: < 11 is below 20]				
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	22	22 - 41	[Bar chart: 22 is at the start of 22-41]				
	Zuurgraad (pH)		5,2	5,3 - 5,9	[Bar chart: 5,2 is below 5,3]				
	C-organisch	%	3,0		[Bar chart: 3,0 is below 5,3]				
	Organische stof	%	5,7		[Bar chart: 5,7 is between 5,3 and 5,9]				
	C/OS-ratio		0,52	0,45 - 0,55	[Bar chart: 0,52 is between 0,45 and 0,55]				
	Koolzure kalk	%	0,4	2,0 - 3,0	[Bar chart: 0,4 is below 2,0]				
	Klei (<2 µm)	%	1		[Bar chart: 1 is below 2,0]				
	Silt (2-50 µm)	%	6		[Bar chart: 6 is between 2,0 and 3,0]				
	Zand (>50 µm)	%	87		[Bar chart: 87 is above 3,0]				
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	71	> 51	[Bar chart: 71 is above 51]				
	CEC-bezetting	%	91	> 95	[Bar chart: 91 is below 95]				
	Ca-bezetting	%	71	80 - 90	[Bar chart: 71 is below 80]				
	Mg-bezetting	%	15	6,0 - 10	[Bar chart: 15 is above 10]				
	K-bezetting	%	3,7	2,0 - 4,0	[Bar chart: 3,7 is between 2,0 and 4,0]				
Na-bezetting	%	1,0	1,0 - 1,5	[Bar chart: 1,0 is at the start of 1,0-1,5]					
H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below 1,0]					
Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0	[Bar chart: < 0,1 is below 1,0]					
	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Streeftraject</b>	<b>laag</b>	<b>vrij laag</b>	<b>goed</b>	<b>zeer goed</b>		
Verkruijmelbaarheid	rapporcijfer	10,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 10,0 is above 8,0]					
Verslumping	rapporcijfer	8,1	6,0 - 8,0	[Bar chart: 8,1 is between 6,0 and 8,0]					
Stuifgevoeligheid	rapporcijfer	3,0	6,0 - 8,0	[Bar chart: 3,0 is below 6,0]					

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject					
				laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Biologisch	Vochthoudend vermogen mm	19						
	Microbiële biomassa mg C/kg	469	285 - 855	████████████████████				
	Microbiële activiteit mg N/kg	61	46 - 76	████████████████████				
	Schimmel/bacterie-ratio	0,7	0,6 - 0,9	████████████████████				

#### Bemestingsadviezen

Het resultaat wordt afgezet tegen het landbouwkundig streeftraject en krijgt een waardering; laag, vrij laag, goed, vrij hoog, hoog. Dit is geen beoordeling zoals bedoeld in ISO 17025 (par. 7.8.6).

#### Wetgeving

De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

#### Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw voor 15 mei van het betreffende jaar in bij RVO. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-AI) = 20 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g  
P-plantbeschikbaar (P-CaCl<sub>2</sub>) = 1,2 mg P/kg

Wilt u weten hoeveel fosfaat u mag toedienen op basis van deze analyseresultaten? Check dan de fosfaatgebruiksnormen voor dit jaar via <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/fosfaatklasse-grasland-bouwland>

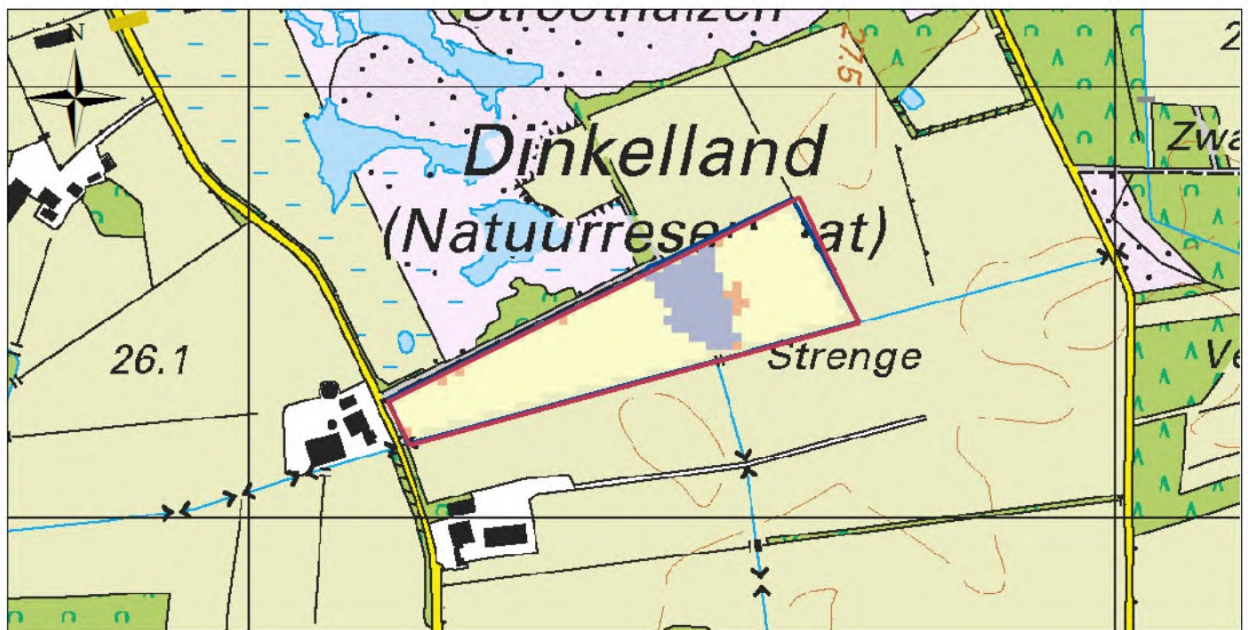


Hoekpunten perceel: 268703 487726, 268634 487871, 268159 487636, 268184 487584, 268703 487726

Vanwege ruimtegebrek is het mogelijk dat niet alle coördinaten van de vastgelegde hoekpunten van het perceel op dit verslag zijn weergegeven. Deze zijn echter wel opgeslagen in onze database.

**Bontheid**

BodemScout toont - gebaseerd op 9 jaar satellietbeelden - de structurele verschillen binnen een gewasperceel; waar deed het gewas het gemiddeld beter en waar slechter? Geeft de BodemScout aan dat uw perceel heel heterogeen is, dan kunt u eerst onderzoeken waardoor de verschillen veroorzaakt worden (zoals structuur, vochtbinding, (schadelijk) bodemleven, tekort aan nutriënten, pH-toestand) en vervolgens uw management aanpassen aan deze informatie.

**Legenda****Bodemscout**

Gewasproductie	
	Boven gemiddeld
	Gemiddeld
	Onder gemiddeld

**Percelen**

	Bemonsterd perceel
	Gewasperceel
	Perceelsvlak
	Bodemscoutvlak

Schaal: 1:5,000

Datum: 24-04-2023 Tijd: 11:47:13

**Advies**

Gewas:

Gras

Gift

Eenheid

**Bodemgericht advies (4-jarig)**

Fosfaat ( $P_2O_5$ )	200	kg/ha	Bij hoge adviesgiften is een verdeling van de gift gedurende de 4 jaar aan te raden, bijvoorbeeld tweejaarlijks de helft geven. De bodemgerichte adviezen zijn bedoeld om de bodemvoorraden van fosfaat, kalium, calcium en magnesium op peil te brengen.
Kali ( $K_2O$ )	0	kg/ha	
Calcium ( $CaO$ )	380	kg/ha	De kalkgift is gebaseerd op een optimale pH van 5,6. Voor elk tiende pH-verhoging is een kalkgift (nw) nodig van 105 kg/ha. De benodigde hoeveelheid effectieve organische stof is weergegeven voor 4 jaar. Zie de OS-balans voor de berekening van de gemiddelde jaarlijkse gift.
Magnesium ( $MgO$ )	0	kg/ha	
Kalk (nw)	430	kg/ha	
Effectieve org.stof	0	kg/ha	

Advies	Situatie	1 <sup>e</sup> snede	2 <sup>e</sup> snede	Overige snedes	
<b>Gewasgericht advies (jaarlijks)</b>					
in kg/ha	Stikstof (N)	onbeperkt weiden	65	15	10
		beperkt weiden	80	30	20
		licht maaien	90	50	25
		normaal maaien	100	70	35
Sulfaat (SO <sub>3</sub> )		47	23		
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	onbeperkt weiden	45	10	0	
	beperkt weiden	45	25	0	
	licht maaien	45	25	20	
	normaal maaien	45	30	25	
Kali (K <sub>2</sub> O)	onbeperkt weiden	80	15	0	
	beperkt weiden	80	90	0	
	licht maaien	120	70	50	
	normaal maaien	160	105	75	
Calcium (CaO)		60	60		
Magnesium (MgO)		20	20		
Natrium (Na <sub>2</sub> O)		35	35		

**Gewasgericht advies**

Het gewasgerichte advies is gebaseerd op de gewasbehoefte, gemiddelde opbrengst en klimaatomstandigheden en is gecorrigeerd voor de bodemvoorraad en bodemnalevering. Tijdens het seizoen kan worden bijgestuurd met bijmestonderzoek.

Voor standweiden kunt u het advies voor onbeperkt weiden aanhouden.

Bij licht maaien gaan we uit van een opbrengst bij de 1<sup>e</sup> snede van maximaal 2500 kg ds/ha en bij normaal maaien heeft de 1e snede minimaal een opbrengst van 3000 kg ds/ha. Bij normaal maaien gaan we uit van maximaal 5 snedes, bij licht maaien is dit meer.

**Toelichting**

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2026 gebruiken.  
Voor een uitgebreide toelichting kunt u onderstaande link gebruiken:  
<https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/toelichting-grondonderzoek>

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van de nutriënten op peil te houden. Voor het K, Ca en Mg advies betekent dit dat de samenstelling aan het klei-humus complex (CEC) geoptimaliseerd wordt. Het is verstandig het bodemgerichte advies van nutriënten en kalk over de 4 jaar te verdelen. Wanneer er een bodemgerichte bemesting is uitgevoerd kunnen de bodemkengetallen worden bijgewerkt door een nieuw bodemgericht onderzoek uit te voeren.

De gewasgerichte adviezen zijn bedoeld om het gewas te voeden en de kwaliteit te verbeteren. Door hogere/lagere opbrengsten en verliezen zoals uitspoeling kan de hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten fluctueren. Het is raadzaam elk jaar voor het seizoen een gewasgericht onderzoek uit te voeren (pakket Teelt) voor de actuele hoeveelheid plantbeschikbare nutriënten en een update van het gewasgerichte advies.

Bekijk de waardering van de nutriënten op pagina 1 goed. Geven de streefwaarden aan dat één of meerdere nutriënten heel laag zijn, overleg dan met uw adviseur om dit weer op peil te krijgen.

**Stikstof:**

Het N-advies per snede is gebaseerd op een verwachte jaargift van: 265 kg N/ha.

**Zwavel:**

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog.

**Fosfaat:**

Het berekende Pw-getal is voor dit perceel 22 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/l. De P-buffering is 17. Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

**Kali:**

Het berekende K-getal is voor dit perceel 15. K-getal wordt niet meer gebruikt bij de adviesberekening.

**Calcium:**

Calcium bemesting kan ook een positief effect hebben op de bodemstructuur. U kunt de calcium uit de kalkgift in mindering brengen op het calcium bodemgerichte advies.

**Kalk:**

Geef de kalk voorafgaand aan het meest kalkbehoeftige gewas in het bouwplan. Let op, bij een bemesting met kalk kunnen calcium en magnesium worden aangevoerd.

**Bodemleven:**

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio. Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

**Organische stof** **Figuur: Organische stofbalans**

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,6

- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
  - Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.
  - Aanvoer van organische stof via gewas(resten).
  - Netto toename van effectieve organische stof.
- Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 1355 kg per ha.

**Figuur: Kwaliteit van de organische stof**

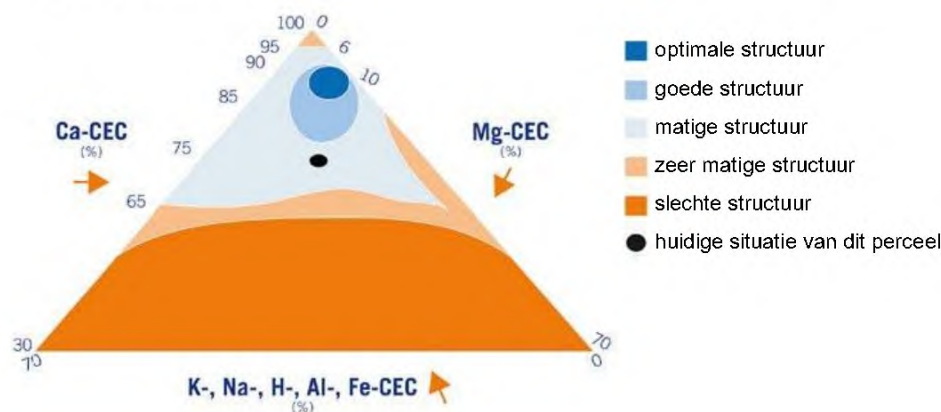
Gebaseerd op C/OS-ratio.



Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de ruilbaarheid. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbetersaars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

**Fysisch**

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

**Figuur: Structuurdriehoek**

Fysisch

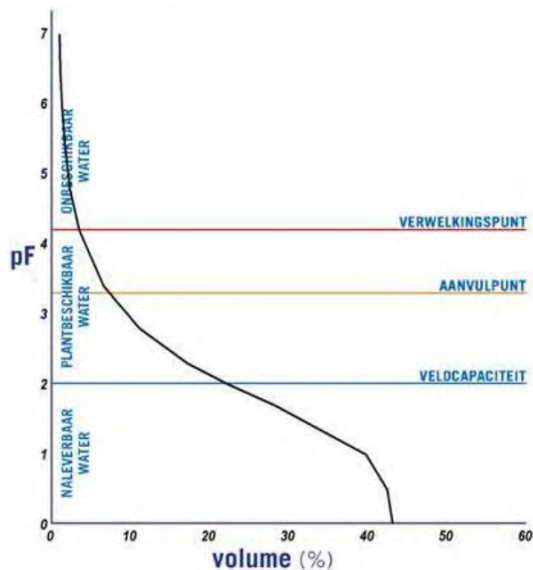
Figuur: Textuurdriehoek



Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer ( $\mu\text{m}$ ), siltdeeltjes zijn 2-50  $\mu\text{m}$  en zanddeeltjes groter dan 50  $\mu\text{m}$ . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslempingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslemping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slemp op. Bij 10-20% klei is het risico op slemp het grootst.

De verkruielbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslemping klein.

Figuur: Waterretentiecurve



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 19 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Veldcapaciteit (pF 2,0):	22,5	% vocht
Aanvulpunt (pF 3,3):	7,4	% vocht
Verwelkingspunt (pF 4,2):	3,7	% vocht

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 7,4 % vocht zit en geef dan 15 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

## Contact &amp; info

Bemonsterde laag: 0 - 10 cm  
 Grondsoort: Zand  
 Monster genomen door: Eurofins Agro  
 Contactpersoon monsternamen: [REDACTED]  
 Bemonsteringsmethode: W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1000 Q

Indien de volgende informatie wordt getoond op de rapporten kan deze informatie verstrekt zijn door de opdrachtgever en van invloed zijn op de waardering, advisering en/of het analysesresultaat:  
 bemonsteringsdiepte, gewas, teelttype/ras.

Methode	Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse	N-totale bodemvoorraad	2290	mg N/kg	Em: NIRS
resultaten	S-plantbeschikbaar	< 2,1	mg S/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	S-totale bodemvoorraad	415	mg S/kg	Em: NIRS
	P-plantbeschikbaar	1,2	mg P/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 15923-1)
	P-bodemvoorraad	20	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	P-bodemvoorraad	9	mg P/100 g	PAL1: Gw NEN 5793
	K-plantbeschikbaar	47	mg K/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	K-bodemvoorraad	2,6	mmol+/kg	Em: NIRS
	Ca-plantbeschikbaar	0,1	mmol Ca/l	Em: NIRS
	Ca-bodemvoorraad	54	mmol+/kg	Em: NIRS
	Mg-plantbeschikbaar	121	mg Mg/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Mg-bodemvoorraad	11,0	mmol+/kg	Em: NIRS
	Na-plantbeschikbaar	< 8	mg Na/kg	Em: CCL3 (Gw NEN 17294-2)
	Na-bodemvoorraad	0,7	mmol+/kg	Em: NIRS
	Zuurgraad (pH)	5,2		Em: NIRS
	C-organisch	3,0	%	Em: NIRS
	Organische stof	5,7	%	Em: NIRS
	C-anorganisch	0,05	%	Em: NIRS
	Koolzure kalk	0,4	%	Em: NIRS
	Klei (<2 µm)	1	%	Em: NIRS
	Silt (2-50 µm)	6	%	Em: NIRS
	Zand (>50 µm)	87	%	Em: NIRS
	Klei-humus (CEC)	71	mmol+/kg	Em: NIRS
	Microbiële biomassa	469	mg C/kg	Em: NIRS
	Microbiële activiteit	61	mg N/kg	Em: NIRS
	Schimmel biomassa	134	mg C/kg	Em: NIRS
	Bacteriële biomassa	182	mg C/kg	Em: NIRS
	Bulkdichtheid	1357	kg/m <sup>3</sup>	Em: NIRS

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA  
Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

Het monster is geanalyseerd in het Eurofins Agro laboratorium in Wageningen, tenzij anders is vermeld.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het monster dat Eurofins Agro heeft genomen, ontvangen en op het materiaal dat in behandeling is genomen op 24-04-2023 en daarmee op het geanalyseerde monster. Nadere omschrijving van de toegepaste monsternamen en analyse methoden is te vinden op [www.eurofins-agro.com](http://www.eurofins-agro.com)

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

# Aanvullend bodemonderzoek Oeffelter Meent

Onderzoek grasland perceel BMR00Z 3699

## Eindrapportage

Status: definitief




# Aanvullend bodemonderzoek Oeffelter Meent




Onderzoek grasland perceel BMR00Z 3699

## Eindrapportage

Status: definitief



Titel rapport: Aanvullend bodemonderzoek Oeffelter Meent, eindrapportage  
Status: Definitief  
Datum: 12 juli 2023  
Auteurs: [REDACTED]   
Rapportnummer: RP-23.070.23.38  
Projectnummer: PR-23.070  
Opdrachtgever: Staatsbosbeheer

Contactpersoon: [REDACTED]   
Tel: 024 [REDACTED]   
[REDACTED] @b-ware.eu  
www.b-ware.eu

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methode</b>	<b>2</b>
2.1	Onderzoeksopzet	2
2.2	Chemische analyses bodem	2
2.3	Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)	3
2.4	Berekening verschalingsduur	3
2.5	Referentiedata	4
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>5</b>
3.1	Bodemprofielen	5
3.2	Bodemchemie	5
3.3	Kansen natuurontwikkeling	9
<b>4</b>	<b>Synthese</b>	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Literatuur</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Bijlagen</b>	<b>14</b>
	Bijlage 1 bodemprofielen	15
	Bijlage 2 verschalingsmaatregelen	17
	Bijlage 3 data onderzoek 2020 (Remke & Dorenbosch, 2020)	19

## 1 Inleiding

In 2020 is door B-WARE een onderzoek verricht in enkele percelen in de Oeffelter Meent naar de haalbaarheid van de ontwikkeling van stroomdalgrasland (H6120) en leefgebied voor de kamsalamander (*Triturus cristatus*) (Remke & Dorenbosch, 2020). Naar aanleiding van dit onderzoek wil Staatsbosbeheer de toplaag ontgraven in één van de onderzochte percelen (grasland perceel BMR00Z 3699; figuur 1). In dit perceel bleek dat het zuidelijk deel na het afgraven van 10 tot 20 cm bodem geschikt is voor de ontwikkeling van stroomdalgraslanden. In andere delen werden tot 40 cm diepte nog sterk verhoogde nutriëntconcentraties (vooral fosfor) gemeten. Om een beter beeld te krijgen van de afgraving die nodig is, wil Staatsbosbeheer nu een aantal extra boorpunten conform dezelfde methode onderzoeken. In deze rapportage zullen de analysedata van de extra onderzochte locaties (rode punten in figuur 2) samen met de data uit het voorgaande onderzoek (blauwe punten in figuur 2) beschreven worden en wordt een kaart gepresenteerd met de gewenste maatregelen die nodig zijn voor de ontwikkeling van stroomdalgraslanden in het perceel.



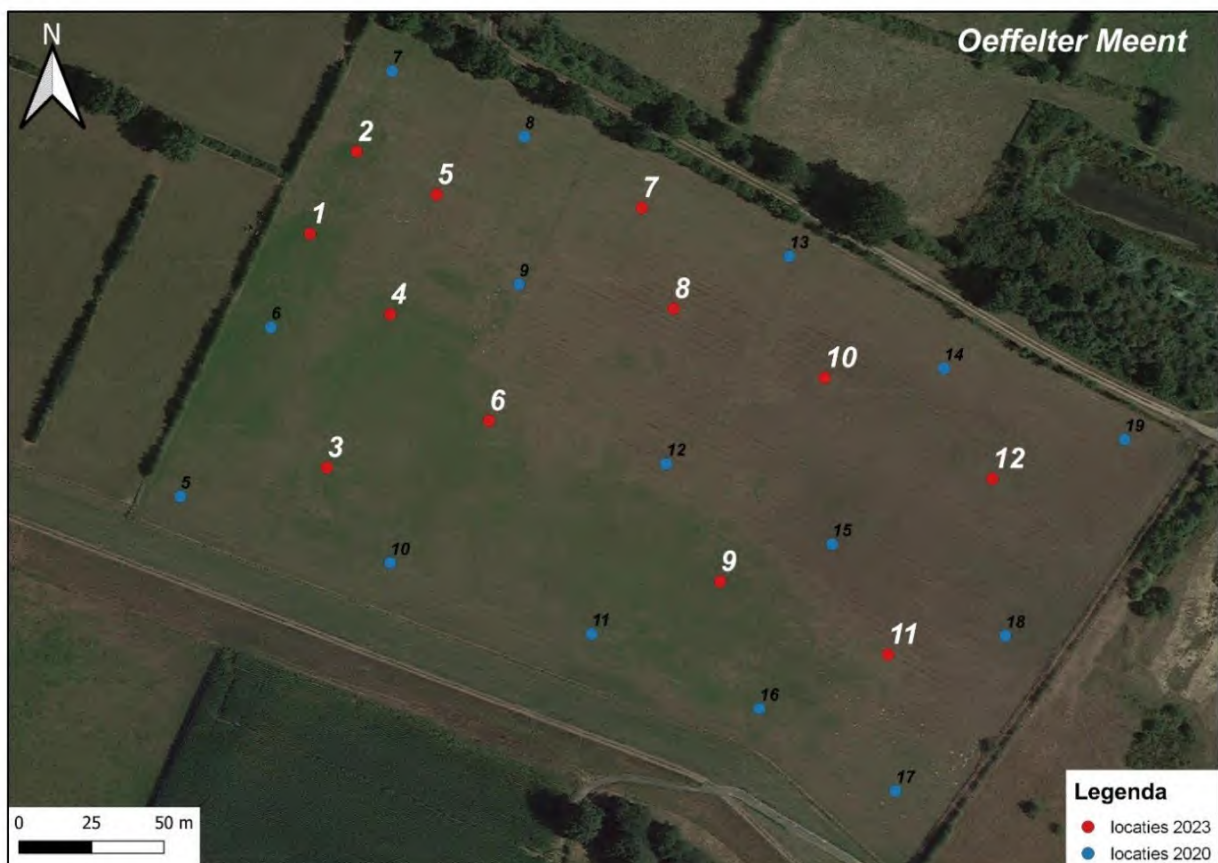
**Figuur 1.** Ligging van het onderzoeksperceel BMR00Z 3699 (perceel 1) in de Oeffelter Meent.

## 2 Methode

### 2.1 Onderzoekopzet

Het te onderzoeken graslandperceel (BMR00Z 3699) is gelegen in het Maasheggengebied tussen Sint Agatha en Oeffelt. In het perceel werden op 12 locaties (door opdrachtgever opgesteld) tot op een halve meter diepte bodemprofielen gestoken en beschreven. Tevens zijn bodemonsters genomen op drie dieptes: 0-10, 10-20 en 20-40 cm-mv (rode punten in figuur 2). De volgende bodemanalyses zijn uitgevoerd (conform eerder onderzoek):

- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- Drooggewicht, organisch stofgehalte (gloeiverlies) en bodemdestructie, ter bepaling van de algemene bodemchemie (o.a. totaal-P, -Ca, -Fe, -Al, -Mg, -S);
- Zoutextractie voor de mate van buffering en stikstofbelasting (o.a. pH, uitwisselbaar calcium en aluminium, indicatieve basenverzadiging, label gebonden P, ammonium, nitraat).



**Figuur 2.** Locaties aanvullende bodem monsternamen (rode stippen) voor het graslandperceel in de Oeffelter Meent (geselecteerd door Staatsbosbeheer). De blauwe punten geven de monsterlocaties weer uit het voorgaande onderzoek uit 2020 (Remke & Dorenbosch, 2020).

### 2.2 Chemische analyses bodem

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kon worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60°C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch

stof in de bodem werd via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$ , 65%) en 2 ml waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$  30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES (§2.3).

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie planten-beschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal, 60 ml 0,5 mol l<sup>-1</sup> natriumbicarbonaat ( $\text{NaHCO}_3$ ) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewater bemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES (§2.3).

Met een zoutextractie zijn de zoutuitwisselbare ionen in de bodem bepaald. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse (§2.3). Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse (§2.3).

### 2.3 Elementenanalyse (ICP en auto-analyzers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-OES, ICAP 6300, Thermo Fisher Scientific of, ARCOS MV, Spectro). De concentraties nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride ( $\text{Cl}^-$ ) werd colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium ( $\text{Na}^+$ ) en kalium ( $\text{K}^+$ ) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

### 2.4 Berekening verschrallingsduur

In tabel 1 (§3.3) is de verschrallingsduur voor maaien en afvoeren/uitmijnen weergegeven. Deze verschrallingsduur is berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van een P-afvoer van 10 kg per hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500 µmol Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ((0,5/10) x 100). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ((0,5/5) x 100). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt "overall" dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 3

mmol/l. Voor het berekenen van de totale verschralingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschralingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

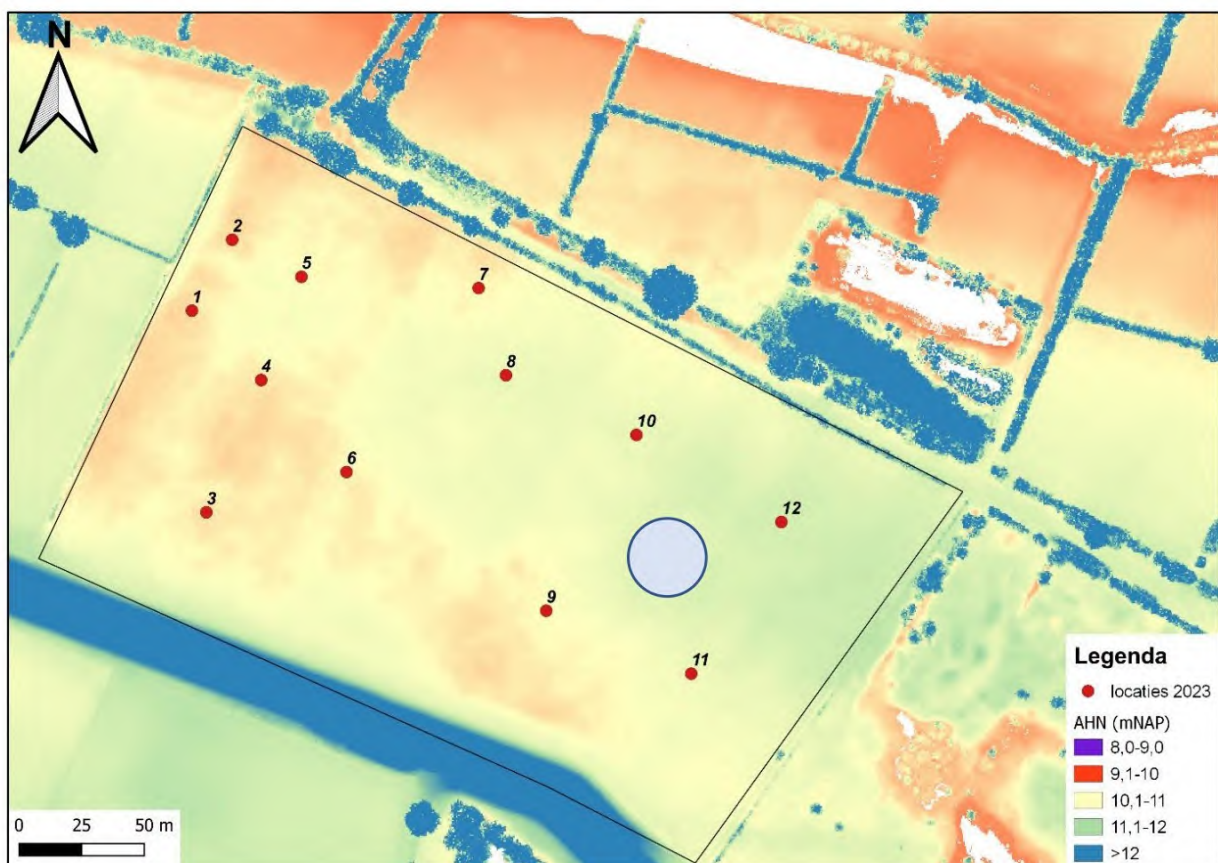
## 2.5 Referentiedata

Uit verschillende projecten in stroomdalgraslanden van Onderzoekcentrum B-WARE zijn goede referentie-gegevens beschikbaar. Bij de Stalberg maar ook in stroomdalgraslanden bij de Zelderse Driessen en Kroonwaard: het organisch stofgehalte ligt tussen de 3-7%, planten beschikbaar fosfor (Olsen-P) schommelt tussen 400 en 800  $\mu\text{mol/ kg}$  droge bodem, totaal fosforconcentraties van 6-9(12) mmol/kg DW en totaal calcium concentraties bij 25-75 mmol/kg DW (Brouwer *et al.*, 2010; Rotthier & Sykora, 2012; Tomassen, 2014; Remke *et al.*, 2018).

### 3 Resultaten

#### 3.1 Bodemprofielen

Een uitgebreide beschrijving van de bodemprofielen (per bodemlaag) inclusief foto's zijn weergegeven in bijlage 1. De bodem op locatie 1-9 betreft een kleiige-zandbodem waar vanaf 30-50 cm grof en fijn, mineraal zand werd aangetroffen. Op deze locaties werden ook ijzerroest patronen aangetroffen in het bodemprofiel, ook al in de toplaag. De bodem op locaties 10-12 is droger en meer zandiger (al vanaf de toplaag). Op locatie 12 werd alleen dieper in het profiel ijzerroest waargenomen ( $> 30$  cm-mv). Deze locaties staan waarschijnlijk minder onder invloed van (lokaal) grondwater. Dit komt waarschijnlijk doordat locatie 10-12 relatief hoger ( $\pm 30$ -50 cm) in het perceel liggen en dicht bij een diepe amfibieënpoel (tussen locaties 9-12; figuur 3) die lokaal grondwater kan onttrekken.



**Figuur 3.** Locaties aanvullende bodem monsternamen (rode stippen) voor het graslandperceel in de Oeffelter Meent op de AHN hoogtekartaat (Esri Nederland). De blauwe cirkel geeft de ligging van de amfibieënpoel weer.

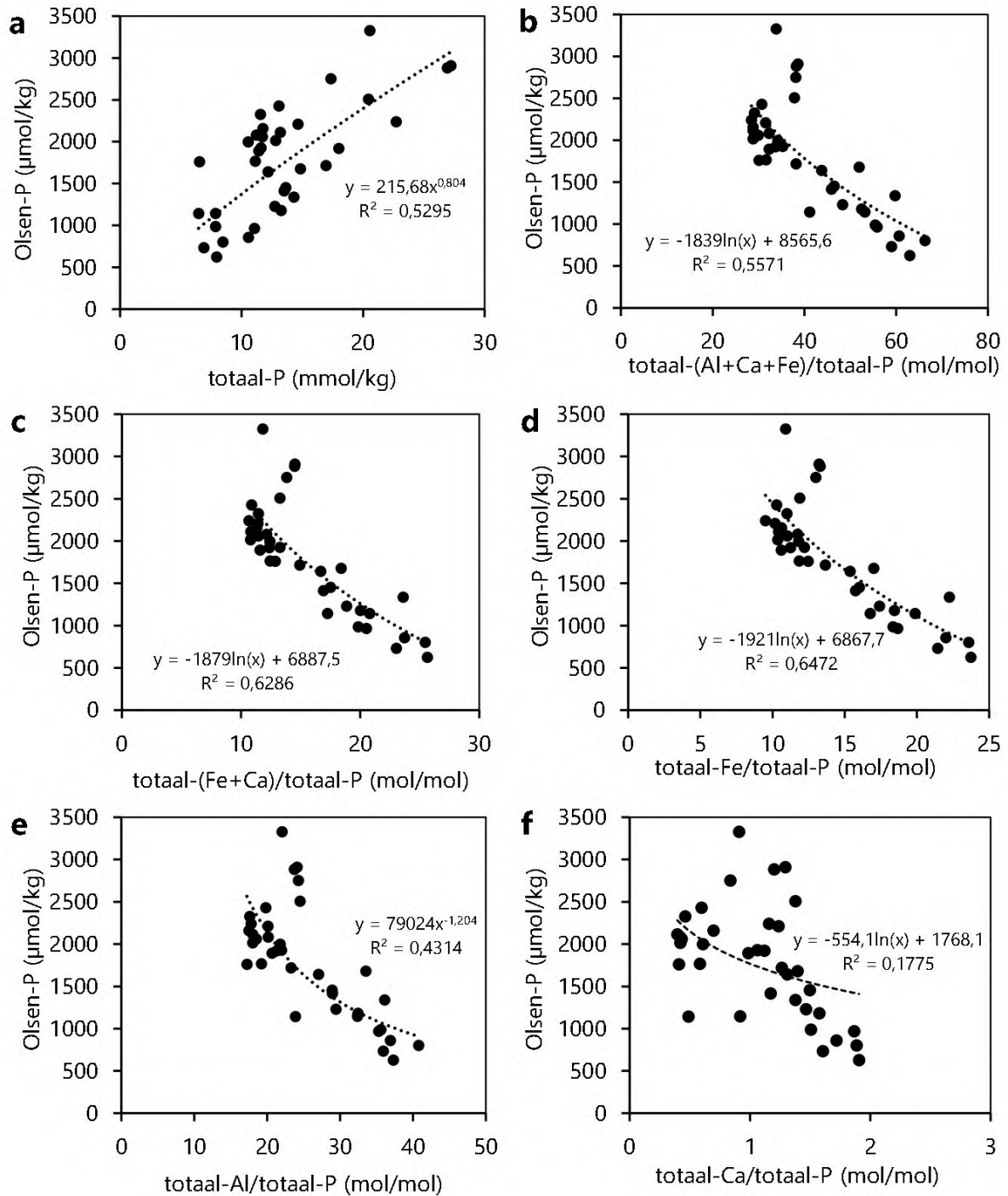
#### 3.2 Bodemchemie

Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P (planten beschikbare fosfaatfractie) en totaal-P (bodem voorraad) concentraties van belang. Van de totaal-P concentratie in de bodem kan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar komen voor planten. In figuur 4 zijn een aantal correlaties tussen Olsen-P en andere bodem chemische parameters weergegeven. De concentratie Olsen-P neemt toe bij een toename van de totale P-voorraad in de bodems in de onderzochte locaties van het graslandperceel ( $R^2=0,5$ ; figuur 4a). De concentratie Olsen-P is niet alleen afhankelijk van de totaal-P concentratie. P kan namelijk zeer effectief worden geïmmobiliseerd door adsorptie aan ijzer(hydr)oxiden en door de vorming van ijzerfosfaat zouten zoals  $Fe_3(PO_4)_2$  (onder anaerobe condities) en  $FePO_4$  onder aerobe condities. Ook calcium kan P-

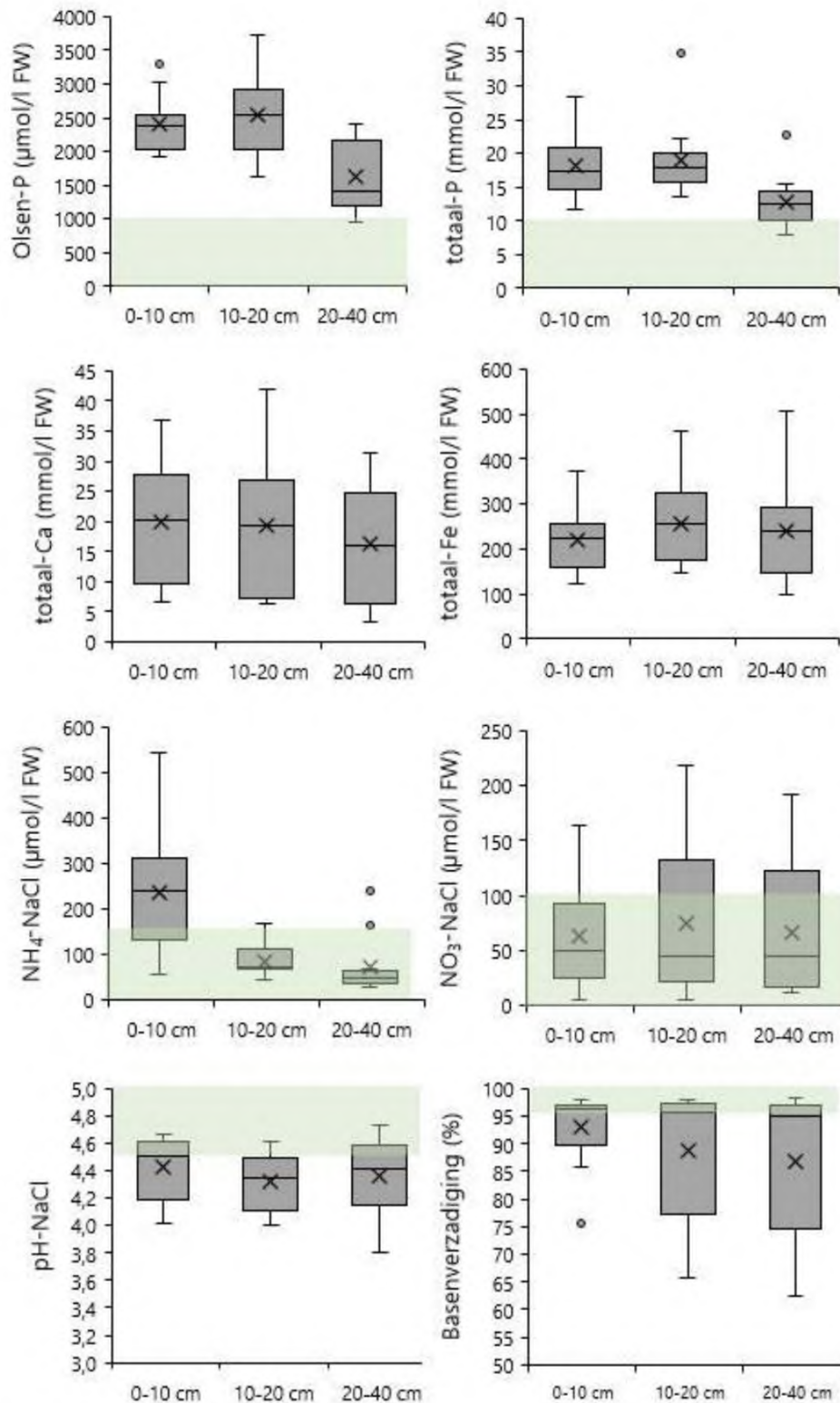
immobiliserend werken waarbij de vorming van relatief slecht oplosbare calciumfosfaat complexen belangrijk zijn. Dit calcium gebonden-P komt slechts zeer langzaam vrij door verweringsprocessen. Ook klei-/leemdeeltjes (de totaal-aluminiumconcentratie is indicatief voor het lutumpercentage) zijn een sterke P-binder. De calcium-, ijzer en aluminiumconcentraties beïnvloeden de beschikbaarheid van P dus sterk. Op plaatsen waar de bodem rijk is aan ijzer, calcium en/of aluminium ten opzichte van totaal-P, is de P-beschikbaarheid voor planten lager ( $R^2 > 0,5$ ; figuur 4b-e). In het huidige onderzoeksgebied werden voornamelijk sterke correlaties gevonden tussen Olsen-P en de totaal-Fe+Ca en totaal-Fe/P concentraties (figuur 4c-d), maar in mindere mate tussen Olsen-P en de totaal-Ca/P ( $R^2 < 0,2$ ; figuur 4f). Dat wil zeggen dat vooral ijzer in sterke mate bepalend is voor de vastlegging van fosfaat.

In figuur 5 is voor een aantal bodem chemische parameters de gemiddelde beschikbaarheid weergegeven per bemonsterde bodemlaag, gebaseerd op de 12 onderzochte locaties in het grasland. Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume, en niet in een bepaalde bodemmassa, worden deze concentraties (gehalten) uitgedrukt per liter verse bodem (FW). De referentiewaardes afkomstig van vier locaties in bestaande stroomdalgraslanden in de buurt van het onderzochte perceel zijn weergegeven in groene vlakken (Remke & Dorenbosch, 2020). Daarnaast wordt er een vergelijk gegeven met de locaties die in hetzelfde perceel zijn onderzocht uit 2020 (blauwe punten in figuur 2) (Remke & Dorenbosch, 2020).

Over het algemeen zijn de onderzochte bodems rijk aan fosfor (Olsen-P mediane waarde: 1400-2500  $\mu\text{mol/l}$ ; totaal-P mediane waarde  $> 10 \mu\text{mol/l}$ ), maar beide parameters nemen af in de diepere bodemlaag (20-40 cm). Desondanks vallen deze waardes van de diepere laag niet in de range van de referentiewaardes (figuur 5). De Olsen-P concentraties zijn daarnaast hoger vergeleken met de onderzochte locaties in het perceel die zijn onderzocht in 2020 (Olsen-P mediane waarde: 1500-2000  $\mu\text{mol/l}$ ) terwijl de totaal-P waardes vergelijkbaar zijn (Remke & Dorenbosch, 2020). De totaal-Fe (gemiddelde 219-257  $\mu\text{mol/l}$ ) en totaal-Ca (gemiddelde 16-20  $\mu\text{mol/l}$ ) concentraties verschillen niet veel tussen de drie bodemlagen (figuur 5). De bodems zijn daarmee dus kalkarm en de relatief hoge concentratie Olsen-P kan dan ook verklaard worden door het lage calciumgehalte: het is bekend dat een lage pH het oplossen van Ca-P verbindingen stimuleert. Zowel de gemiddelde als de mediane  $\text{NO}_3\text{-z}$  concentraties van alle drie de bodemlagen vallen binnen de referentiedata en zijn vergelijkbaar met de onderzochte locaties uit 2020 (mediane waarde tussen 50-100  $\mu\text{mol/l}$ ). De  $\text{NH}_4\text{-z}$  is vooral hoog in de bodem toplaag (gemiddeld  $> 200 \mu\text{mol/l}$ ) vergeleken met de andere twee diepere lagen (gemiddeld  $> 100 \mu\text{mol/l}$ ). De  $\text{NH}_4\text{-z}$  concentraties in de toplaag zijn ook hoger zijn vergeleken met de referentiedata (figuur 5) en met de onderzochte locaties uit 2020 ( $\sim 75 \mu\text{mol/l}$ ). In de toplaag is het organisch stofgehalte van de bodem doorgaans ook hoger ( $> 4\%$ ) dan de diepere lagen. Zowel de pH (gemiddeld 4,4) als de basenverzadiging (gemiddeld 87-93%) van de drie bodemlagen vallen grotendeels buiten de range van de referentiedata (figuur 5), maar zijn wel vergelijkbaar met de locaties onderzocht in 2020. Vooral de basenverzadiging in de twee diepere bodemlagen varieert meer in de lagere range (60-96%).



**Figuur 4.** Correlaties tussen enkele relevante bodem chemische variabelen met de Olsen-P concentratie in de bodems (uitgedrukt in drooggewicht) in het graslandperceel van de Oeffelter Meent.



**Figuur 5.** Boxplots van enkele belangrijke parameters in de onderzochte bodems van het graslandperceel in de Oeffelter Meent. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de drie verschillende dieptes (0-10; 10-20; 20-40 cm-mv) van de 12 locaties. De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10<sup>e</sup> en 90<sup>e</sup> percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde en het kruisje de gemiddelde waarde van de metingen weer. Binnen de groene range vallen de referentiewaarden van bestaande stroomdalgraslanden in de buurt van het onderzochte perceel (Remke & Dorenbosch, 2020).

### 3.3 Kansen natuurontwikkeling

Hieronder worden op basis van het bodemtype en bodemchemie de kansen voor de ontwikkeling van stroomdalgraslanden weergegeven (tabel 1) en wordt gekeken welke maatregelen noodzakelijk zijn voor deze ontwikkeling (maaien/afvoeren, uitmijnen). Het is aan de opdrachtgever om uiteindelijk te kiezen welke maatregelen passen binnen het op te stellen inrichtingsplan. De kansen worden sterk bepaald door fosforbeschikbaarheid in de bodem. Deze kan uitgedrukt worden in de Olsen-P (plant beschikbaar P), totaal-P (P-t = voorraad bodem), en P-z (P-zoutextract = labiel-P) concentraties in de bodem. Deze concentraties zijn per locatie en per diepte weergegeven in tabel 1. Een vergelijking is gemaakt met de bemonstering uit 2020 van andere locaties in hetzelfde perceel (Remke & Dorenbosch, 2020; data in bijlage 3). Over het algemeen is de bodem op locaties 1-7 meer kleiiger/lemiger waardoor ook de totaal-Fe (> 200 mmol/l) en totaal-Ca (> 20 mmol/l) gehalten daar hoger zijn dan de meer zandigere plekken op locaties 10-12 (totaal-Fe <200 mmol/l; totaal-Ca <20 mmol/l). De bodems van locatie 8-12 zijn daarnaast ook minder sterk gebufferd, wat te zien valt aan de basenverzadiging en pH-z die doorgaans lager zijn dan op locatie 1-7 (tabel 1).

De bodemchemie is vergelijkbaar op de **locaties 1, 2, 4, 5, 6** (noordwest hoek perceel; kleiig-zand) en **9**. De Olsen-P concentratie is in de diepste bodemlaag (>20 cm) aanzienlijk lager dan de twee bovenliggende lagen, maar de concentraties blijven wel hoger dan 1000 µmol/l (met uitzondering van locatie 5). De verschrallingsduur door middel van maaien en afvoeren neemt hierdoor wel af met de diepte, uitgaande van een streefwaarde M8 (800 µmol/l). Via uitmijnen zou de streefwaarde van 800 µmol Olsen-P/l sneller bereikt worden (<15 jaar; bijlage 2). Op deze locaties is de NH<sub>4</sub>-z concentratie steeds het hoogste in de bovenste 10 cm bodem (>700 µmol). De buffering (BV >96%) en het calciumgehalte (Ca-t >20 mmol) van de drie dieptes zijn op deze locaties nagenoeg vergelijkbaar. Deze locaties komen overeen met monsterlocaties in de buurt uit het onderzoek uit 2020, die ook relatief P-rijk waren en de verschrallingsduur >30 jaar was om onder de 1000 µmol Olsen-P/l te komen. **Locatie 3** (meer naar het zuiden) wijkt af en bevat in de bovenste 20 cm van de bodem relatief veel fosfor (Olsen-P > 3000 µmol; P-t =20 mmol/l). Vanaf 20 cm-mv is de Olsen-P lager, maar nog steeds te hoog voor de ontwikkeling van stroomdalgraslanden. Tevens neemt de buffering af met de diepte (basenverzadiging < 85%). Met maaien en afvoeren duurt het relatief lang om te komen tot de Olsen-P streefwaarde van 1200 µmol (27 jaar) en 800 µmol (45 jaar; deze neemt nauwelijks af met de diepte). Met uitmijnen is deze periode aanzienlijk korter (<12 jaar). Deze locatie is dan ook P-rijker dan de omliggende punten onderzocht in 2020 (waar op 20 cm bodem Olsen-P concentraties van < 700 µmol gemeten werden). Dit laat zien dat er op kleine afstand in het perceel al relatief grote verschillen in bodemchemie voorkomen. **Locatie 7** is ook sterk verrijkt met zowel fosfor als stikstof, en deze concentraties nemen nauwelijks af in de diepere bodemlagen (Olsen-P > 2000 µmol; NH<sub>4</sub>-z > 1000 µmol). De verschrallingsduur via maaien en afvoeren is hier dan ook doorgaans lang, ook op basis van diepere bodemlagen (>50 jaar). Via uitmijnen kunnen op kortere termijn schralere condities gecreëerd worden (<25 jaar).

**Locatie 8, 10, 11, 12** (noordoostkant) liggen het hoger (> 10 mNAP), zijn meer zandiger en bevatten ook minder calcium (<15 mmol/l) en ijzer (< 200 mmol/l) vergeleken met de andere locaties. Op **locatie 8** is de fosforbeschikbaarheid op 10-20 cm hoger dan in de toplaag zelf (0-10 cm), maar nemen de Olsen-P, totaal-P en de stikstofbeschikbaarheid in de bodem sterk af in de diepst onderzochte laag (> 20 cm-mv) waardoor het verschrallingstermijn voor maaien en afvoeren ook afneemt. De buffering (basenverzadiging <70%; totaal-Ca <5 mmol/l) in de bodemlaag vanaf 20 cm is echter ook lager vergeleken met de toplagen. Voor de **locaties 10-12** neemt de fosforbeschikbaarheid in de bodem niet of nauwelijks af met de diepte (Olsen-P > 2000 µmol; totaal-P >10 mmol/l), maar de stikstofbeschikbaarheid neemt wel sterk af (NH<sub>4</sub>-z >170 µmol). Daarnaast neemt ook buffercapaciteit van de bodem ook af sterk af vanaf 20 cm-mv (basenverzadiging < 81%; pH-z <4,3; totaal-Ca < 10 mmol/l). Op deze locaties kan op relatief korte termijn op basis van de toplaag schralere condities gecreëerd worden via maaien en afvoeren (<35 jaar) of uitmijnen (<10 jaar). Deze locaties komen overeen met de bevindingen van de onderzocht locaties in 2020 in deze hoek van het perceel.

**Tabel 1.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) per locatie. OS = organisch stofpercentage (%); Ols-P = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); -t = totale concentratie ( $\text{mmol/l}$ ), -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ), BV = indicatieve basenverzadiging, M3/M5/M8/M12 en U3/U5/U8/U12 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren (M) of uitmijnen (U) tot een streefconcentratie van 300, 500, 800 en 1200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem.

locatie	diepte	bodem	% OS	$\mu\text{mol/l}$ Olsen-P	$\text{mmol/l}$ P-t	$\text{mmol/l}$ Al-t	$\text{mmol/l}$ Ca-t	$\text{mmol/l}$ Fe-t	$\text{mmol/l}$ K-t	$\text{mmol/l}$ Mg-t	$\mu\text{mol/l}$ Al-z	$\mu\text{mol/l}$ Ca-z	$\text{mol/mol}$ Al/Ca	$\mu\text{mol/l}$ K-z	$\mu\text{mol/l}$ Mg-z	pH-z	% BV	$\mu\text{mol/l}$ P-z	$\mu\text{mol/l}$ NO3-z	$\mu\text{mol/l}$ NH4-z	M3	M5	M8	M12	U3	U5	U8	U12
1	0-10 cm	kleiig-zand	8,5	2352	24	424	28	227	24	82	371	67124	0,01	1435	24690	4,5	97	14	526	1092	65	59	49	37	16	15	12	9
	10-20 cm	kleiig-zand	5,4	2376	22	475	25	251	27	84	696	72687	0,01	682	21349	4,5	98	13	1033	355	60	55	46	34	15	14	12	9
	20-40 cm	kleiig-zand	3,9	1352	15	545	29	288	29	100	627	80794	0,01	756	15760	4,6	98	2	973	242	75	61	39	11	19	15	10	3
2	0-10 cm	kleiig-zand	8,0	1918	19	440	24	259	24	86	701	67110	0,01	1006	24655	4,6	97	8	769	1458	50	44	34	22	12	11	9	6
	10-20 cm	kleiig-zand	4,9	1715	18	523	26	309	30	96	1538	76656	0,02	779	21361	4,5	96	6	546	367	46	39	30	17	11	10	7	4
	20-40 cm	kleiig-zand	4,4	1192	15	542	25	323	31	98	1526	78801	0,02	837	17440	4,5	96	6	699	346	69	53	30	0	17	13	8	0
3	0-10 cm	kleiig-zand	8,3	3307	20	450	19	223	25	67	1086	41063	0,03	1048	14597	4,2	94	17	147	1282	54	54	48	41	14	14	12	10
	10-20 cm	kleiig-zand	5,8	3222	20	494	17	264	25	75	1972	41891	0,05	797	12748	4,3	92	14	88	771	54	54	48	40	14	13	12	10
	20-40 cm	grof zand	2,3	1838	13	409	12	251	19	68	4613	40247	0,11	1540	10782	4,2	82	5	88	929	60	57	45	27	15	14	11	7
4	0-10 cm	kleiig-zand	9,4	2567	21	513	29	249	28	80	555	68346	0,01	1019	23826	4,5	97	19	422	1139	56	53	45	35	14	13	11	9
	10-20 cm	kleiig-zand	5,4	2210	20	656	27	332	33	99	729	74029	0,01	731	23005	4,1	97	5	732	358	52	47	39	28	13	12	10	7
	20-40 cm	zand	3,1	1184	12	509	24	295	23	81	663	61809	0,01	926	14347	4,7	97	2	732	284	58	45	25	0	15	11	6	0
5	0-10 cm	kleiig-zand	6,0	1989	19	540	28	299	30	90	527	81549	0,01	1126	27548	4,6	98	10	187	737	49	44	35	23	12	11	9	6
	10-20 cm	kleiig-zand	5,0	1623	18	592	29	336	33	97	612	81391	0,01	950	22718	4,5	98	9	135	349	46	39	29	15	12	10	9	7
	20-40 cm	zand	2,1	954	12	452	23	288	23	78	482	62699	0,01	1116	14111	4,7	98	6	146	211	52	36	12	0	13	9	3	0
6	0-10 cm	kleiig-zand	5,0	2121	16	426	21	242	20	71	915	66404	0,01	1138	20066	4,6	97	14	220	694	40	38	31	21	10	9	8	5
	10-20 cm	kleiig-zand	4,4	1955	19	540	22	294	26	84	1464	58191	0,03	965	12713	4,4	95	6	417	342	49	43	34	22	12	11	9	6
	20-40 cm	zand	2,2	1153	11	390	17	233	18	66	1193	62760	0,02	1127	11360	4,2	95	7	398	315	49	38	21	0	12	10	5	0
7	0-10 cm	kleiig-zand	9,6	3028	28	683	37	375	39	109	496	76791	0,01	1133	31689	4,7	97	30	383	2418	79	74	65	53	20	18	16	13
	10-20 cm	kleiig-zand	7,8	3723	35	825	42	462	46	131	1117	109950	0,01	1008	35526	4,5	98	32	226	249	99	94	85	74	25	24	21	18
	20-40 cm	kleiig-zand	4,3	2124	23	820	31	505	42	130	1719	102317	0,02	1764	26533	4,5	96	25	345	1333	122	109	88	62	30	27	22	15
8	0-10 cm	kleiig-zand	4,3	2282	14	276	8	170	15	47	1418	21609	0,07	2478	10631	4,2	88	58	97	1489	36	35	29	21	9	9	7	5
	10-20 cm	fijn zand	2,6	2892	16	314	7	183	17	50	4146	13759	0,30	1717	3561	4,2	69	27	200	355	39	39	35	29	10	10	9	7
	20-40 cm	fijn zand	0,9	1490	8	201	4	141	10	38	2163	7705	0,28	1866	1698	4,4	68	20	103	138	34	34	24	10	8	8	6	3
9	0-10 cm	kleiig-zand	6,5	2424	16	323	20	163	18	56	498	38730	0,01	1422	12962	4,6	96	12	430	774	41	40	34	25	10	10	8	6
	10-20 cm	kleiig-zand	3,7	2411	15	319	15	177	15	54	655	36060	0,02	805	9285	4,6	96	9	692	542	36	36	30	23	9	9	8	6
	20-40 cm	kleiig-zand	3,2	1226	10	347	15	179	17	56	961	36468	0,03	863	5308	4,6	95	4	383	219	42	36	21	1	11	9	5	0
10	0-10 cm	zavelig-zand	4,7	2396	13	228	9	139	15	42	1310	16024	0,08	1867	7589	4,2	85	67	240	1021	31	31	27	20	8	8	7	5
	10-20 cm	licht org. zand	3,3	2722	14	238	6	149	14	41	2548	9844	0,26	1916	4159	4,1	72	39	131	495	33	33	30	24	8	8	7	6
	20-40 cm	mineraal zand	1,1	2160	8	138	3	100	9	27	1783	4856	0,37	1104	1507	4,2	57	59	46	122	31	31	31	22	8	8	8	6
11	0-10 cm	zavelig-zand	6,2	1923	12	240	11	123	13	40	487	24698	0,02	805	11769	4,5	95	14	16	372	27	27	21	14	7	7	5	3
	10-20 cm	zavelig-zand	3,4	2934	16	313	9	163	17	50	1618	19498	0,08	772	7668	4,2	87	15	19	176	40	40	36	29	10	10	9	7
	20-40 cm	zavelig-zand	2,6	2363	12	272	8	147	13	44	2137	16243	0,13	997	3465	4,2	81	16	67	111	59	59	52	38	15	15	13	10
12	0-10 cm	zavelig-zand	4,2	2432	15	278	7	160	16	43	2944	13171	0,22	878	4903	4,0	74	30	19	229	39	38	32	24	10	10	8	6
	10-20 cm	zavelig-zand	3,0	2680	17	301	7	174	18	46	4669	12449	0,38	1051	3932	4,0	64	20	55	299	43	43	37	29	11	11	9	7
	20-40 cm	grof zand	2,5	2404	14	252	6	151	14	38	3900	10385	0,38	565	2063	3,8	58	26	41	168	67	67	57	43	17	17	14	11

**Legenda**

Olsen-P	<span style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">&gt; 1500 <math>\mu\text{mol/l}</math></span>	
	<span style="background-color: orange; padding: 2px;">1000-1500 <math>\mu\text{mol/l}</math></span>	
	<span style="background-color: yellow; padding: 2px;">&lt; 1000 <math>\mu\text{mol/l}</math></span>	
Maaien en afvoeren	<span style="background-color: lightgreen; padding: 2px;">&lt; 10 jaar</span>	kansrijk verschralling
	<span style="background-color: yellow; padding: 2px;">11-40 jaar</span>	matig kansrijk verschralling
	<span style="background-color: orange; padding: 2px;">41-80 jaar</span>	kansrijk via uitmijnen
	<span style="background-color: red; padding: 2px;">&gt; 80 jaar</span>	beperkt kansrijk verschralling

## 4 Synthese

Uit de resultaten bleek dat er in het graslandperceel geen delen zijn die nu al geschikt zijn voor ontwikkeling van vegetaties kenmerkend voor stroomdalgraslanden of die via een korte duur van maaien en afvoeren voldoende snel verschraald kunnen worden. Hierdoor blijkt (ondiep) ontgronden noodzakelijk. Aan de hand van de bodemchemie zijn de verschillende delen van het perceel in vier categorieën ingedeeld met bijbehorende maatregelen (figuur 6), uitgaande van een Olsen-P streefwaarde van 800  $\mu\text{mol/l}$  voor stroomdalgraslanden (streefwaarde M8 in tabel 1). Hierbij zijn de onderzochte locaties uit 2020 ook opgenomen (zie data in bijlage 3):

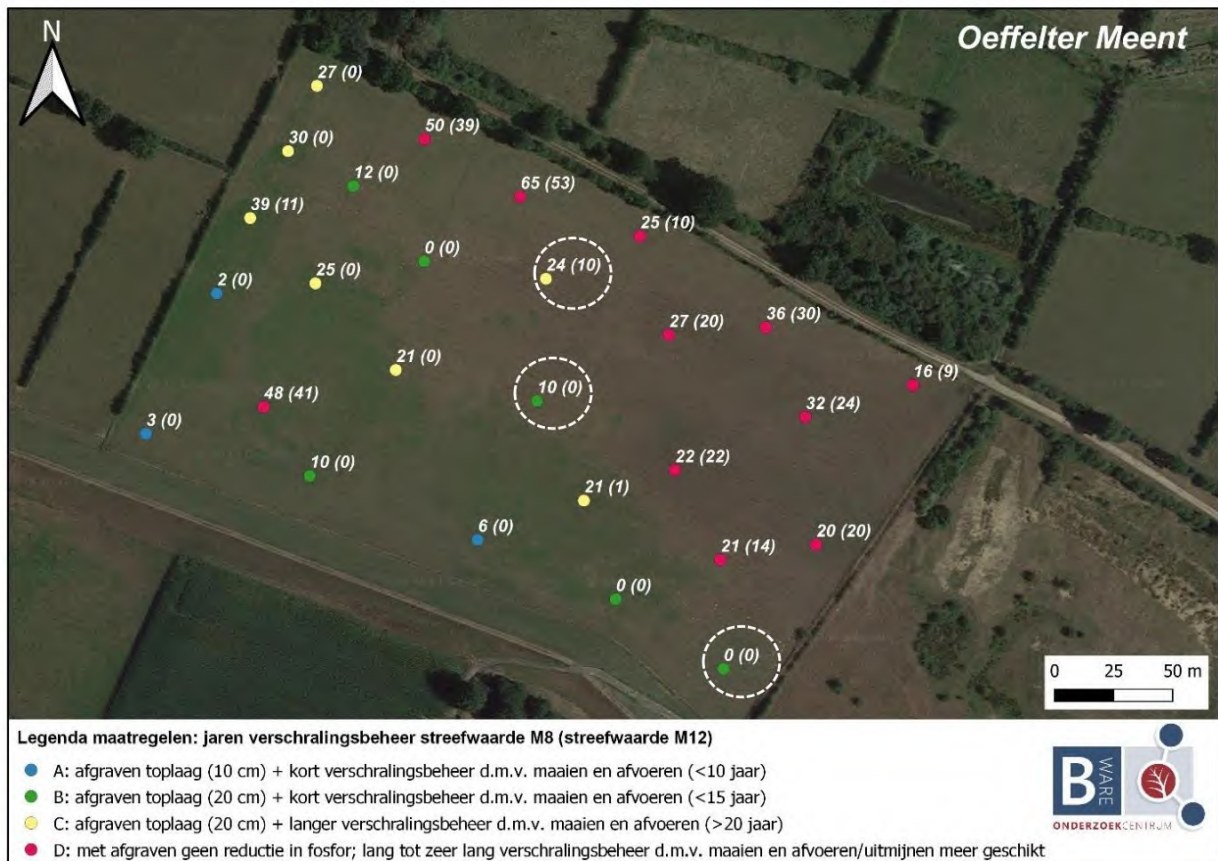
- Er zijn delen in het perceel waarbij met het afgraven van 10 cm (**categorie A** blauw) of 20 cm (**categorie B** groen) bodem in combinatie met relatief kort (< 20 jaar) verschralingsbeheer door middel van maaien en afvoeren geschikte bodemcondities ontstaan voor stroomdalgraslanden.
- Er zijn delen in het perceel waarbij met het afgraven van 20 cm bodem in combinatie met relatief langer (20-40 jaar) verschralingsbeheer door middel van maaien en afvoeren geschikte bodemcondities ontstaan voor stroomdalgraslanden (**categorie C** geel).
- Er zijn delen in het perceel waarbij het afgraven van de bodem niet leidt tot een significante reductie van de verschralingsduur of waar de fosfor beschikbaarheid (Olsen-P of totaal-P) juist toenemen met de diepte (**categorie D** rood). Hier heeft ontgronden dus geen enkele meerwaarde en kunnen via maaien en afvoeren (doorgaans >20 jaar) meer schralere condities gecreëerd worden. Het verschralen kan hier eventueel versneld worden door middel van uitmijnen (bijlage 2). Uitmijnen is vooral kansrijk voor locaties waar de verschralingsduur via maaien en afvoeren lang is (> 40 jaar). Deze delen van het perceel betreffen voornamelijk de iets hoger gelegen delen in de noordrand en noordoost hoek van het perceel, wat potentieel wel goede locaties zijn voor de ontwikkeling van stroomdalgraslanden (minder invloed grondwater, zandige bodem).

Met het afgraven van enkele locaties zakt de pH en buffering in de bodem (basenverzadiging < 85%, pH-z < 4,2, tot-Ca < 10 mmol/l), deze locaties zijn in figuur 6 omcirkeld. Omdat de pH en buffering door calcium en magnesium ook belangrijke factoren zijn voor de ontwikkeling van stroomdalgraslanden (Rotthier & Sykora, 2012), zou ervoor gekozen kunnen worden om deze delen éénmalig licht te bekalken na het afgraven (1 ton/ha Dolocal). Daarnaast wordt aanbevolen om zaad en bodem (kleinschalige plaggen) uit de aangrenzende stroomdalgraslanden te winnen om de kale zandbodem te enten en zo het herstel te versnellen. Indien dit onmogelijk is zou met een passend inheems graslandmengsel ingezaaid kunnen worden.

De rijkere delen van het perceel zouden ook ontwikkeld kunnen worden tot kamgrasweiden (begaas) of glanshaverhooilanden (gehooid), omdat deze typen als meer mesotroof gekarakteriseerd worden (ca. 500-1200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l; Remke *et al.*, 2020). Vlinders profiteren van de rijkere vegetatie (nectar en hoger aantal bloemhoofdjes) en rijker plantenmateriaal (rupsen). Door de hogere streefwaarde voor planten beschikbaar fosfor van glanshaverhooilanden hoeft minder lang verschraald te worden. Voor kamgrasweiden gelden waarschijnlijk dezelfde streefwaarden als voor glanshaverhooilanden. In figuur 6 wordt de verschralingsduur om tot deze meer mesotrofe vegetatietypen te komen tussen haakjes weergegeven (streefwaarde M12 in tabel 1), na eventueel ontgronden.

De delen die het rijkst zijn en waar een relatief lang verschralingsbeheer (> 50 jaar) nodig is om tot streefwaardes te komen voor stroomdalgraslanden, of voor mesotrofe vegetatietypen (aantal rode punten in figuur 6), kan ook gekozen worden om schoon zand op te brengen. Hierbij is een minimale dikte van 40-50 cm nutriëntenarm zand bovenop de verrijkte grond nodig. Dit kan tevens gunstig zijn voor stroomdalgraslanden, omdat deze alleen op hogere, droge koppen die (bijna) niet meer met het grondwater in contact komen ontwikkeld kunnen worden. Door het verhogen van het reliëf kan de afstand tot het grondwater verhoogd worden als ook de overstromingsfrequentie met water van de Maas verlaagd worden. Deze hoger liggende gronden kunnen dan ook door droogte gelimiteerd worden en niet alleen door lage nutriëntenconcentraties. De floristisch goed ontwikkelde

stroomdalgraslanden langs de Maas (Stalberg) lagen allemaal boven de hoogwaterstanden met een open, lage vegetatie met specialisten en zeldzame planten (Remke *et al.*, 2018). Het verhogen van enkele delen kan tevens zorgen voor meer reliëf in het nu grotendeels vlakke perceel. Om meer reliëf in het terrein aan te brengen zouden andere locaties ook nog dieper afgegraven kunnen worden. Hiermee kunnen natte laagtes (o.a. poeltjes) aangelegd worden en komt er nutriëntenarm zand vrij die bovenop op rijkere stukken gelegd kan worden.



**Figuur 6.** Overzichtskaart met maatregelen om geschikte bodemcondities te creëren voor de ontwikkeling van schrale vegetatietypes (stroomdalgraslanden, streefwaarde M8 in tabel 1). Hierin zijn ook de onderzochte locaties uit 2020 opgenomen (Remke & Dorenbosch, 2020). De getallen geven de berekende verschrallingsduur (jaren) weer via maaien en afvoeren gebaseerd op bodemchemie van de verschillende locaties, na eventueel ontgronden. De getallen tussen haakjes geven de berekende verschrallingsduur (jaren) weer via maaien en afvoeren gebaseerd op de Olsen-P streefwaarde van 1200  $\mu\text{mol/l}$  FW (voor meer mesotrofe vegetatietypen), na eventueel ontgronden. Voor de omcirkelde locaties kan eventueel bekalkt (éénmalige gift) worden om de buffering na het afgraven weer omhoog te brengen.

## 5 Literatuur

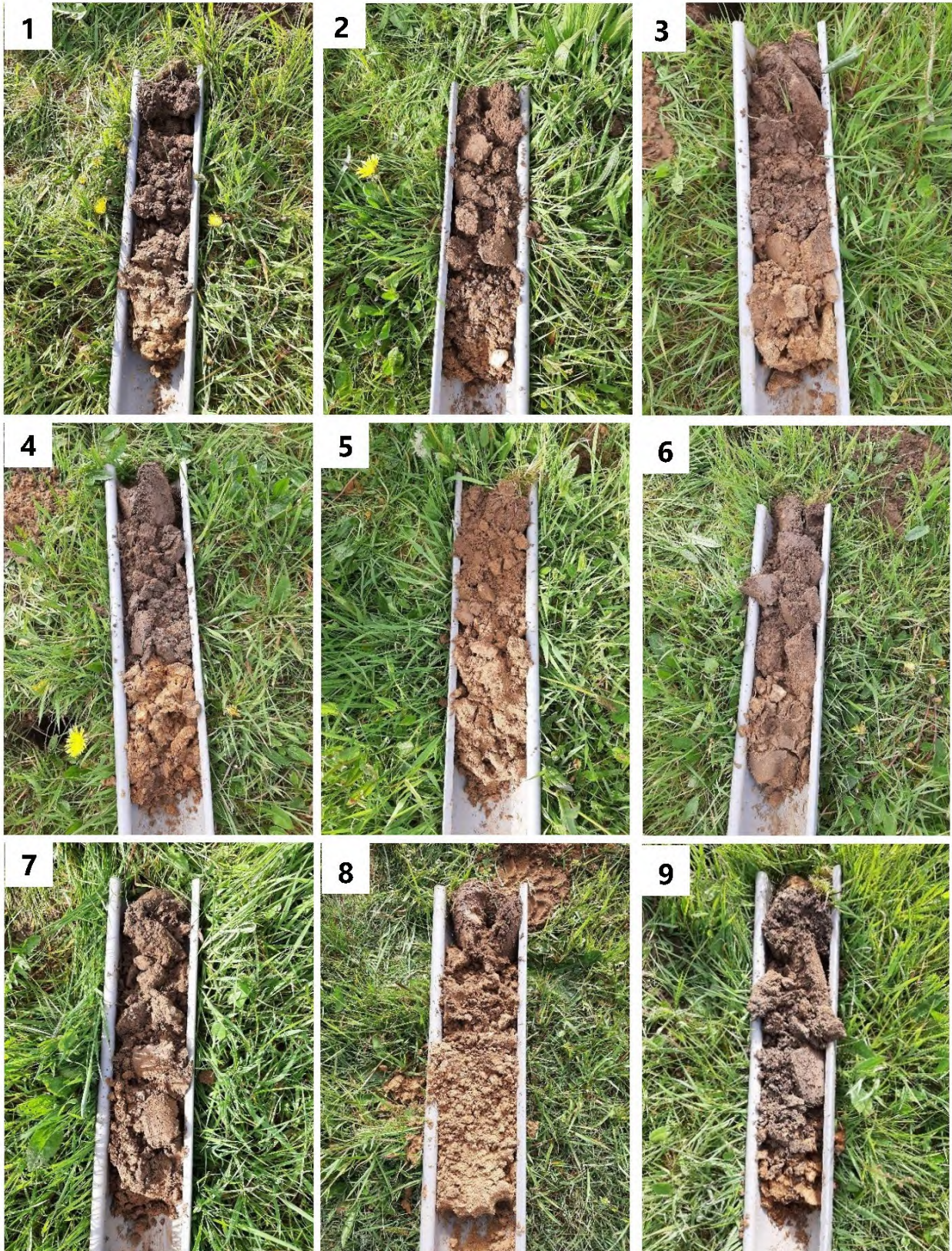
- Brouwer, E., Van Mullekom, M., Poelen, M. (2010). Uitbreiding van stroomdalgraslanden in de Zeldersche Driessen. Nijmegen.
- Chardon, W.J. (2008). Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683: 25 pp.
- Remke, E., Dorenbosch, M. (2020). Ontwikkeling van stroomdalgraslanden en habitat voor de kamsalamander in de Oeffelter Meent – Eindrapport. Rapport Onderzoekcentrum B-WARE, RP-20.009.20.53, Nijmegen.
- Remke, E.S., Poelen, M. Roelofs, J.G.M. (2018) Vooronderzoek voor geschikte plaglocaties stroomdalgraslanden in het Natura 2000 gebied Maasduinen (PAS onderzoek 20). Nijmegen.
- Remke, E. S., Wynhoff, I., Terstegge, A., Delling, L., Boeren, J. (2020) "Grenzgänger – Dunkler Wiesenknopf Ameisenbläuling", Natur in NRW, 1, pp. 1–5.
- Rotthier, S., Šykora, K. (2012). De ecologie van stroomdalgrasland; in het bijzonder de invloed van zandafzetting: resultaten eerste onderzoeksfase. Beschikbaar op: <http://edepot.wur.nl/238972C1>.
- Tomassen, H.B.M. (2014) Potentie voor ontwikkeling stroomdalgrasland in de Koornwaard. Nijmegen.

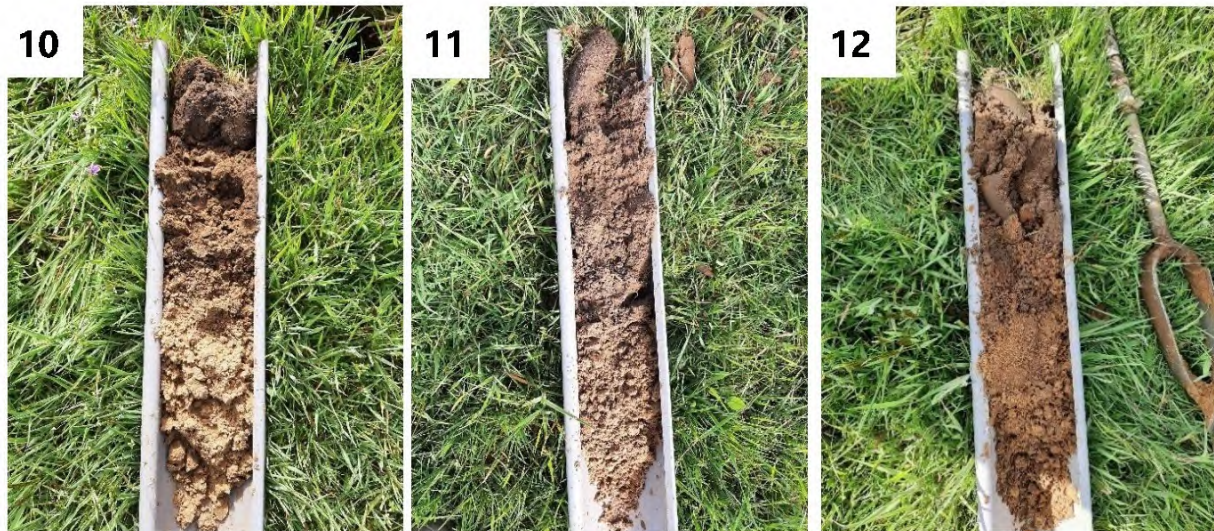
## 6 Bijlagen

- **Bijlage 1.** Bodemprofielen
- **Bijlage 2.** Verschralingsmaatregelen
- **Bijlage 3.** Data onderzoek 2020 (Remke & Dorenbosch, 2020)

**Bijlage 1** bodemprofielen

Foto's bodemprofielen tot 50 cm-mv (zie locaties in figuur 2; rode punten).





**Tabel 6.1.** Beschrijving bodemprofielen (bv=bouwvoor; diepte in cm-maaiveld)

LOCATIE	LATITUDE	LONGITUDE	DIEPTE	OMSCHRIJVING
1	51.71088	5.93202	0-40 cm	bv, kleiig-zand, ijzerroest
			>40 cm	grof zand, kiezels
2	51.71113	5.93226	0-40 cm	bv, kleiig-zand, ijzerroest
			>40 cm	grof zand, kiezels
3	51.71016	5.93211	0-30 cm	bv, kleiig, ijzerroest, grindlagen (vanaf 20 cm)
			30-50 cm	grof zand, ijzerroest
4	51.71063	5.93242	0-30 cm	bv, kleiig
			30-50 cm	zand, geen kiezels, ijzerroest
5	51.71100	5.93266	0-30 cm	bv, kleiig/zandig
			30-50 cm	zand, geen kiezels
6	51.71030	5.93292	0-30 cm	bv, kleiig zand, ijzerroest
			30-50 cm	zand, kiezels
7	51.71096	5.93368	0-45 cm	bv, kleiig zand
			45-50 cm	zandig
8	51.71065	5.93384	0-10 cm	bv, kleiig-zand
			10-50 cm	fijner zand
9	51.70981	5.93407	0-40 cm	bv, kleiig-zand, ijzerroest
			40-50 cm	zand, kiezels, ijzerroest
10	51.71043	5.93459	0-20 cm	licht organisch zand, kiezels
			20-40 cm	mineraal zand, kleine stenen
11	51.70958	5.93491	0-40 cm	bv, licht zavelig
			40-50 cm	zandig, geen ijzerroest
12	51.71012	5.93543	0-30 cm	bv, zavel, organisch zandig
			30-50 cm	grof zand, kiezels, ijzerroest

## Bijlage 2 verschrallingsmaatregelen

Verschralling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

### Extensieve begrazing

Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders *et al.*, 2006; Lamers *et al.*, 2009).

### Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders *et al.*, 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Smolders *et al.*, 2006; Lamers *et al.*, 2005).

### Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschralling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maai-beheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschrallingsniveau is bereikt (van Mullekom *et al.*, 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.

### Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders *et al.*, 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders *et al.*, 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgroning kan een snelle verschralling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom *et al.*, 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verandert t.o.v. natuurlijke situaties (zie o.a. Tsiafouli *et al.*, 2015; Bobbink *et al.*, 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig, zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn.

### Aanvullende (beheer)maatregelen

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschrallingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel

open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschraving van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom *et al.*, 2009; 2013). Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink *et al.*, 2016). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska *et al.*, 2007).

### Literatuur

- Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.
- Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* 140: 318- 328.
- Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H2O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitruising bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110 (1): 43-46.
- Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.
- Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.
- Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 1: 12-15.
- Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.

## **Bijlage 3** data onderzoek 2020 (Remke & Dorenbosch, 2020)

Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in het onderzoeksgebied (graslandperceel en referentie stroomdalgrasland). OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; Ols-P = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); -t = totale concentratie (mmol/l), M800 = berekende verschrallingsduur (jaren) per bodemlaag via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 800  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem, M1200= berekende verschrallingsduur (jaren) per bodemlaag via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 1200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem, U800 = berekende verschrallingsduur (jaren) per bodemlaag via uitmijnen tot een streefconcentratie van 800  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem, U1200 = berekende verschrallingsduur (jaren) per bodemlaag via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 1200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem. Bij alle streefconcentraties is een P totaal van 10 mmol/l bodem gehanteerd.

**Zie tabel op de volgende pagina.**

cm-mv	%	%	kg/l	µmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	mmol/l	Maaien en afvoeren	Uitmijnen			
Nr	Diepte	Type	OS	V	MV	Ols-P	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	M800	M1200	U800	U1200
5	0-10	gras	8,8	32,1	1,07	1313,2	17,0	302,7	45,6	272,1	21	5	5	1
5	10-20	gras	5,5	15,9	1,23	861,0	14,5	447,1	35,0	341,9	3	0	1	0
5	20-40	gras	4,1	14,9	1,32	678,9	13,3	414,6	36,2	348,7	0	0	0	0
6	0-10	gras	6,9	26,7	1,06	1745,7	21,3	367,4	25,1	295,7	35	21	9	5
6	10-20	gras	5,1	19,9	1,24	837,3	15,9	433,6	31,9	396,1	2	0	1	0
6	20-40	gras	4,1	12,4	1,41	637,3	10,3	409,3	26,9	340,2	0	0	0	0
7	0-10	gras	11,4	33,9	1,00	1554,4	26,0	529,3	51,1	395,7	39	19	10	5
7	10-20	gras	7,4	18,0	1,16	1485,9	23,8	513,2	46,2	450,0	34	14	9	4
7	20-40	gras	4,3	11,0	1,41	1089,6	16,3	402,5	29,9	351,5	27	0	7	0
8	0-10	gras	7,7	30,2	1,05	2295,6	26,1	498,2	36,6	346,6	50	39	13	10
8	10-20	gras	5,8	14,7	1,21	1553,5	20,2	518,1	29,8	412,0	31	14	8	4
8	20-40	gras	4,7	8,8	1,48	1328,9	19,7	493,4	32,7	422,2	49	12	12	3
9	0-10	gras	5,2	19,2	1,05	2196,1	15,8	206,0	16,7	179,9	18	18	5	5
9	10-20	gras	4,6	12,3	1,36	1775,9	14,1	214,7	14,7	200,9	13	13	3	3
9	20-40	gras	1,8	8,7	1,33	845,6	7,8	141,5	9,0	144,5	0	0	0	0
10	0-10	gras	8,9	25,1	0,95	1162,5	19,2	316,5	36,7	275,6	19	0	5	0
10	10-20	gras	5,3	17,4	1,18	1003,5	16,1	461,2	39,8	355,2	10	0	3	0
10	20-40	gras	3,2	13,5	1,50	660,7	17,4	451,1	35,1	417,6	0	0	0	0
11	0-10	gras	8,3	27,0	1,21	2051,2	23,5	394,2	32,1	284,2	42	30	11	8
11	10-20	gras	5,4	17,6	1,10	910,1	16,6	412,0	25,1	329,3	6	0	2	0
11	20-40	gras	2,9	13,2	1,36	678,7	13,2	354,8	23,2	307,7	0	0	0	0
12	0-10	gras	4,1	15,1	1,29	1898,8	17,1	203,7	14,7	192,1	22	20	6	5
12	10-20	gras	2,7	10,2	1,30	1736,3	13,2	192,2	10,4	191,7	10	10	2	2
12	20-40	gras	1,8	9,6	1,36	1341,4	10,0	180,6	7,8	170,0	0	0	0	0
13	0-10	gras	6,3	20,2	1,04	1457,4	18,1	295,8	26,7	248,8	25	10	6	3
13	10-20	gras	3,6	9,4	1,50	1222,3	19,2	393,7	34,1	366,8	21	1	5	0
13	20-40	gras	2,9	11,3	1,47	1121,9	15,5	347,7	26,8	331,3	28	0	7	0
14	0-10	gras	6,6	20,3	1,09	2164,4	21,4	307,3	23,8	264,8	36	30	9	7
14	10-20	gras	3,9	13,1	1,42	1990,5	18,9	348,2	24,2	319,1	28	24	7	6
14	20-40	gras	2,9	10,8	1,58	1742,4	19,4	358,6	22,6	325,9	59	38	15	9
15	0-10	gras	4,0	20,8	1,28	3138,4	16,9	167,6	10,1	158,8	22	22	5	5
15	10-20	gras	3,0	10,6	1,22	2966,4	16,2	143,9	7,0	145,0	19	19	5	5
15	20-40	gras	0,9	6,6	1,54	2064,3	9,3	109,9	6,3	112,0	0	0	0	0
16	0-10	gras	5,6	16,8	1,05	2038,9	14,2	177,8	17,1	138,7	13	13	3	3
16	10-20	gras	2,8	12,3	1,23	1504,7	11,7	166,5	16,3	161,0	5	5	1	1
16	20-40	gras	1,2	7,4	1,33	715,2	6,0	129,5	11,3	123,4	0	0	0	0
17	0-10	gras	4,3	14,8	1,17	2314,1	14,4	176,5	13,9	148,0	14	14	3	3
17	10-20	gras	3,3	12,3	1,21	1651,2	12,7	174,6	14,3	155,3	8	8	2	2
17	20-40	gras	1,0	7,7	1,41	935,0	7,1	130,9	7,1	141,7	0	0	0	0
18	0-10	gras	3,2	15,8	1,19	2169,0	16,5	151,6	11,5	144,9	20	20	5	5
18	10-20	gras	2,4	9,2	0,99	2435,0	12,0	120,1	5,9	119,9	6	6	2	2
18	20-40	gras	1,3	7,2	1,28	2129,2	10,6	122,2	5,9	122,0	4	4	1	1
19	0-10	gras	4,7	16,3	1,00	1497,7	15,2	193,7	15,0	181,8	16	9	4	2
19	10-20	gras	3,6	11,9	1,07	1201,4	13,9	212,5	15,6	206,9	12	0	3	0
19	20-40	gras	2,0	8,9	1,29	1074,2	14,3	221,8	16,2	211,5	23	0	6	0
20	0-10	ref	4,4	12,6	0,98	951,8	8,7	94,8	13,0	102,2	0	0	0	0
20	10-20	ref	1,9	6,3	1,09	686,7	7,1	87,0	9,6	88,2	0	0	0	0
20	20-40	ref	1,7	5,3	1,25	811,8	8,3	121,5	7,1	118,6	0	0	0	0
21	0-10	ref	3,5	12,3	0,97	596,0	8,9	107,0	18,9	117,7	0	0	0	0
21	10-20	ref	1,6	7,0	1,16	445,4	6,6	90,5	12,6	99,5	0	0	0	0
21	20-40	ref	0,6	3,8	1,37	381,7	4,2	59,0	5,5	70,1	0	0	0	0
22	0-10	ref	2,6	8,6	1,12	765,4	8,9	103,3	9,2	112,2	0	0	0	0
22	10-20	ref	1,5	6,9	1,14	836,7	8,1	97,2	6,7	97,9	0	0	0	0
22	20-40	ref	0,9	4,6	1,36	815,6	8,1	97,8	4,3	101,1	0	0	0	0
23	0-10	ref	2,5	10,2	0,99	343,2	4,8	89,6	12,5	91,0	0	0	0	0
23	10-20	ref	1,1	6,3	1,35	286,4	4,6	95,0	9,3	112,4	0	0	0	0
23	20-40	ref	0,5	4,9	1,33	102,6	2,6	62,7	4,7	86,3	0	0	0	0



Toernooiveld 1  
Mercator III gebouw  
6525 ED Nijmegen

IBAN NL23 RABO 0167 8984 93  
BTW: NL 811402496B01  
KvK: 09131250

024 212 2200  
info@b-ware.eu  
www.b-ware.eu

**Biogeochemical Water management  
& Applied Research on Ecosystems**

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

# Dennendiekske

bodem in relatie tot landschapsecologie



Smeding Advies  
Zutphen, 8 augustus 2023

Colofon:  
Smeding Advies  
Adviesbureau voor ecologie en natuurbeheer

Adres: Weerdslag 40, 7206 BS Zutphen  
Telefoon: [REDACTED] J  
E-mail: smedingadvies@icloud.com  
Projecttitel: Dennendiekske, bodem in relatie tot landschapsecologie  
Auteur: [REDACTED] J  
Datum: 8 augustus 2023

# Dennendiekske

## bodem in relatie tot landschapsecologie

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding.....	1
1.2	Doel- en vraagstelling .....	1
<b>2</b>	<b>Synthese en aanbevelingen</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Materialen en methoden</b>	<b>3</b>
3.1	Veldwerk.....	3
3.2	Bodemchemisch onderzoek.....	3
<b>4</b>	<b>Resultaten</b>	<b>4</b>
4.1	Landschap: bodem, landgebruik en water .....	4
4.2	Bodemchemie in de graslanden van het Dennendiekske .....	11
	Geraadpleegde bronnen .....	14
	Bijlage 1: Kwalificerende soorten voor Kruiden- en Faunarijk grasland N12.02 .....	15
	Bijlage 2: Kwalificerende soorten voor Vochtig hooiland N10.02 .....	16

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Op Landgoed 'De Meene' heeft Staatsbosbeheer bijgedragen aan het Baakse beek project van het Waterschap Rijn & IJssel. Het Voorlopig Ontwerp van het deelproject op De Meene is in 2022 vrijwel afgerond. Bij het ontwerpproces op De Meene is zijdelings aandacht besteed aan het gebied bij het Dennendiekske (zie Fig. 1). Dit gebied ligt westelijk van De Meene en vormt een schakel tussen dit landgoed en het volgende particuliere landgoed 'De Wiersse' waar de Baakse beek vervolgens doorheen loopt. Op De Wiersse en Het Medler sleutelt WRIJ ook aan de beek. Langs het Dennendiekske stroomt een parallelle tak van de Baakse beek: de 'Afwatering van de Wiersse'. De graslanden van het Dennendiekske waren in een eerder stadium reeds bij de Provincie aangemeld voor een inrichting. Vanwege de betekenis van Dennendiekske als schakel tussen De Meene en De Wiersse is bij Staatsbosbeheer behoefte meer inzicht.



**Figuur 1:** De ligging van het projectgebied (zwart omlind) met het actuele SNL-beheertype, voornamelijk N12.02 Kruiden- en faunarijk grasland.

## 1.2 Doel- en vraagstelling

Het doel van deze studie is: bijdragen aan de versterking van de kwaliteit van natuur en landschap in het gebied van het Dennendiekske. Momenteel zijn alle percelen er Kruiden- en Faunarijk grasland (N12.02) (Fig. 1). De bedoeling is om de kwaliteit van dit natuurtype te behouden of te verhogen. En zo mogelijk ook Vochtig hooiland (N10.02) te ontwikkelen of, indien daar landschappelijk aanleiding toe is, ook andere natuurtypen zoals Kruiden- en faunarijke akker (N12.05) of bos te alloceren.

Vanwege de beperkte omvang van de studie is gekozen voor de bodemgesteldheid als centrale invalshoek. Deze is op twee manieren bekeken, namelijk: indirect door kaartstudie aan historisch landgebruik, bodem, reliëf en waterhuishouding en direct door metingen aan de chemie en bodemstructuur. De waargenomen kenmerken zijn gerelateerd aan vereiste condities voor de genoemde natuurtypen.

De vraagstelling is aldus:

- Wat zijn de kenmerken van de percelen wat betreft historisch landgebruik, reliëf en hoogteligging en waterhuishouding?
- Wat is zijn de bodemchemische kenmerken van de percelen?
- Hoe verhouden de metingen zich met condities voor Kruiden- en Faunarijk grasland SNL-N12.02, Vochtig hooiland SNL-N10.02 of eventueel andere lokaal passende natuurtypen?

## 2. Synthese en aanbevelingen

### ***Kenmerken van de percelen***

Het projectgebied van het Dennendiekske is een beekoverstromingsvlakte met voornamelijk beekoordgronden. Het is vlak met enkele komvormige laagten. Aan de randen hiervan liggen twee relatief kleine, 80 cm hogere dekzandkoppen. De landschapstructuur is volgens gebruiksgrenzen van de 19e eeuw. Het vlakke gebied was historisch hooiland en op de koppen lagen bouwlanden. De Baakse beek en de daarmee verbonden Afwatering van de Wiersse, bepalen de waterhuishouding. In het voorjaar, als de afwatering vol staat, kunnen de laagten (op 14,5 m NAP) ondiep inunderen.

### ***Bodemchemie***

De bodemchemie van de percelen kenmerkt zich door een lage fosfaattoestand in de centraal gelegen laagten. Hier is lokaal sprake van leem, hoge organische stof, veel ijzer en een relatief hoge pH (>5). De bodemprofielen zijn er ongestoord en de geomorfologie is er intact. Al deze kenmerken duiden op extensief gebruik voor en na verwerving door Staatsbosbeheer. Rond de laagten, op de dekzandkoppen is de grond zandiger en ook meer geladen met fosfaat, met name op een voormalig enkje is sprake van een hoge fosfaattoestand (P-AL>60).

### ***Condities voor graslanden SNL***

Binnen het gebied van het Dennendiekske zijn de actuele condities voor Kruiden- en Faunarijk grasland N12.02 vrijwel overal gunstig. Behalve op het voormalige enkje vanwege de hoge fosfaattoestand. De graslanden hebben geologisch, bodemchemisch en hydrologisch een voldoende gunstige uitgangspositie voor de ontwikkeling van N12.02-kwalificerende soorten planten en vlinders. Gezien de bodemchemische toestand is in de laagten de vestiging van kwalificerende soorten van N10.02 Vochtig hooiland mogelijk. De fosfaat en pH-waarden zijn hiervoor gunstig. Ook hebben deze percelen kenmerken die wijzen op -mogelijk historische- grondwaterinvloed in het winterhalfjaar: een lemig, ijzerrijk en soms ook moerig bodemprofiel. Echter, het regionale grondwatermodel laat zien dat grondwaterstanden in voorjaar en zomer te diep wegzakken. Hoe groot deze beperking is en in hoeverre maatregelen op regionaal niveau de GLG kunnen verhogen, is nog onduidelijk. Voorlopig is N12.02 een realistisch doel.

### ***Aanbevelingen***

- Het optimaliseren van de hydrologische condities van graslanden N12.02 met kenmerken van N10.02 vraagt om aanvullend onderzoek. Dit onderzoek kan aansluiten bij onderzoek ten behoeve van De Wiersse. Het instellen van een hoog peil op 14,5 m in de Afwatering van de Wiersse zou reeds kunnen zorgen voor regelmatige ondiepe inundaties, zoals in april 2022.
- Het lage terreintje naast het spoor (zie Fig. 8 nr. 1) ligt even laag als de centrale kommen en er komt Veldrus voor. Echter hier is de bouwvoor zandig en relatief fosfaatrijk; dit indiceert dat er diep is bewerkt en vrij veel bemest. Het terreintje zou bijvoorbeeld ontwikkeld kunnen worden naar een wilgenstruweel dat ruimtelijke samenhang zou hebben met het wilgenstruweel aan de noordzijde van de spoorlijn.
- In de recente historie zijn twee graslanden (zie Fig. 8 nrs. 3 en 6), die iets hoger liggen, geploegd voor gebruik als akker. Deze percelen hebben daardoor aan waarde ingeboet. Ook het oostelijke enkje is cultuurtechnisch -op nog onduidelijke wijze- bewerkt. Op deze reeds verstoorde percelen zou inrichting een optie kunnen zijn, in tegenstelling tot gave percelen waar inrichting wel afbreuk doet.
- Het fosfaatrijke enkje zou kunnen worden gealloceerd als Kruiden- en faunarijke akker (SNL N12.05), want akkerflora ervaart minder beperkingen door fosfaat en het perceel kan bij overgangsbeheer door middel van een kunstweide (grasland met klavers) worden uitgemijnd. Het instellen van N12.05 op dit enkje zou ook cultuurhistorisch interessant zijn.
- Bij plannen voor de inrichting is aandacht voor fauna (zoogdieren, amfibieën, libellen etc.) nodig, bijvoorbeeld wat betreft water/drinkplekken ook in droge zomers.

### 3 Materialen en methoden

#### 3.1 Veldwerk

Op 8 april 2022 hebben onderzoekers van Sbb en WRIJ het Dennendiekske bezocht. Aandachtspunten waren de watergangen met hun connecties en praktijkpeilen; de graslanden met hun reliëf, bodem en vegetatie. Het bodemprofiel is op drie specifieke locaties nader bekeken met een boring resp. profielkuilen.

#### 3.2 Bodemchemisch onderzoek

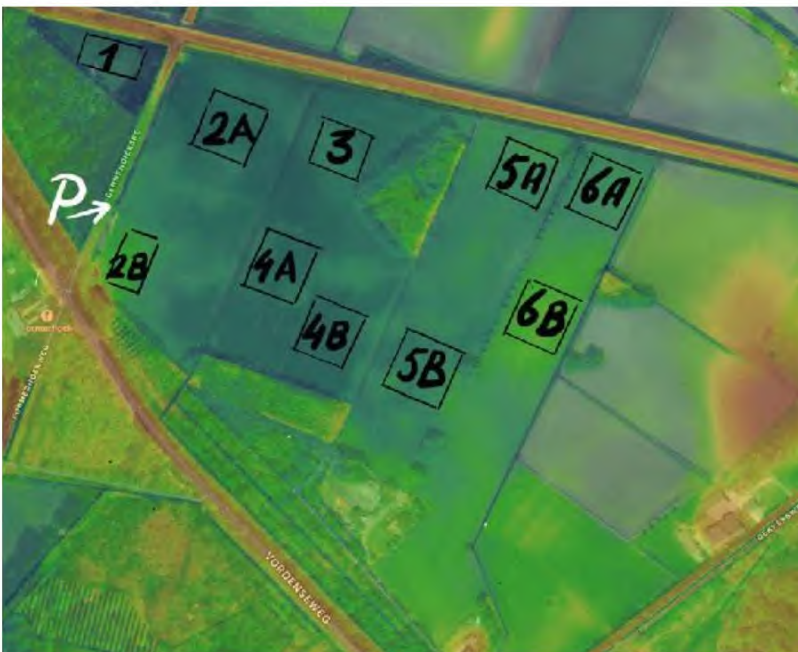
Op basis van kaartstudie en het veldonderzoek zijn meetpunten voor bodemonderzoek gekozen.

De bodem is op 18 oktober 2022 door Eurofins bemonsterd op 10 locaties:

- Bodemlaag 0-20 cm
- Eurofins onderzoekspakket 'basis klassiek' aangevuld met pakket fosfaatverzadiging.

Om fosfaat te bepalen maakt Eurofins gebruik van P-AL waarbij de fosfaat wordt gemeten die gebonden is, maar wel beschikbaar is voor plantenwortels. Deze fractie kan ook worden bepaald met de Olsen-P extractie. Beide methoden zijn gelijkwaardig, waarbij P-AL goed bruikbaar is in voedselrijkere cultuurlandschappen en Olsen-P gevoeliger is in voedselarme natuurterreinen. In sommige onderzoeken worden ze tegelijk toegepast, bijvoorbeeld door Mullekom *et al.* (2012).

De monsternemer is verzocht om te letten op representatieve oppervlakten qua hoogteligging en historie. Op een meegegeven kaart (Fig. 2) zijn daartoe oppervlakten indicatief aangegeven van 50\*50 m. Hierbinnen zijn de mengmonsters genomen. Twee oppervlakten (namelijk nrs 1 en 2B) waren kleiner omdat deze gebieden kleiner zijn.



Figuur 2: Ligging van monsters op luchtfoto met op de achtergrond de hoogtekarte AHN

## 4 Resultaten

### 4.1 Landschap: bodem, landgebruik en water

Het projectgebied is geomorfologisch een 'Beekoverstromingsvlakte' omgeven door dekzandwelvingen en uitblazingskommen. De overstromingsvlakte maakt deel uit van een slenk die ontstaan is in de Dryas/Allerød-fase van het late pleistoceen. Doordat de bodem bevroren was, kon de neerslag destijds niet infiltreren en zocht zich in smeltwaterstromen een weg tussen de dekzand-duinen van de toenmalige poolwoestijn.



Figuur 3: Bodemkaart van het gebied tussen Vorden en Ruurlo met de slenk (rode lijn) waarin ongeveer de tegenwoordige Baakse beek ligt. Het projectgebied (kruisje) ligt in een zijlob. In de recente historie traden overstromingen op alwaar zich beekeerdgronden vormden. In omvangrijke laagten waren dit overstromingsvlakten; rond het projectgebied aangegeven met lichtgroene lijnen.

De menselijke occupatie van het gebied nam toe vanaf de vroege Middeleeuwen. Toen zijn in de laagten beken gegraven. De bedoeling hiervan was meervoudig: waterkracht, waterbeschikbaarheid, drooglegging en gerichte bevoeiing. In tijdvakken met veel neerslag en koude winters stonden grote delen van de Achterhoek blank. In dit half-cultureel landschap trad sedimentatie op via de inundaties en er vond er bodemvorming plaats in de hooilanden in de vorm van Beekeerdgronden en Gooreerdgronden. Op de hogere gronden bevonden zich heiden met podzolbodems. Op de hoogste koppen rond bewoning lagen enken (akkers).

Het projectgebied is een grote zijlob van het slenkenstelsel waarin de Baakse-Vordense beek tot stand kwam (zie Fig. 3). Het overheersende bodemtype is Beekeerdgrond afgewisseld met Gooreerdgrond op welvingen (Fig. 4). Rond het projectgebied liggen enken. Dit zijn uitlopers van de enken rond de historische hoeven Former en Larenschot.

Het gebied is waarschijnlijk al eeuwenlang in gebruik als hooiland. Vermoedelijk reeds vanaf de Middeleeuwen in aansluiting op de toenmalige ontbossing. De kadastrale kaart die in aanleg is opgetekend in de Franse tijd (ca. 1815), vermeldt voor het gebied 'hooiland' (Fig. 5). De socio-economische inventarisatie van de Achterhoek door het Franse bestuur (bron: Gelders archief) vermeldde de grote waarde van hooiwinning. In de oostelijke Achterhoek was de landbouw laag rendabel met kleine aantallen rundvee van klein postuur. Rond de IJssel had het rundvee een veel betere kwaliteit. Vooral de hoeveelheid en kwaliteit van hooi maakte ook op de zandgronden een betere productie mogelijk. De hooiland-percelen zoals Dennendiekske, werden daarom begin 19e eeuw relatief hoog aangeslagen qua belasting.



Figuur 4: Bodemkaart met het projectgebied. Links een vereenvoudigde recente bodemkaart. Rechts een oudere bodemkartering met veel details die in het huidige terrein nog steeds terug te vinden zijn. Zg = Beekeerdgrond; Zn = Gooreerdgrond; EZ = Enkeerdgrond.



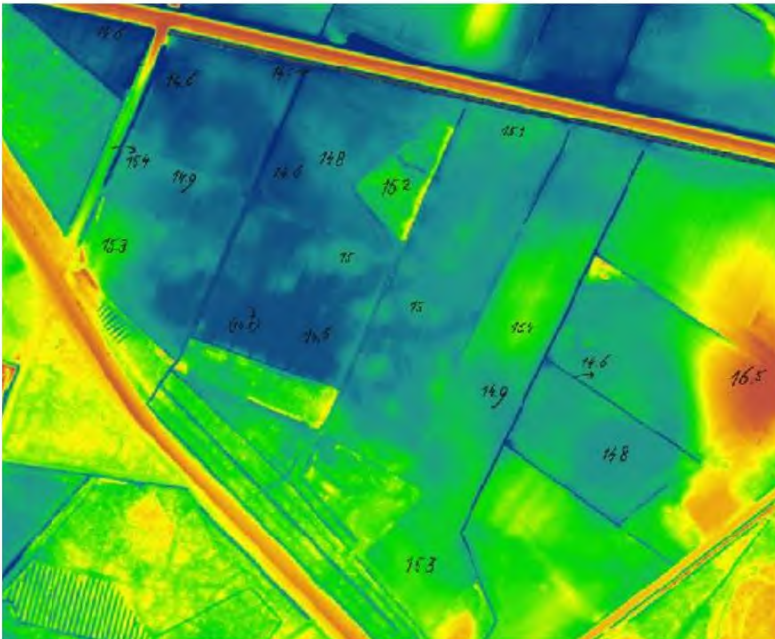
Figuur 5: Kadastrale kaart uit 1832 (HisGis). Het hooilandgebied was in deze tijd nog niet doorsneden door de spoorlijn uit ca. 1860.

In het projectgebied is sprake van een kleinschalig reliëf (Fig. 6) dat in grote lijnen in overeenstemming is met oude kaarten (bijv. Fig. 5). De hoogteligging binnen de Beekeerdgronden varieert van ongeveer 14,6 m NAP in de kommen tot 15,2 m op welvingen. De hogere delen met Enkeerdgrond bereiken 15,3 m op het westelijke enkje en 15,4 m op de oostelijke enk (zie Fig. 6). Centraal in het gebied (grondmonster 4B) ligt een markante, relatief geïsoleerde lage kom. Deze kom is ondiep begreppeld waarbij greppelbodems tot beneden 14,5 m reiken (zie Fig. 7 en 8). In en rond deze kom bevindt zich een redelijk uniek kleinschalig microreliëf met ronde kopjes tot 15 m NAP (zie Fig. 7). Ik vermoed dat dit reliëf een periglaciale structuur is uit het Dryas-Alleröd.

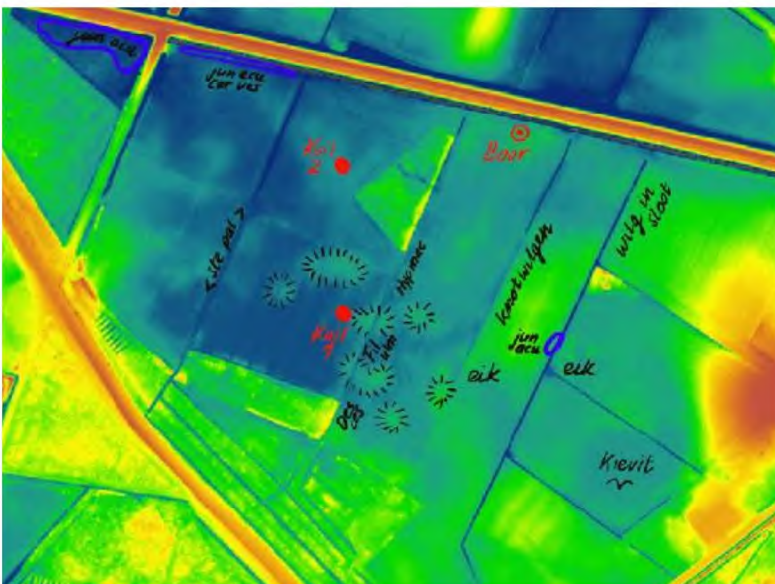
Bij historisch landgebruik werden uitsluitend de bodems op de enken geploegd. Hooilanden werden in beginsel niet geploegd; bij natte percelen was dat ook niet mogelijk. Graslanden met hoge ligging konden ook periodiek als bouwland werden gebruikt, waarbij dan wel bewerking plaatsvond. In het projectgebied verandert de oostelijke enk daarom van vorm binnen de

opeenvolging van historische kaarten. Ook is er op hogere percelen tijdelijk meer bos geweest. In deze korte studie is hier niet nader naar gekeken. Wel kunnen de kleine stukjes bos en boomgroepen (met name twee solitaire eiken, zie Fig. 7), worden gerelateerd aan structuren uit minstens eind 19e eeuw. Door de landinrichtingen in de Achterhoek na WOII werd het mogelijk om grasland om te zetten in bouwland. Uit recente kaarten kan worden afgeleid dat twee percelen naast de Afwatering van de Wiersse zijn geploegd (zie Fig. 8, rode arcering).

De voorste uitloper van de oostelijke Enk (grondmonster 6B) is vermoedelijk genivelleerd. Het reliëf op de AHN-kaart is namelijk nogal beperkt; aannemelijk is dat het centrale deel hoger lag en dat er weerszijden steilranden waren.

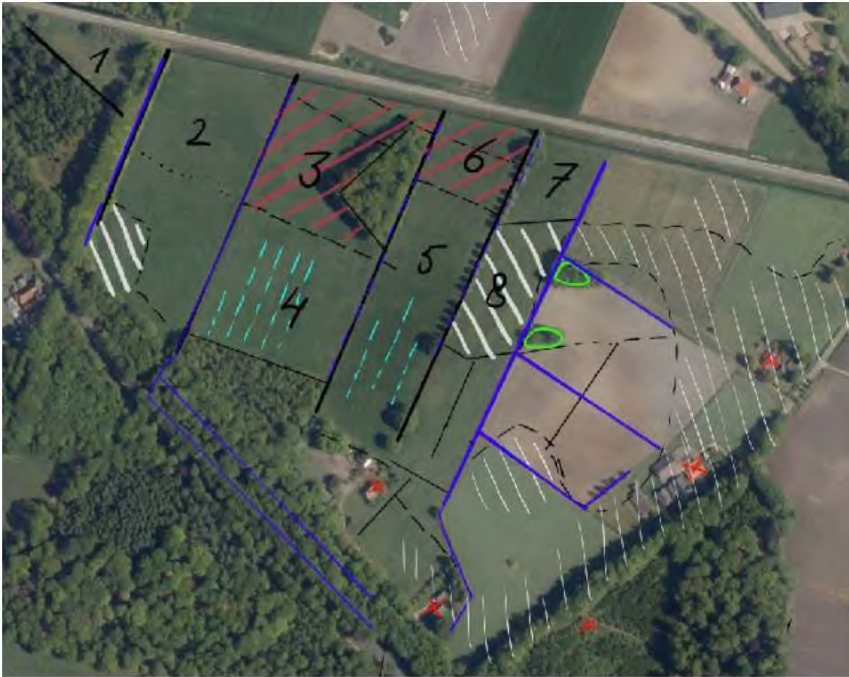


**Figuur 6:** Projectgebied Dennendiekske met het reliëf en vermelding van de ahn-hoogte op representatieve locaties.



**Figuur 7:** Projectgebied Dennendiekske met veldwaarnemingen aan reliëf en flora op 8 april 2022. Ook de locaties met bodemstructuur-onderzoek staan aangegeven ('kuil' en 'boor'). Legenda afkortingen: jun acu=Veldrus, car ves=Blaaszegge; ste pal=zeegroene muur; fil ulm=Moerasspirea; des ces= Ruwe smele, Hyp mac= Kantig hertshooi.

Tijdens het terreinbezoek op 8 april 2022 zijn de hierboven besproken aspecten nader verkend. Bij de boring bij grondmonster 6A (Fig. 9), werd een dikke eerdlaag gevonden met insluitingen die duiden op ploegen. De overgang naar de C-laag is niet geleidelijk, wat ook duidt op ploegen. In de C-horizont waren geen gleyverschijnselen (ijzer). Dit geeft het vermoeden dat deze Beekeerdgrond (Zg) door verbeterde drooglegging is ontwikkeld naar een Gooreerdgrond (Zn).



**Figuur 8:** Projectgebied Dennendiekske met aantekeningen vanuit informatie historische kaarten: bouwland is wit gearceerd (met dunne witte lijn= buiten projectgebied); recent bouwland is rood gearceerd. Historische begreppeling is lichtblauw aangegeven. Bosrelicten op de enk zijn groen omcirkeld. De watergangen (blauw) zijn niet alle historisch; het oostelijke stelsel is pas na 1990 gegraven. De parallelle greppels in het bos zijn ouder dan 19e eeuws: die behoren tot de landgoed-aanleg van Kasteel Ruurlo. Rode kruisjes zijn historische woonplekken.

De profielkuil in de kom bij grondmonster 4B (Fig. 10) werd gemaakt naast een terreinkopje. De kuil was lastig te graven vanwege een ondiepe, moerige eerdlaag met daaronder een zeer vast ijzerrijk pakket. De eerdlaag was onderin grijs, hetgeen duidt op een langdurige natte toestand. De profielkuil vulde zich spoedig met water. De profielkuil bij grondmonster 3 (Fig. 11) op de welving naast het bosje was vergelijkbaar met de bovengenoemde kuil, maar had een dikkere eerdlaag en minder ijzeroer. De eerdlaag heeft een brokkelige overgang met insluitingen richting de C-horizont. Dit indiceert ploegen, conform informatie uit kaartstudie.

Tijdens het veldbezoek is ook de vegetatie beoordeeld. De graslanden hebben een grote component kruidachtigen (meer dan 25%) zodat ze voldoen aan afbakening voor N12.02 Kruiden- en Faunarijk grasland. De botanische samenstelling is lokaal interessant, met plaatselijk de N12.02-kwalificerende soort Margriet (zie Bijlage 1). De actuele condities lijken potentieel gunstig te zijn voor kwalificerende soorten als Echte koekoeksbloem, Gewone brunel, Kamgras, Knoopkruid, Zwarte zegge en Kamgras. Interessante algemene soorten die veel voorkomen zijn Veldzuring, Gewoon Biggenkruid en Gewone veldbies. De bodemchemische condities zijn op de meeste percelen gunstig voor de ontwikkeling van een goede kwaliteit N12.02.

Bemoedigend voor een hogere kwaliteit richting Vochtig hooiland (N10.01) zijn de slootkant-vegetaties. In de centrale kom staan in de slootkanten Moerasspirea, Ruwe smele en Zeegroene muur (zie Fig. 7: Fil ulm; Des ces; Ste pal). Interessant is ook een schraallandvorm van Paardebloem (Fig. 12). Belangrijk is de verspreiding van plantensoorten die grondwater-invloed indiceren, met name Veldrus, lokaal vergezeld van Blaaszegge (zie Fig. 7). Het maaiveld op de drie groeiplaatsen van Veldrus ligt rond de 14,6 m; op die hoogte lijkt daarmee sprake van (periodiek) horizontaal stromend en uittredend, lokaal grondwater. Ten noorden van de grote stuw in de Baakse beek (zie Fig. 13 & 14) groeien in het beekprofiel: Adderwortel, Bosbies en Holpijp. Dus op een vlakbij gelegen locatie groeien dus enkele 'volle' doelsoorten van Vochtig hooiland (zie Bijlage 2), maar wel op een 30 à 80 cm lagere positie dan de kommen van het Dennendiekske.

De ontwikkeling van een hoge kwaliteit graslanden binnen N12.02 of een matige N10.02 stelt ook eisen aan de ruimtelijke ligging ten opzichte van vergelijkbare terreinen. Met name voor de kansrijke kwalificerende vlindersoorten (zie Bijlagen 1 en 2). Gezien de nabij gelegen percelen N10.02 (eigendom Staatsbosbeheer) bij De Former en de omvangrijke arealen vochtige N12.02 op Landgoederen De Meene en De Wiersse, zijn de ruimtelijke condities zonder meer gunstig.

Figuur 9: (links) Boring bij grondmonster 6

Figuur 10: (midden) Profielkuil bij grondmonster 4B

Figuur 11: (rechts) Profielkuil bij grondmonster 3



Figuur 12: Een Paardebloem-vorm ('ecotype') die een positieve indicatie geeft voor de ontwikkeling van een vegetatie van Vochtig Hooiland.



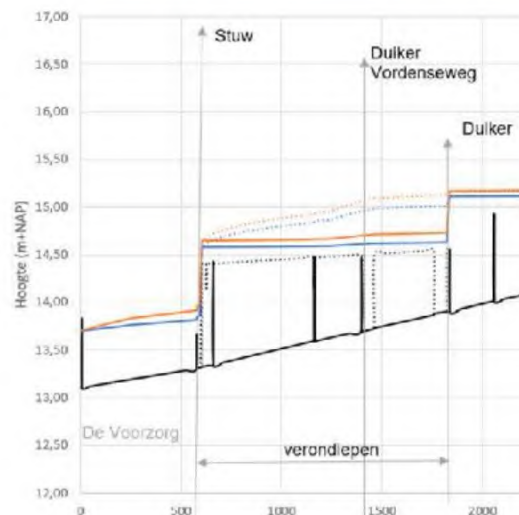
De ontwatering van het gebied vindt -tegenwoordig- plaats door de zogenaamde 'Afwatering van de Wiersse' (zie Fig. 13) met een bodemhoogte 13,7 tot 13,6 m NAP. De duikers van de zijsloten stromen in op 13,98 à 14,1 m. Hoe oud deze afwatering is, mede in verband met constructie van de spoorlijn in 1860, kon in deze korte studie niet worden nagegaan. Mogelijk werden de hooilanden vroeger zowel ontwaterd (winter) als bevoeid (voorjaar, zomer) d.m.v. het zogenaamde vloeiveide-systeem dat wijd verbreid werd toegepast op Nederlandse zandgronden.

De Afwatering takt af boven de stuw in de Baakse beek. Het is de bedoeling dat de bedding van de Baakse beek boven de stuw wordt verhoogd tot aan het actuele streefpeil: 14,6 m (Fig. 14).

Figuur 13: Detail van de leggerkaart van het Waterschap. De Afwatering van de Wiersse is een aftakking van de Baakse beek (rechtsboven). Aan het begin staat een kleine stuw die de toestroom regelt. De afwatering verlaat het gebied van het Dennendiekske via een duiker onder het spoor.



Figuur 14: Doorsnede van de Baakse beek ter hoogte van de afsplitsing van de Afwatering van de Wiersse bij 'Stuw'. Bron: Arcadis



Bij het veldbezoek op 8 april 2022 was sprake van een hoog peil: de Baakse beek was 14,6 m en de bovenzijde van de kleine stuw aan het begin van de Afwatering was 14,55 m. Opstuwing in de lange duiker onder de weg (Fig. 14) zorgt voor relatief snel verval op korte afstand. De stuw (instelling op 14,5 m, waarschijnlijk jaarrond) was geïnundeerd en liep toen over met 5 cm verval. Verderop langs de Afwatering op de dam tussen de grondmonsters 2A en 3, liep de interne sloot over deze dam (14,5 m NAP) heen. Waarschijnlijk was er toen dus sprake van een 'interne peilen' tussen 14,55 à 14,6 m. Dit klopt met de veldwaarneming van plasvorming op lage plekken. De duiker onder het spoor zorgde op 8 april voor opstuwing; er was hier een sterke stroming. De eerstvolgende stuw op landgoed De Wiersse staat volgens de legger ingesteld op 14,05 m NAP.

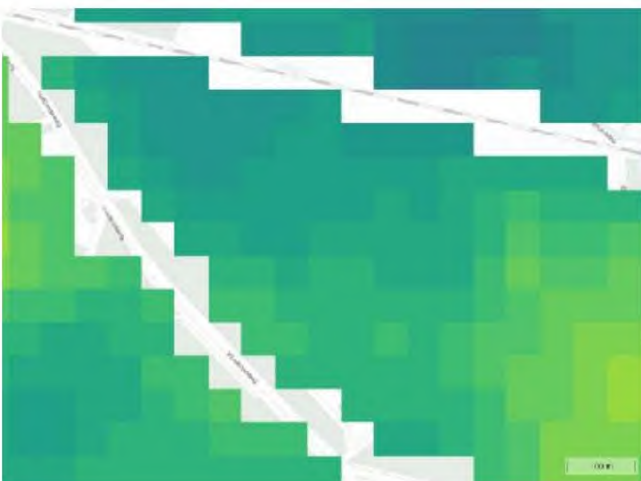
Met hoge peilen en grondwaterstanden kan het Dennendiekske klaarblijkelijk bijna inunderen. Volgens de grondwatertrappen-kaart zijn de terreindelen in de omgeving van het spoor het meest vochtig (Fig. 15). De hoogste GHG's (van het regionale model) bevinden zich in deze zone en bevinden zich 20 à 30 cm onder maaiveld. Dus aanzienlijk lager dan de veldwaarneming op 8 april.



Figuur 15: Grondwatertrappen 1b (paars: <math><20</math> tot <math><50</math> cm -MV) en 4 (blauw: <math><40</math> tot <math><120</math>). De natste delen bevinden zich op deze kaart bij het spoor.

Bepalend voor botanische natuurkwaliteit is naast de GHG in het winterhalfjaar, ook het uitzakken in het zomerhalfjaar: de GLG (Fig. 16). Deze grondwaterpeilen bevinden zich in een range tussen 120 cm tot 150 cm onder het maaiveld. Het verminderen of bekorten van deze uitdroging is een belangrijke sleutel voor de natuurkwaliteit van de graslanden. Uit de veldwaarnemingen lijken de lokale vochtcondities iets gunstiger te zijn dan het regionale model: diepe kommen lijken meer langdurig nat, blijkens de sterke gleyverschijnselen en anaerobie in op 50 cm -MV en er is sprake van periodieke grondwaterstroming geïndiceerd door Veldrus (Fig. 7). Maar het regionale model en veldwaarnemingen hoeven niet strijdig te zijn, vanwege de invloed van lokale ondoorlatende lagen.

Het oppervlakkig inunderen van het gebied in het winterhalfjaar blijkt technisch goed mogelijk. Bijvoorbeeld door het instellen van het peil in de Afwatering van de Wiersse op 14,5 m (dus 10 cm beneden de 14,6 m van de stuw in de Baakse beek) in combinatie met verhinderen van de afstroming van water via de interne sloten. Echter, langdurig inunderen of dempen van de interne sloten kan ook leiden tot het vasthouden van regenwater en oppervlaktewater en daarmee het verdringen van de grondwaterinvloed. Voor kwel-expressie zal dergelijk water op het juiste moment afgevoerd moeten worden. Het aansturen van de juiste lokale systeem vraagt dus om nader onderzoek en maatwerk bij de inrichting.



Figuur 16: Kaart van de GLG's met de hoogste standen (120-130 cm) naast het spoor.

## 4.2 Bodemchemie in de graslanden van het Dennendiekske

Uit de metingen aan de bodemchemie kwam naar voren (zie Tabel 1):

- Lutum: overall zandgrond met als uitzondering de zeer lichte zavel in de kom bij 4B en 4A, en ook 6A is lemig (zie Fig. 17a).
- Organische stof (zie Fig. 17b): de lage kommen centraal in het gebied zijn het meest humeus waarbij de bovengrond op 4B richting moerig (venig) gaat. Ook op het voormalige Enkje 2 is de OS relatief hoog. De relatief lage waarde op de Enk 6B suggereert dat de eerdlaag is weggeschoven of vermengd met zand. De voorraad stikstof (N) en stikstof-levering zijn meestal (en ook in Dennendiekske) gecorreleerd met het percentage organische stof. Deze stikstof is inert zolang de bodem goed wordt beheerd: dus niet ploegen en niet ontwateren.
- Fosfaat-metingen (zie Fig. 17c) weerspiegelen in de regel agrarisch gebruik en met name de toepassing van fosfaathoudende meststoffen. Opvallend zijn de zeer gunstige waarden (P-AL<20) op alle ongestoorde bodems van laag gelegen graslanden. Op de oostelijke Enk (6B) is sprake van hoge problematische fosfaatbelasting (P-AL>60). Maar ook de westelijke Enk (2) en het aan naast het spoor gelegen lage perceeltje hebben wat veel fosfaat (P-AL>40) met het oog op botanische kwaliteit. De twee percelen met geploegde bouwvoren hebben iets te hoge waarden (20-30), maar deze zijn goed te verschrallen binnen korte termijn (10 jaar).
- Kali-waarden (zie Fig. 17d) tonen meestal de actuele graad van graslandverschraling. Kali gaat het eerste op en vervolgens stagneert dan de groei. Ook het bodemleven valt dan stil. Bij een gebalanceerde verschraling blijft de kali boven de 22 mg/kg grond. In het Dennendiekske zijn vooral de meest zandige percelen sterk verschraald. In de terreinkom 4B zou kali toegevoerd kunnen zijn door periodieke inundatie; kali is hier niet beperkend voor kwaliteit. Gunstig is de redelijk hoge kali op de fosfaatbelaste 6B; dit helpt bij grasgroei om de fosfaat mee af te voeren.
- pH (zie Fig. 17e): Een aantal percelen in het Dennendiekske lijken als grasland te verzuren. Dit zijn met name de zandige locaties (met lutum c. 2). De lemige locaties hebben een relatief hoge pH; deze locaties liggen tevens laag in de terreinkommen. De relatief hoge pH=5,2 op locatie 4B zou daarom kunnen wijzen op een bufferende invloed van grondwater.
- Fe-ox (zie Fig. 17f) toont indirect de hoeveelheid van ijzeroxiden (gleylagen, oerbanken) die zich vormden via het grondwater bovenin het bodemprofiel. In de verspreiding van hoge waarden tekent zich het gebied af waar historisch en mogelijk ook nog actueel, grondwater nabij het maaiveld reikte.

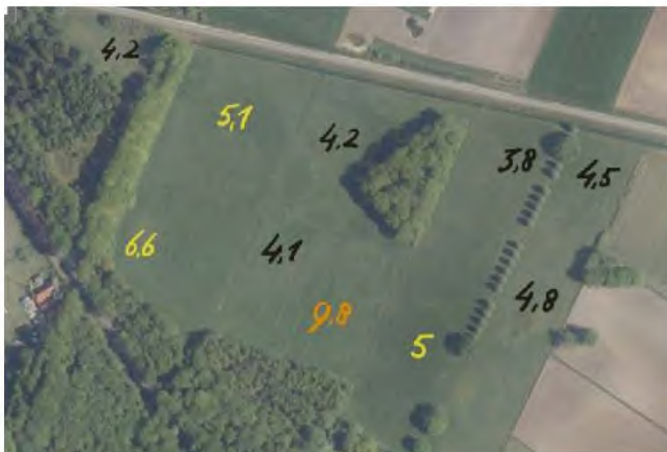
Tabel 1: Overzicht van metingen aan de bodemchemie in 2022 in het Dennendiekske. De kleuren van de gemeten waarden worden verduidelijkt in de tekst.

Nr	N-Tot	N-Levering	P-PAE	P-AL	K	S-totaal	pH	KZK	OS	Lutum	Silt	Zand	Al-ox	Fe-ox	P-ox
1	1610	83	0,3	46	21	295	4,6	0,2	4,2	2	9	85	71,3	21,5	8,5
2A	2380	107	0,2	16	27	315	4,9	0,2	5,1	5	11	79	31,2	116,3	12,4
2B	2570	113	1,3	42	33	385	4,4	0,2	6,6	2	8	83	45,5	45,5	19,6
3	1970	94	0,2	13	23	325	4,7	0,2	4,2	4	12	80	27,4	141,2	13
4A	2380	107	0,3	12	27	355	4,8	0,2	4,1	5	11	80	27,7	125,6	14,8
4B	5380	203	0,3	5	46	740	5,2	0,2	9,8	12	17	61	58,2	239,3	17,7
5A	1730	87	0,8	31	20	260	4,7	0,2	3,8	2	8	86	29,2	46,5	14,1
5B	2600	114	0,4	16	24	375	4,7	0,2	5	4	10	81	33,6	113,1	16,2
6A	1910	92	0,4	23	21	160	5,2	0,2	4,5	7	13	76	34,3	133,4	18,4
6B	1740	87	4	62	29	230	4,7	0,2	4,8	2	9	84	42,5	38,7	22,5

Figuur 17 a t.m. c: Ruimtelijk overzicht van metingen aan de bodemchemie.



% Lutum



% OS



P-AL (mg fosfaat/100 g grond)

Figuur 17 d t.m. f: Ruimtelijk overzicht van metingen aan de bodemchemie.



Kali (mg K/kg grond)



pH



P-verzadiging (mmol Fe/kg)

## Verantwoording

De opdracht tot het onderzoek en de begeleiding werd verzorgd door Staatsbosbeheer Team Achterhoek. Op de excursie 8 april werd inbreng gegeven door [REDACTED] (Staatsbosbeheer) en [REDACTED] en [REDACTED] (Arcadis namens Waterschap Rijn & IJssel).

## Geraadpleegde bronnen

- Arcadis, 2021. De Meent. Landgoederenzone Baakse Beek d.d. 16 maart 2021. Interne publicatie, Arcadis. 8 pp.
- Beek & Kooiman, 2010. Landgoed Ruurlo -Cultuurhistorische beschrijving, beheervisie en maatregelenplan-. In opdracht van Staatsbosbeheer. Beek & Kooiman cultuurhistorie, BLG, Fennema Advies & SB4 bureau voor historische tuinen, parken. 46 pp.
- Beek, J.G. van, R.F. van Rosmalen, B.F. van Tooren, en P.C. van der Molen (red.), 2014. Werkwijze Natuurmonitoring en -Beoordeling Natuurnetwerk en Natura 2000/PAS + 2 bijlagedocumenten. BIJ12, Utrecht. Schipper, P. en H. Siebel, 2009. Index Natuur en Landschap, onderdeel natuurbeheertypen. Uitgave Terreinbeheerders, IPO en Ministerie van LNV. 55 pp.
- Mullekom, M. van, B. Timmermans, J. Loermans & F. Smolders, 2012. Bodemchemisch onderzoek Ravenswaarden -Onderzoek naar de ontwikkelingsmogelijkheden van stroomdalgrasland en glanshaverhooiland. Rapportnr 2012.20. B-ware Research Centre, Nijmegen. 32 pp.
- SB4, 2010. De invloed van C.E.A Petzold op landgoed Ruurlo -analyse-. Opdrachtgever Staatsbosbeheer. Juni 2010. SB4, bureau voor historische tuinen, parken en landschappen, Wageningen. 60 pp.
- WRIJ, 2022. Watersysteemanalyse Landgoed de Wiersse. Y. Huberts, W. Klutman, L. Lansink, L. Remesal, R. Visser & N. Schepers (eds.). Projectnummer: 811410 d.d. 05-09-2022. Uitgave Waterschap Rijn & IJssel, Doetinchem. 21 pp.

websites:

[www.ahn.nl](http://www.ahn.nl)

[www.bodemdata.nl](http://www.bodemdata.nl)

[www.gelderland.nl](http://www.gelderland.nl)

[www.wrij.nl](http://www.wrij.nl)

[www.topotijdreis.nl](http://www.topotijdreis.nl)

**Bijlage 1: Kwalificerende soorten voor Kruiden- en Faunarijk grasland N12.02**

die voorkomen in het gebied van het Dennendiekske of die er potentieel zouden kunnen voorkomen. Voor goede kwaliteit dienen er minimaal 6 kwalificerende soorten voor te komen waarvan 4 op meer dan 15% van het oppervlak. Matige kwaliteit is 4-5 kwalificerende soorten.

	Actueel	Mogelijk actueel	Potentieel
<b>Plantensoorten</b>			
echte koekoeksbloem		x	
gewone brunel		x	
gewone margriet	x		
grote ratelaar			x
klein vogelpootje		x	
knoopkruid			x
moerasstruisgras			x
muizenoor			x
zwarte zegge			x
kamgras			x
karwijvarkenskervel			
waterkruiskruid			
witte munt			
bochtige klaver			
klavervreter			
knolvossenstaart			
polei			
spits havikskruid			
<b>Vlinders</b>			
argusvlinder			
bruin blauwtje			x
bruine vuurvlinder			x
bruin zandoogje		x	
geelsprietdikkopje		x	
groot dikkopje			
hooibeestje			x
kleine parelmoervlinder			x
zwartsprietdikkopje			x

**Bijlage 2: Kwalificerende soorten voor Vochtig hooiland N10.02**

die potentieel zouden kunnen voorkomen in het gebied van het Dennendiekske afhankelijk van de ontwikkeling van de condities. Voor goede kwaliteit dienen er minimaal 8 kwalificerende soorten voor te komen waarvan 5 op meer dan 15% van het oppervlak. Matige kwaliteit is 5-8 kwalificerende soorten.

<b>Plantensoorten</b>	
addertong	
adderwortel	x
beemdooievaarsbek	
bevertjes	
bleke zegge	x
bosbies	x
brede orchis	
draadrus	
gevlekte orchis	x
geveugeld hertshooi	x
gewone dotterbloem	x
grote pimpernel	
gulden boterbloem	
harlekijn	
herfsttijloos	
karwijselie	
kleine valeriaan	
klimpopwaterranonkel	
melkviooltje	
moeraskartelblad	x
moerasstreepzaad	
moesdistel	
noords walstro	
noordse zegge	
platte bies	
polei	
rietorchis	x
rode ogentroost	x
trodravik	
verfbrem	
vleeskleurige orchis	
waterkruisskruid	
weide-vergeet-mij-nietje	
weidekervel	
welriekende nachtorchis	
wilde kievitsbloem	
zilte rus	
zwartblauwe rapunzel	
<b>Vlinders</b>	
aardbeivlinder	
bont dikkopje	
bruine vuurvlinder	x
donker pimpernelblauwtje	
pimpernelblauwtje	
zilveren maan	x
zompsprinkhaan	x

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

# Biogeochemisch onderzoek Varkensland

Mogelijkheden voor de ontwikkeling van bloemrijk hooiland op vier graslandpercelen

## Eindrapportage

Status: definitief



# Biogeochemisch onderzoek Varkensland

Mogelijkheden voor de ontwikkeling van bloemrijk hooiland op vier graslandpercelen

## Eindrapportage

Status: concept



Titel rapport: Biogeochemisch onderzoek Varkensland;  
Mogelijkheden voor de ontwikkeling van bloemrijk  
hooiland op vier graslandpercelen

Status: Concept

Datum: 15 september 2023

Auteurs: [redacted] & [redacted]

Rapportnummer: RP-22.211.23.65

Projectnummer: PR-22.211

Opdrachtgever: [redacted] Staatsbosbeheer

Contactpersoon:  
[redacted]  
Tel: 024-[redacted]  
[redacted]@b-ware.eu  
www.b-ware.eu

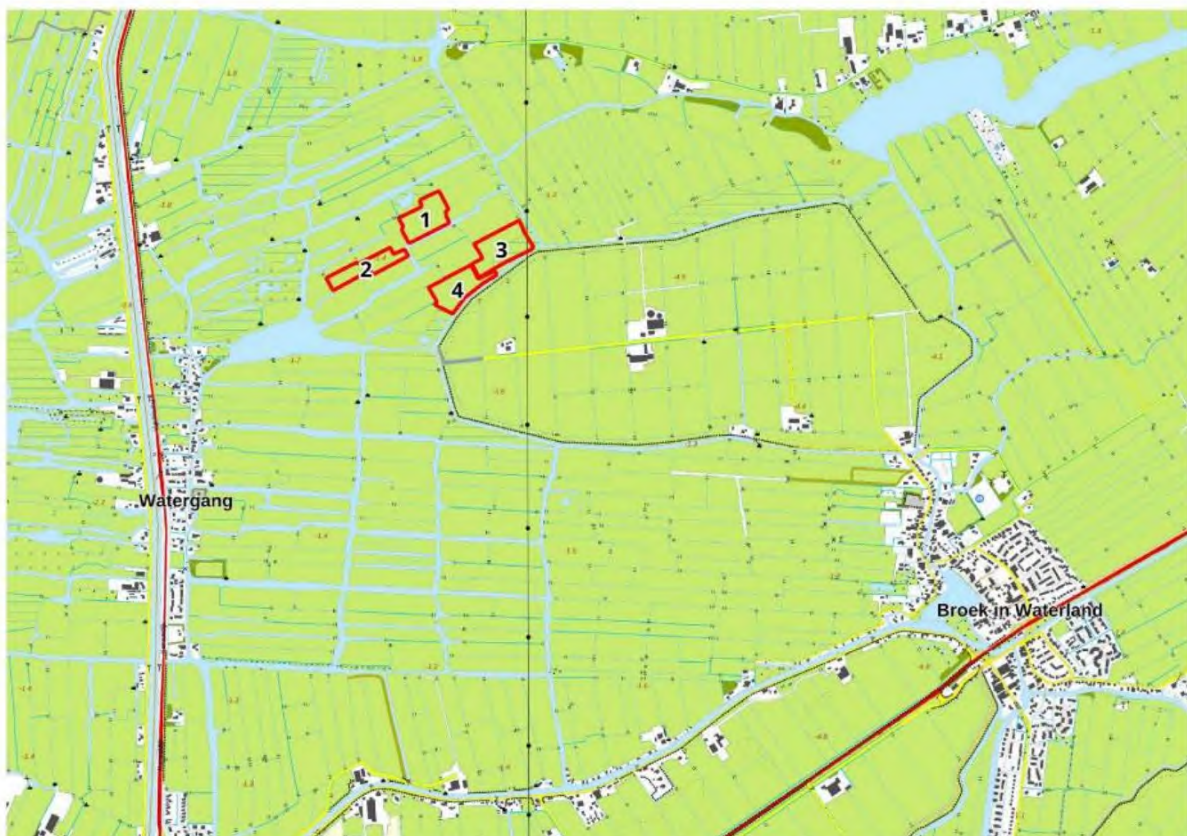
# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Aanleiding	1
<b>2</b>	<b>Materiaal &amp; methoden</b>	<b>3</b>
2.1	Veldonderzoek	3
2.2	Naleveringsproef (laboratoriumexperiment)	5
2.3	Chemische analyses	5
<b>3</b>	<b>Resultaten</b>	<b>8</b>
3.1	Veldonderzoek	8
3.2	Naleveringsexperiment	16
<b>4</b>	<b>Conclusies &amp; aanbevelingen</b>	<b>20</b>
4.1	Onderzoeksvragen	20
4.2	Aanbevelingen	21
<b>5</b>	<b>Literatuur</b>	<b>23</b>

## 1 Inleiding

### 1.1 Aanleiding

Onderzoekcentrum B-WARE is door Staatsbosbeheer gevraagd om een bodem- en hydrochemisch onderzoek uit te voeren om natuurpotenties en geschikte beheer- en inrichtingsmaatregelen in kaart te brengen van een viertal percelen in Varkenland, waarop zij beoogt om vochtig hooiland te ontwikkelen (SN: beheertype 10.02) (Figuur 1). Naar de huidige inschatting zijn de percelen deels te voedselrijk en plaatselijk komt veel pitrus voor. Tot 2022 werd op de percelen bemesting en beweiding toegestaan maar de daadwerkelijke mestgift is onbekend. Vanaf 2023 is bemesting en beweiding niet meer toegestaan.



**Figuur 1.** Globale ligging van de vier onderzochte percelen in Varkenland.

Het natuurdoel voor deze percelen is de ontwikkeling van soortenrijke vochtige hooilanden (SNL beheertype Vochtig hooiland N10.02). Binnen de regio Laag Holland wordt gestreefd naar weidevogelrijke vochtige hooilanden. Zij verschillen van het SNL beheertype Vochtig weidevogelgrasland N13.01 vooral in beheer en gebruik. Het beheer bestaat voornamelijk uit hooilandbeheer, waarbij gemikt wordt op laag productieve en soortenrijke graslanden. Beweiding en bemesting zijn hier geen noodzaak. De hooilanden vormen een belangrijk leefgebied voor grutto, tureluur; en in het bijzonder voor weidevogels welke afhankelijk zijn van een korte vegetatiestructuur en een hoog waterpeil zoals watersnip, kemphaan en zomertaling. Als leefgebied voor de genoemde weidevogelsoorten wordt een kruidenrijk, nat tot vochtig graslandtype nagestreefd met een geringe grasproductie en een lage vegetatiehoogte in mei en juni.

Veel graslanden hebben vanwege het historisch mestgebruik te veel fosfaat in de bodem. Hierdoor is de grasproductie hoog en worden de kruiden weggeconcentreerd door grassen als Engels raaigras, ruw

beemdgras en gestreepte witbol. Hoge fosfaatconcentraties zijn een belangrijk knelpunt voor een goede ontwikkeling van vochtig hooiland. Het vermoeden is dat de bodems op de genoemde percelen voor een belangrijk deel met fosfaat verzadigd zijn. Met het beheer wordt ingezet op verdere verschraling door maaien en afvoeren.

De productiviteit van de vegetatie wordt ook gestuurd door de grondwaterstanden. De percelen hebben allemaal greppels die (ieder afzonderlijk) in directe verbinding staan met het polderpeil van de omliggende sloten. Momenteel worden die greppels in de zomer vaak droog gezet, maar een optie is om deze ook in de zomer watervoerend te maken om de grondwaterstanden te verhogen.

Op basis van de onderzoeksresultaten wordt aangegeven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke vochtige hooilanden gerealiseerd kan worden en welke verschralingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Door middel van het onderzoek worden de volgende vragen beantwoord:

1. Wat is de voedselrijkdom en verschralingsduur van de toplaag voor de ontwikkeling van een soortenrijk vochtig hooiland?
2. Zijn er naast fosfor nog andere nutriënten die een knelpunt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland vormen?
3. Wat is de fysisch-chemische kwaliteit van het oppervlaktewater in de omliggende sloten en is dit een knelpunt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland?
4. Is er op de percelen een risico op mobilisatie van fosfor als gevolg van vernatting?

## 2 Materiaal & methoden

### 2.1 Veldonderzoek

Op basis van de kadastrale kaarten, luchtfoto's en de hoogtekaart is voorafgaand aan het veldonderzoek een bemonsteringsplan opgesteld. Binnen perceel 3 en 4 bleken vrij grote verschillen in maaiveldhoogte aanwezig, waardoor we in overleg met de opdrachtgever deze hebben verdeeld in een hoog en een laag deel. Op elk van deze perceel(delen) werden met een Edelmanboor de bodemlagen 0-10, 20-20 en 20-30 cm onder maaiveld bemonsterd. Om eventuele verschillen in ruimtelijke variatie te beperken werden mengmonsters verzameld, dat wil zeggen dat van ieder perceel op vijf plekken verspreid over het perceel een bodemboring werd uitgevoerd. Op de zes perceeldelen werden in totaal 6 percelen x 3 dieptes = 18 monsters verzameld waar een bodemanalyse aan werd uitgevoerd, te weten perceel 1, perceel 2, perceel 3 lage deel, perceel 3 hogere deel, perceel 4 lage deel, perceel 4 hogere deel. Figuur 2.1 en 2.2 geven de locaties aan waar de verschillende mengmonsters werden verzameld (1 t/m 30; de deelgebieden in verschillende kleuren). Het oppervlaktewater rondom de percelen is op 2 februari op vijf locaties bemonsterd (figuur 2.3)



**Figuur 2.1.** Locaties van de bodembemonstering op 1 en 2 februari 2023. De zes perceeldelen staan cursief aangegeven en de locaties waar de bodemboringen zijn gezet met cijfers 1 t/m 30. Per perceel werd een mengmonster gemaakt. Op de locaties die met een rechthoek zijn gemarkeerd zijn intacte bodemkolommen verzameld ten behoeve van het naleveringsexperiment. Achtergrond: PDOK Luchtfoto 2022.



**Figuur 2.2.** Locaties van de bodembemonstering op 1 en 2 februari 2023. De zes perceeldelen staan cursief aangegeven en de locaties waar de bodemboringen zijn gezet met cijfers 1 t/m 30. Per perceel werd een mengmonster gemaakt. Op de locaties die met een rechthoek zijn gemarkeerd zijn intacte bodemkolommen verzameld ten behoeve van het naleveringsexperiment. Achtergrond: AHN4.

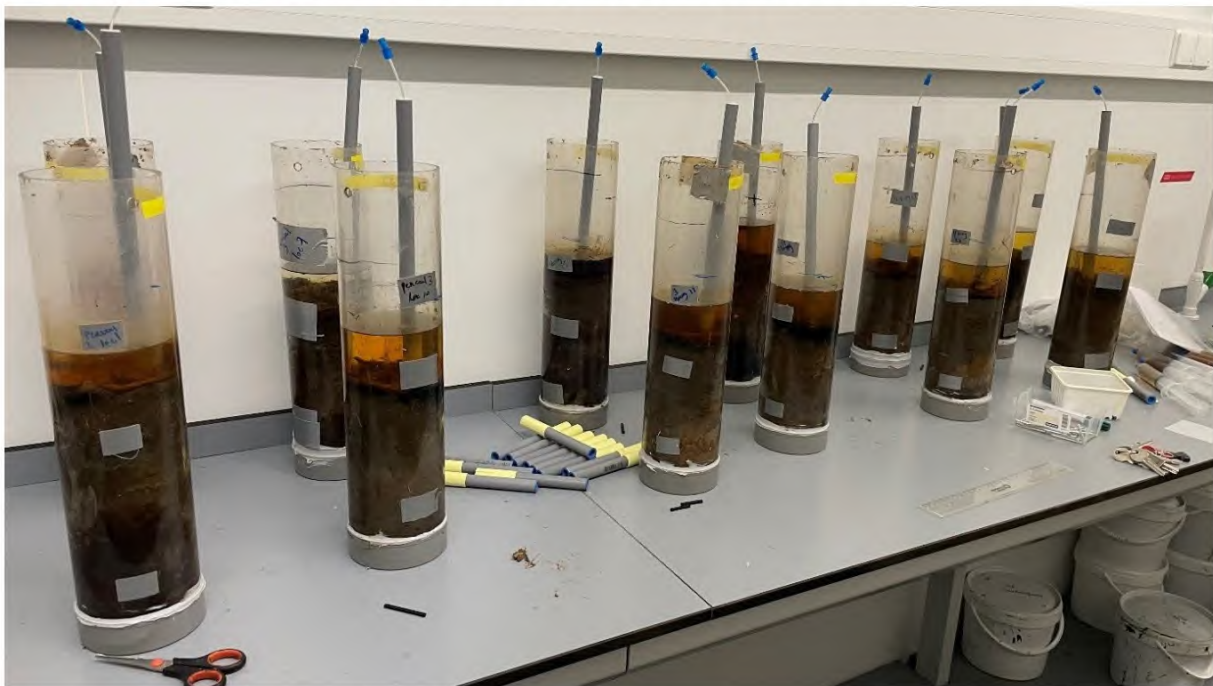


**Figuur 2.3.** Locaties van de oppervlaktewaterbemonstering op 2 februari 2023. Locatie W3 betrof een ondiepe plasdras die geïsoleerd ligt van het buitenwater. Achtergrond: PDOK Luchtfoto 2022.

## 2.2 Naleveringsproef (laboratoriumexperiment)

Het risico op P-nalevering en ammoniumaccumulatie als gevolg van een verhoging van de grondwaterstand werd bepaald middels een kolomexperiment. In het veld werden per perceel van twee locaties een intacte bodemkolom van 0-20 cm verzameld in een transparante PVC-buis (45 cm hoog, 10 cm diameter). De kolommen werden in het donker in een klimaatkamer (16 °C) geplaatst en bij aanvang van het experiment op 2 februari 2023 met 10 cm oppervlaktewater geïnundeerd. Het oppervlaktewater werd tijdens de veldbemonstering verzameld op monsterpunt W4 (figuur 2.3).

Elke kolom werd permanent voorzien van een macrorhizon om het poriewater in de bodemkolom te bemonsteren op 0-10 cm diepte. De poriewaterchemie werd bepaald na ruim 1 week, 2 weken, 4 weken en 8 weken na inundatie (op 14 februari, 17 februari, 2 maart, en 29 maart 2023).



**Figuur 2.4.** Impressie van het naleveringsexperiment in de klimaatkamer. De transparante kolommen bevatten een intacte bodemkern van 0-20 cm en werden gedurende enkele weken geïnundeerd. Met macrorhizons werd het poriewater verzameld op een diepte van 0 – 10 cm voor chemische analyse.

## 2.3 Chemische analyses

### 2.3.1 Bodemmonsters

Voor de bodemmonsters zijn de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid (massavolume);
- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantbeschikbaar P;
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- pH-zout en zoutuitwisselbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en labiel fosfor;
- Oxalaatextractie: voor bepaling van de hoeveelheid aan ijzer- en aluminiumhydroxiden gebonden fosfor en voor berekening van de fosfaatverzadigingsgraad.

**Drooggewicht en organisch stofgehalte**

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60°C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

**Olsen-extractie**

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie plantbeschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l<sup>-1</sup> natriumbicarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

**Destructie**

Door de bodem en plantmateriaal te destrukeren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruëerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

**Zoutextractie**

Met een zoutextractie kunnen de vrij in de bodem zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

**Oxalaatextractie**

Met een oxalaatextractie kan de concentratie ijzer- en aluminiumgebonden fosfaat worden bepaald. Hiervoor werd vers materiaal ingewogen overeenkomstig met 2,5 gram droog materiaal en met 50 ml extractiemedium ((COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O: 0,12 mol l<sup>-1</sup> en H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: 0,12 mol l<sup>-1</sup>) uitgeschud op een schudmachine bij 105 rpm. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons en het filtraat werd niet aangezuurd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP.

### 2.3.2 Watermonsters

Oppervlaktewatermonsters werden 10 cm onder het wateroppervlak verzameld en luchtdicht afgesloten in HDPE potten. Bodemvocht werd anaeroob verzameld op 0-10 cm diepte in de bodemkolom met macrorhizon bodemvochtbemonsteraars (Eijkelpark Agrisearch Equipment) waaraan een vacuüm getrokken 60 ml injectiespuit werd verbonden.

#### **Standaardmetingen oppervlaktewater**

De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl<sub>2</sub> elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (TIC: CO<sub>2</sub> en HCO<sub>3</sub>) werd bepaald met behulp van infrarood gas analyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit werd bepaald door een deel van het monster te titreren met 0,01 mol l<sup>-1</sup> zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV-probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De extinctie (450 nm) van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Biotek plaatreader. De monsters voor de auto-analyser werden bewaard bij een temperatuur van -20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP-OES werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

### 2.3.3 Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ARCOS MV of GREEN DUO, Spectro, Kleve, Duitsland). De concentraties nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en fosfaat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride (Cl<sup>-</sup>) werd colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium (Na<sup>+</sup>) en kalium (K<sup>+</sup>) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

## 3 Resultaten

### 3.1 Veldonderzoek

#### 3.1.1 Beschrijving van de vier onderzochte percelen

De vier onderzochte graslandpercelen liggen in het noordoostelijk deel van Varkensland, onderdeel van N2000-gebied IIPerveld, Varkensland, Oostzanderveld en Twiske. Voor zover tijdens het eenmalige veldbezoek in de winter kon worden beoordeeld worden de graslanden hoofdzakelijk gedomineerd door witbol en fioringgras met frequent voorkomend kruipende boterbloem; op de wisselvochtige delen komt pitrus abundant voor (figuur 3.1).

De percelen grenzen aan de Noordmeer, een kleine droogmakerij die circa 3 meter lager is gelegen op ca. 4,5 m – NAP. Perceel 1 en 2 zijn vrij vlak met een maaiveldhoogte van gemiddeld 1,35 tot 1,40 m – NAP. Perceel 3 en 4 hebben een hoger deel van 1,40 respectievelijk 1,50 m – NAP en de zuidoostelijke helft ligt 10 tot 15 cm lager op circa -1,50 tot -1,55 m – NAP. Het dynamisch streefpeil is 1,56 m – NAP (-1,59 tot -1,54 – NAP). Op basis van de AHN-kaarten is de drooglegging van de percelen dan ongeveer 15 – 20 cm.

De percelen hadden ten tijde van de bemonstering begin februari 2023 een hoge grondwaterstand van naar schatting 0-10(-15) cm onder maaiveld. Op perceel 1, 2, 3 laag en 4 laag werd de inschatting bemoeilijkt omdat neerslag op het maaiveld stagneerde. In de zomer zal de grondwaterstand door verdamping waarschijnlijk dieper dan 30 cm onder maaiveld uitzakken, aangezien in de bodemprofielen tot die diepte veen en klei met ijzervlekken zijn aangetroffen.

De bodemopbouw is vrij heterogeen en varieert soms sterk, zelfs binnen een perceel, met afwisselend veen, venige klei en klei (figuur 3.2 en 3.3). Over het algemeen bestaat in perceel 1 en 2 de toplaag (0-5-10 cm) uit humeus materiaal, daaronder een venige klei of klei met ijzervlekken (10-20 cm) en vervolgens een klei- of (veraarde) veenlaag. Op het hoge deel van perceel 3 is de opbouw vergelijkbaar met die van perceel 1 en 2, maar op 20-30 cm diepte zit een stevige zwarte kleilaag. Op boorlocatie 15 (perceel 3 hoge deel) en 16 en 19 (perceel 3 lage deel) bestaat de bovenste 30 cm volledig uit venig materiaal. De overige boorpunten op het lage deel tonen voornamelijk een (venige) kleilaag aan. Het hoge deel van perceel 4 is vergelijkbaar met perceel 1 en 2, met een humeuze toplaag met daaronder een al dan niet venige kleilaag. In het lage deel van perceel 4 bestaat de bodem volledig uit (venige) klei. Uitzondering is boorlocatie 30, waar de bovenste 20 centimeter voornamelijk uit veen bestaat.



**Figuur 3.1.** Impressie van de verschillende perceeldelen. Van links naar rechts, van boven naar beneden: perceel 1, perceel 2, perceel 3 hoog, perceel 3 laag, perceel 4 hoog, perceel 4 laag. De percelen waren alle drassig tot nat met flinke delen waar neerslag op het perceel stagneerde. De vegetatie bestond o.a. uit witbol, fioringras, kruipende boterbloem en pitrus. Foto's: [redacted] 2 februari 2023.



### 3.1.2 Oppervlaktewaterkwaliteit

Voor het (indicatieve) hydrochemische onderzoek werden enkele oppervlaktewatermonsters in het gebied verzameld en geanalyseerd (figuur 2.3). De resultaten worden weergegeven in tabel 3.1.

Bij de interpretatie van de chemische analyses van het oppervlaktewater is het goed om te realiseren dat deze een momentopname gedurende de winter weergeven. De waterkwaliteit zal gedurende het jaar fluctueren als gevolg van neerslag, verdamping en inlaat van Markermeerwater in het boezemsysteem. Op de monsterpunten W1, W2, W4 en W5 zijn weinig verschillen in waterkwaliteit gemeten. W3 is een ondiepe plasdras op perceel 3 die geïsoleerd ligt van het buitenwater en daardoor veel meer is beïnvloed door regenwater en naleveringsprocessen vanuit de landbouwbodem.

Het oppervlaktewater in Varkensland is (zeer) zwak brak met een chlorideconcentratie van ~6900 – 7700  $\mu\text{mol Cl/l}$  (245 – 273 mg Cl/l) en zwavelconcentraties van rond de 1400  $\mu\text{mol S/l}$ . Het heeft een pH van circa 7,7 en is goed gebufferd met bicarbonaatconcentraties van ~2200 – 2500  $\mu\text{mol HCO}_3/\text{l}$ . Het water is behoorlijk troebel (turbiditeit >45 NTU). Qua nutriënten is het water relatief rijk aan stikstof (~70  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  en ~12  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$ ) en ook de fosforconcentraties zijn hoog (6,5 – 8  $\mu\text{mol P/l}$ ).

Het water in de geïsoleerde plasdras (W3) is veel minder rijk aan ionen dan het oppervlaktewater in de omliggende sloten wat betekent dat deze voornamelijk gevuld is met neerslag. De chloride- en bicarbonaatconcentraties zijn laag (1650  $\mu\text{mol Cl/l}$  oftewel 59 mg Cl/l, respectievelijk 690  $\mu\text{mol HCO}_3/\text{l}$ ) en ook de pH is wat lager dan in het buitenwater (pH 7,1). De ammonium- fosfaat- en ijzerconcentraties zijn daarentegen (zeer) hoog, doordat in het stagnante water voedingsstoffen en gereduceerd ijzer uit de bodem diffunderen naar de bovenstaande waterlaag (214  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$ ) en 22  $\mu\text{mol P/l}$ ).

**Tabel 3.1** Kwaliteit van het oppervlaktewater. De concentraties zijn weergegeven in  $\mu\text{mol/l}$ . EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in  $\mu\text{S/cm}$ . De monsters zijn op 2 februari 2023 verzameld.

originelecode	meq/l	NTU	$\mu\text{S/cm}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	
	pH	alk	turbiditeit	EGV	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub>	TIC	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn
W1	7,88	2,35	60	1424	79	2472	2551	72,5	13,3	0,2	21	1689	7660	23	326	1340	4,2	7389	7,6	1423	214	0,5
W2	7,70	2,14	50	1348	109	2268	2377	72,1	12,6	0,7	21	1686	6945	25	320	1332	3,8	7110	7,7	1410	216	0,3
W3 (plasdras)	7,09	0,95	220	376	134	691	826	10,9	214,4	1,8	73	381	1656	170	206	280	3,7	1811	22,3	297	132	0,9
W4	7,73	2,15	53	1384	99	2204	2303	77,1	15,3	1,4	19	1671	7212	23	319	1312	4,1	7079	8,1	1450	218	0,3
W5	7,68	2,14	45	1379	108	2155	2264	67,7	11,5	1,3	15	1565	7016	21	310	1282	2,8	7009	6,5	1364	196	0,3

### 3.1.3 Algemene beschrijving van de bodemchemie

Voor het ontwikkelen van soortenrijke natuurtypen is het belangrijk dat de fosfaatbeschikbaarheid voldoende laag is. Voor het vaststellen van de fosfaatbeschikbaarheid van de bodem zijn de Olsen-P en totaal-P concentraties van belang, waarbij de Olsen-P concentratie een maat is voor de voor planten beschikbare fosfaatfractie. Voor de ontwikkeling van soortenrijke natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren afhankelijk van de ijzer- en calciumconcentraties en/of de kleiigheid van de bodem):

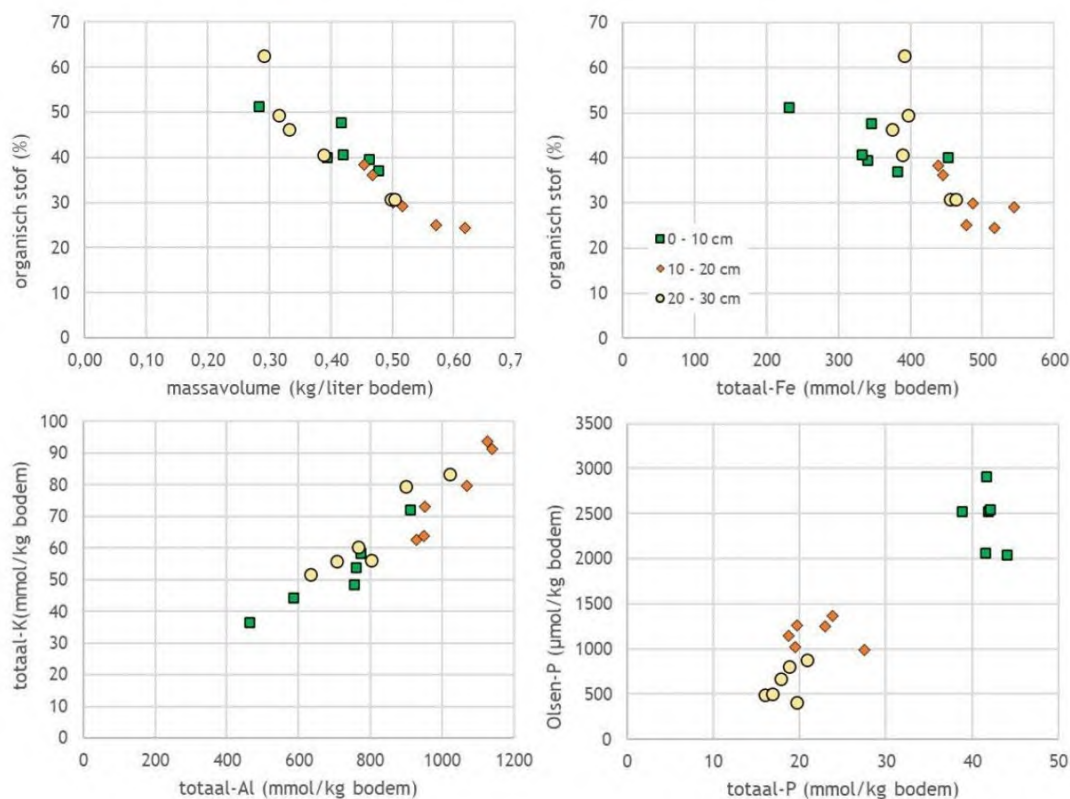
- Kleine zeggenvetatie: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Vochtig hooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ); veelal (zeer) ijzerrijk;
- Kamgrasweide: 400-1000  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z: 15.000-35.000  $\mu\text{mol/l}$ ).

De totaal-P concentratie geeft de totale P voorraad in de bodem weer waarvan een (groot) deel op termijn weer beschikbaar kan komen voor planten, zeker bij een verandering van de redoxtoestand van de bodem door het nemen van vernattingsmaatregelen. Vanwege het feit dat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en niet in een bepaalde bodemmassa worden de concentraties (gehalten) in

deze rapportage uitgedrukt per liter verse bodem. De resultaten van alle bodemanalyses staan uitgewerkt in tabel 3.2; in figuur 3.4 staan een aantal relevante correlaties uitgewerkt tussen verschillende bodemparameters. In deze correlatiegrafieken staan de elementconcentraties uitgedrukt per kilogram droge bodem.

De bodem in het gebied is een veengrond met regelmatig inmenging van venige klei en/of kleiig veen in het profiel. De opbouw van de bodem is behoorlijk heterogeen (figuur 3.2), maar over het algemeen is met name de bodemlaag op 10-20 cm kleiiger dan de toplaag (0-10 cm) en de diepere bodemlaag (20-30 cm) wat tot uitdrukking komt in de lagere organisch stof percentages, het hogere massavolume (bodemdichtheid) en hogere totaal-aluminium en totaal-kalium concentraties (figuur 3.4). Deze klei bevat veel aluminium, relatief veel kalium en ook veel ijzer, waardoor in kleiige bodemlagen de ijzerconcentraties hoog zijn. De totaal-ijzer concentraties worden echter ook sterk beïnvloed door de aanwezigheid van veraard veen (figuur 3.4; rechtsboven). De veenlagen zijn door langdurige ontwatering in zekere mate veraard, waardoor de organisch stof percentages zijn gedaald van 80-90% naar gemiddeld ~40%. Naarmate de bodem meer is aangetast door drainage en oxidatie is de bodem armer aan organisch stof en rijker aan mineralen. IJzer blijft achter in de geoxideerde toplaag van de veenbodem en er is meer van aanwezig naarmate er meer organisch stof is afgebroken.

De concentratie Olsen-P (plantbeschikbaar fosfor) neemt toe bij een toename van de totale P-voorraad in de bodem (figuur 3.4; rechtsonder). De toplaag (0-10 cm; groen) bevat de meeste hoeveelheid fosfor. Opvallend is dat de concentraties van P-totaal en Olsen-P sterk afnemen in de 10-20 (oranje) en 20-30 cm (geel) diepe bodemlagen.



**Figuur 3.4.** Correlaties tussen verschillende bodemparameters: organisch stof percentage vs. massavolume en totaal ijzer; totaal kalium vs. totaal aluminium; en de plantbeschikbare hoeveelheid fosfor (Olsen-P) vs. totale fosforconcentratie inde bodem. De concentraties zijn uitgedrukt per kilogram droge bodem. Elk bodemmonster is een mengmonster van 5 boringen verspreid over het perceel(deel).

**Tabel 3.2** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de 6 perceeldelen. Per perceel(deel) is een mengmonster gemaakt van vijf locaties. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem; P-O = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); Pbs = fosfaatbeschikbaarheid; -t = totale concentratie (mmol/l); -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ). De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

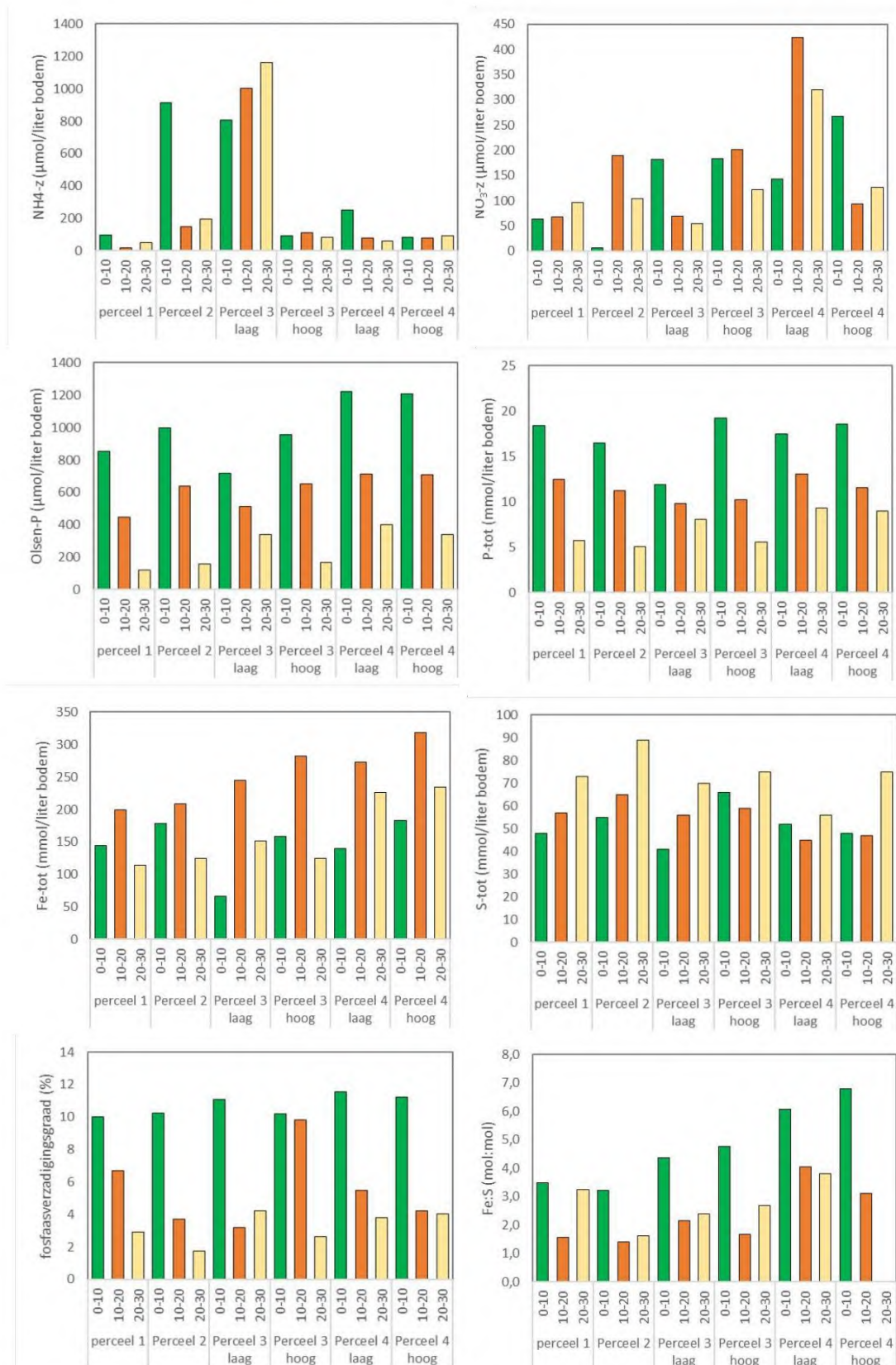
Org. stof	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO <sub>3</sub> -z	NH <sub>4</sub> -z	FVG
%	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$	%
5	300	5	150	20	4000	20	5	90	90	90
10	500	5	250	50	8000	50	5	100	100	25
25	800	10	400	100	15000	100	10	200	200	25
50	1200	15	750	150	25000	150	30	400	400	400
100	2000	30	1500	250	40000	300	50	800	800	800
2000	30						100	1200	1200	

Perceel	Diepte	OS	V	MV	P-O	P-t	Pbs	Al-t	Ca-t	Fe-t	Fe/P	Fe/S	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO <sub>3</sub> -z	NH <sub>4</sub> -z
Perceel 1	0-10	48	65	0,45	853	18,4	0,05	315	55	144	7,8	3,0	20	52	48	125	19305	10255	4,7	98,8	1,7	63	95
	10-20	38	58	0,47	448	12,5	0,04	421	68	199	15,9	3,5	28	83	57	212	19587	13636	4,9	98,8	1,7	68	17
	20-30	63	73	0,50	120	5,7	0,02	206	83	114	20,0	1,6	16	56	73	65	21858	13520	4,6	99,4	1,2	97	49
Perceel 2	0-10	40	66	0,52	996	16,5	0,06	359	49	178	10,8	3,2	28	61	55	120	16744	8889	5,0	94,9	1,7	7	912
	10-20	36	59	0,57	638	11,2	0,06	528	63	209	18,7	3,2	44	97	65	227	20905	12784	4,3	97,7	1,2	190	147
	20-30	49	72	0,62	157	5,1	0,03	200	68	125	24,5	1,4	16	49	89	87	19436	13351	5,0	98,4	1,3	104	195
Perceel 3 laag	0-10	51	73	0,42	720	11,9	0,06	132	36	66	5,5	1,6	10	25	41	87	13920	5643	4,4	95,2	3,5	182	806
	10-20	30	59	0,39	512	9,8	0,05	478	55	245	25,0	4,4	37	92	56	343	21335	11856	4,6	95,9	2,4	69	1004
	20-30	41	61	0,28	340	8,1	0,04	348	58	151	18,6	2,2	31	67	70	229	20668	12288	4,3	96,3	1,7	54	1161
Perceel 3 hoog	0-10	40	59	0,46	954	19,2	0,05	358	51	158	8,2	2,4	27	58	66	210	17855	11427	4,8	98,2	1,8	183	93
	10-20	29	52	0,42	653	10,2	0,06	589	53	282	27,6	4,8	47	115	59	209	16591	9276	4,4	97,7	2,1	201	110
	20-30	46	67	0,48	109	5,6	0,03	255	66	125	22,3	1,7	20	61	75	103	18195	14335	4,9	98,9	1,3	122	84
Perceel 4 laag	0-10	41	60	0,29	1220	17,5	0,07	245	63	140	8,0	2,7	19	41	52	63	20021	7715	4,6	97,9	1,9	143	251
	10-20	25	49	0,32	713	13,1	0,05	611	66	273	20,8	6,1	45	107	45	165	22441	13041	4,9	98,6	1,6	424	79
	20-30	31	56	0,39	403	9,3	0,04	507	80	226	24,3	4,0	41	93	56	124	23792	13496	4,6	98,8	1,8	320	61
Perceel 4 hoog	0-10	37	58	0,33	1208	18,6	0,06	364	64	183	9,8	3,8	26	69	48	84	20794	11456	5,0	98,9	2,2	268	81
	10-20	24	47	0,50	711	11,6	0,06	587	75	319	27,5	6,8	39	123	47	152	23898	15971	4,6	98,8	2,1	94	80
	20-30	31	58	0,50	339	9	0,04	405	109	234	26,0	3,1	28	108	75	56	25570	19764	5,1	99,3	1,5	127	92

### 3.1.4 Bodemchemische vergelijking tussen de percelen en diepten

De percelen bevatten in de toplaag een matig hoge hoeveelheid Olsen-P van 720 tot ruim 1200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l (figuur 3.5). Perceel 4 is duidelijk wat rijker aan plantbeschikbaar P (~1200  $\mu\text{mol/l}$ ) dan de overige percelen. Op perceel 1, 2 en 3 zijn de gemeten Olsen-P-concentraties reeds aan de bovenkant van de range waarbij bloemrijk hooiland gerealiseerd zou kunnen worden (streefwaarde: 300 – 800/900  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l). De totale fosforconcentraties in de toplaag zijn echter wel behoorlijk hoog (16,5 – 19,2 mmol P-tot/l), maar veel van dit fosfor zit gebonden aan ijzer (66-183 mmol Fe-tot/l). Zo lang als de bodems enige drooglegging (>10-20 cm) houden zal dit fosfor gebonden blijven en beperkt beschikbaar zijn voor de vegetatie. De fosforconcentraties zijn het hoogst in de toplaag en in diepere bodemlagen nemen deze snel af. Op 20-30 cm is de P-beschikbaarheid dusdanig laag dat schraallandontwikkeling mogelijk zou zijn, ware het niet dat die bodemlaag onder het huidige peil van de Waterlandse Boezem ligt.

Wanneer de bodem na inundatie waterverzadigd is dringt er geen zuurstof meer door in de bodem en wordt deze anaeroob. Hier wordt dan bij de afbraak van organisch materiaal slecht oplosbaar ijzer(III)(hydr)oxide gereduceerd tot goed oplosbaar Fe(II). Het fosfor wat aan dit ijzer gebonden is komt dan vrij, net als het gereduceerd ijzer. De zwavelconcentraties in de toplaag zijn 40-66 mmol S-tot/l en de concentraties nemen toe in de diepere lagen. De aanwezigheid van zwavel heeft potentieel een grote invloed op het al dan niet vrijkomen van ijzer bij hoge grondwaterstanden. Wanneer sulfaat wordt gereduceerd komt er sulfide vrij dat weer aan gereduceerd ijzer kan binden, waardoor de mobiliteit van ijzer in de bodem sterk kan afnemen. Met name wanneer er veel meer zwavel aanwezig is dan ijzer en de bodems langdurig geïnundeerd zijn kan dit gebeuren. Wanneer er onvoldoende ijzer aanwezig is om het sulfide te binden kan ook het giftige sulfide ophopen in het poriewater van de bodems. In de bodems van de vier percelen is de verhouding tussen de hoeveelheid ijzer en zwavel in



**Figuur 3.5.** Resultaten bodemchemische analyses. Per perceel en per diepte worden verschillende parameters weergegeven: de hoeveelheid uitwisselbaar ammonium (NH<sub>4</sub>-z), nitraat (NO<sub>3</sub>-z), plantbeschikbaar fosfor (Olsen-P) en totale fosfor-, ijzer en zwavelconcentratie (respectievelijk P-tot, Fe-tot, S-tot), de fosfaatverzadigingsgraad (berekend op basis van oxalaat-extraheerbare fracties van ijzer, aluminium en fosfor) en de ijzer-zwavelverhouding (Fe:S). Elk bodemonmonster is een mengmonster van 5 boringen verspreid over het perceel(deel). Groen = 0 – 10 cm – maaiveld (mv), oranje = 10 – 20 cm – mv en geel = 20 – 30 cm – mv.

de toplaag van de bodem ruim 3 tot 6 en daarmee is er voldoende ijzer om sulfide te binden (figuur 3.5). In diepere bodemlagen nemen de zwavelconcentraties toe tot 75-89 mmol S-tot/l. De Fe:S-verhouding is daardoor minder gunstig dan in de toplaag, maar wel nog ruim boven 1 (gemiddeld 2,3).

De minerale stikstofconcentraties in de bodem zijn over het algemeen redelijk laag (figuur 3.5). Het is voornamelijk aanwezig in de vorm van ammonium ( $\text{NH}_4$ ), omdat door de lage temperaturen en de natte condities in het veld de microbiële omzetting van ammonium naar nitraat (nitrificatie) wordt geremd. Het ammonium dat vrijkomt bij afbraakprocessen accumuleert daardoor in de bodem. De meeste locaties bevatten minder dan 100 of 200  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}_{\text{bodem}}$  en dito ammonium. Opvallende uitzonderingen zijn de zeer hoge concentraties van 800-1000  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}_{\text{bodem}}$  in de toplaag van perceel 2 en het lage deel van perceel 3. Het lage deel van perceel 4 heeft juist vrij hoge nitraatconcentraties (hoger dan 250 en soms ruim 400  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}_{\text{bodem}}$ ).

### 3.1.1 Verschralingsduur

De verschralingsduur voor maaien en afvoeren is in deze rapportage berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschralingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschralingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschraling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschralingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschralingsduur.

In tabel 3.2 is voor de verschillende percelen en bodemlagen de indicatieve verschralingsduur weergegeven. M400, M800 en M1200 zijn verschillende streefwaarden voor Olsen-P. Voor bloemrijk hooiland gaan we uit van een streefwaarden van 800  $\mu\text{mol Olsen-P/l}$  (M800) of lager. Voor perceel 1, 2 en 3 is de verwachting dat met een beheer van maaien en afvoeren binnen korte tijd (5-10 jaar) de bodem voldoende verschraald is voor de ontwikkeling van bloemrijk hooiland. De bodemanalysen lieten al zien dat de fosfaatbeschikbaarheid op perceel 4 in vergelijking met de andere percelen relatief hoog is. Verschraling via maaien en afvoeren duurt daar wat langer, naar schatting in de orde grootte van 20 jaar eer een soortenrijker grasland kan worden ontwikkeld.

Op het lage deel van perceel 3 is de fosfaatbeschikbaarheid in de toplaag reeds < 800  $\mu\text{mol Olsen-P/l}$ . Dit perceeldeel fungeert echter als plasdras en onder die langdurig natte condities mobiliseert er toch veel ijzergebonden fosfor waardoor zich een productieve pitrusvegetatie heeft gevestigd ondanks de relatief lage Olsen-P concentraties. Overigens zullen pitrus en andere eutrafente soorten waarschijnlijk ook profiteren van een hoge beschikbaarheid van ammonium. Dat illustreert dat voor de toekomstige ontwikkeling niet alleen verschraling van belang is, maar ook dat met betrekking tot de waterhuishouding langdurige inundatie moet worden voorkomen.

**Tabel 3.2** Indicatieve verschrappingsduur in jaren op basis van maaien en afvoeren van de bovengrondse biomassa. M400, M800 en M1200 staan gelijk aan een streefwaarde van 400, 800 en 1200  $\mu\text{mol Olsen-P/l}$ .

Perceel	Diepte (cm)	M400	M800	M1200
perceel 1	0-10	26	4	0
	10-20	4	0	0
	20-30	0	0	0
Perceel 2	0-10	20	10	0
	10-20	4	0	0
	20-30	0	0	0
Perceel 3 laag	0-10	6	0	0
	10-20	0	0	0
	20-30	0	0	0
Perceel 3 hoog	0-10	29	10	0
	10-20	1	0	0
	20-30	0	0	0
Perceel 4 laag	0-10	23	19	1
	10-20	10	0	0
	20-30	0	0	0
Perceel 4 hoog	0-10	27	20	0
	10-20	5	0	0
	20-30	0	0	0

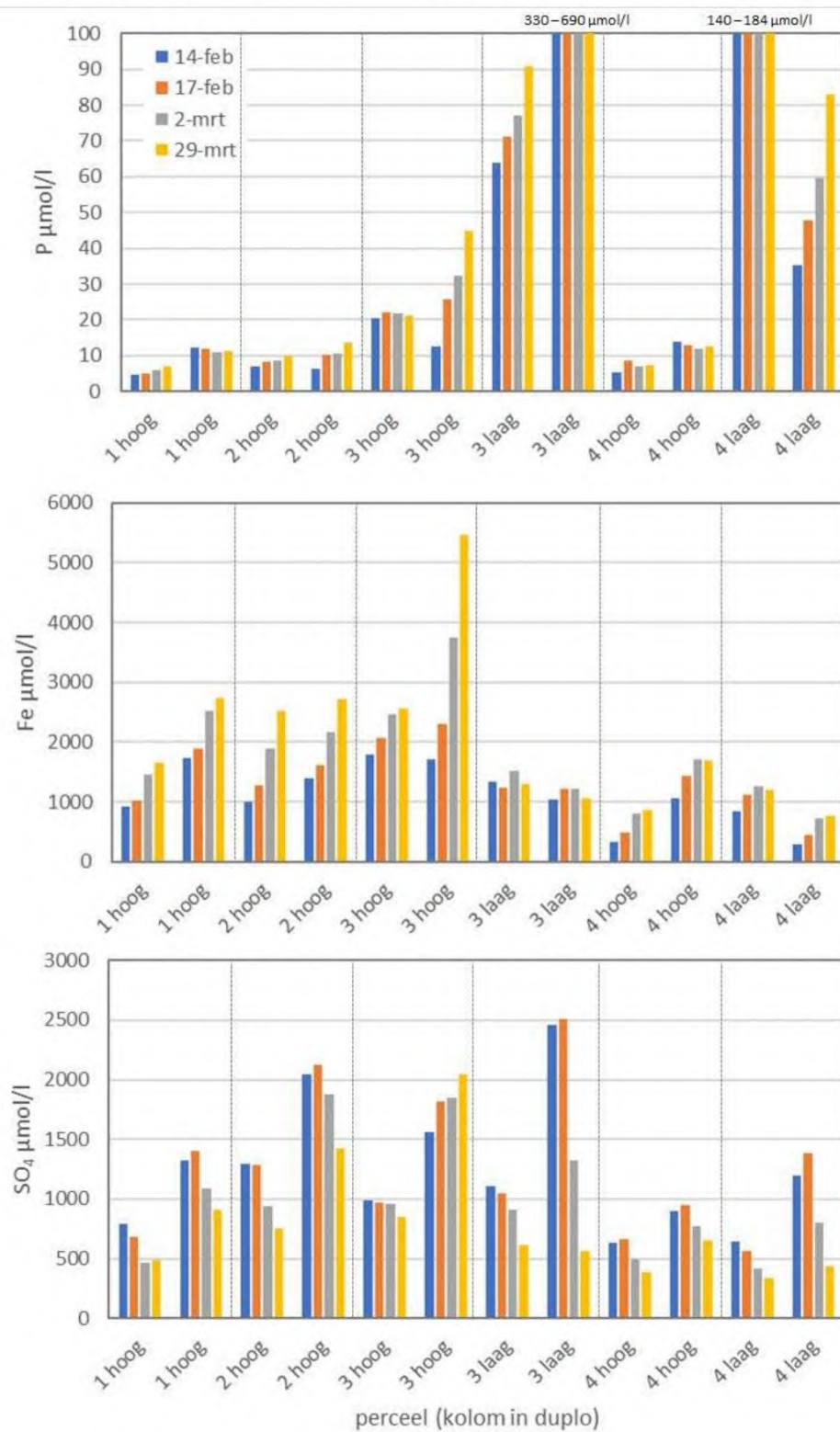
### 3.2 Naleveringsexperiment

Bij de interpretatie van de resultaten van het kolomexperiment is het belangrijk om te realiseren dat vanwege de natte condities in het veld de bodemkolommen al enigszins anaeroob waren. Dat betekent dat bij aanvang van het experiment (inundatie op  $t=0$ ) al anaerobe bodemprocessen op gang waren gekomen en concentraties van bijvoorbeeld gereduceerd ijzer en fosfor al verhoogd zijn ten opzichte van een ontwaterde uitgangssituatie. Het risico op nutriëntenmobilisatie is nog steeds goed vast te stellen, omdat deze wordt bepaald aan de hand van veranderingen in nutriënt- en elementconcentraties over de tijd.

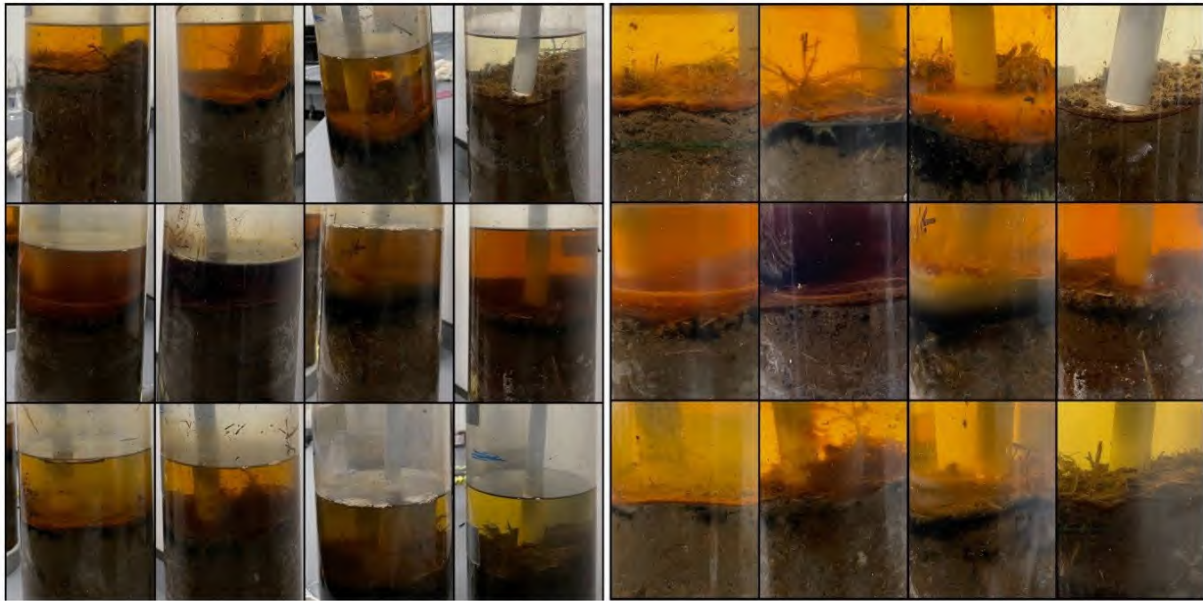
De bodemkolommen verzameld op perceel 1, 2 en het hoge deel van perceel 4 laten nauwelijks mobilisatie van P zien en de replica's binnen het perceel zijn goed vergelijkbaar. Ondanks de redelijk hoge concentratie fosfor in de bodem (18 mmol P-tot/l<sub>bodem</sub>; figuur 3.5) zijn in de bodemkolommen van deze percelen de concentraties in het poriewater redelijk laag (6 – 14  $\mu\text{mol P/l}$ ; (figuur 3.6). Het aanwezige ijzer speelt een belangrijke rol bij de immobilisatie van dit fosfaat. Het fosfaat vormt ijzerverbindingen, zoals  $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$  en  $\text{FePO}_4$ , en ook adsorbeert het fosfaat aan ijzer(III)(hydr)oxides. Hierdoor wordt het fosfaat gebonden. In het geval van inundatie wordt een deel van het fosfaat geadsorbeerd aan ijzer(hydr)oxiden. De hoge ijzerconcentraties in het poriewater (1800-2800  $\mu\text{mol Fe/l}$ ; figuur 3.6) als gevolg van ijzerreductie in de anaërobe bodem gaan ook de nalevering van fosfaat naar de waterlaag tegen, omdat ijzer en fosfaat gezamenlijk neerslaan op de overgang van de anaërobe bodem naar de aërobe waterlaag of in de aerobe waterlaag. Dit is de zogenaamde ijzerval, welke in de kolommen zichtbaar is als een roestkleurige laag op de bodem en de roestbruine kleur van het water (figuur 3.7).

De kolommen die zijn verzameld in de lage delen in perceel 3 en 4 laten daarentegen gedurende de 8 weken van het experiment een sterke verandering in P-concentratie in het poriewater zien. Daar is sprake van een forse mobilisatie van P en van soms zeer hoge fosfor P-concentraties in het poriewater van ~45 tot maar liefst 690  $\mu\text{mol P/l}$ . Dergelijke P concentraties zijn een groot knelpunt voor de ontwikkeling van bloemrijk grasland en zullen leiden tot een sterke uitbreiding van pitrus of andere eutrafente soorten. Het is opvallend dat juist deze locaties zo'n grote mobilisatie van fosfor laten zien, omdat

volgens Staatsbosbeheer deze percelen in het verleden juist op het oog wat schraler waren. Tot circa 2008 werden deze percelen permanent nat gehouden, met ten dele de functie als weidevogelplasdras. Vanaf 2008 tot 2018 werd het grasland juist veel meer ontwaterd. Terwijl in de laatste jaren deze percelen juist weer natter worden gehouden om diepe uitzakking in de zomer te voorkomen.

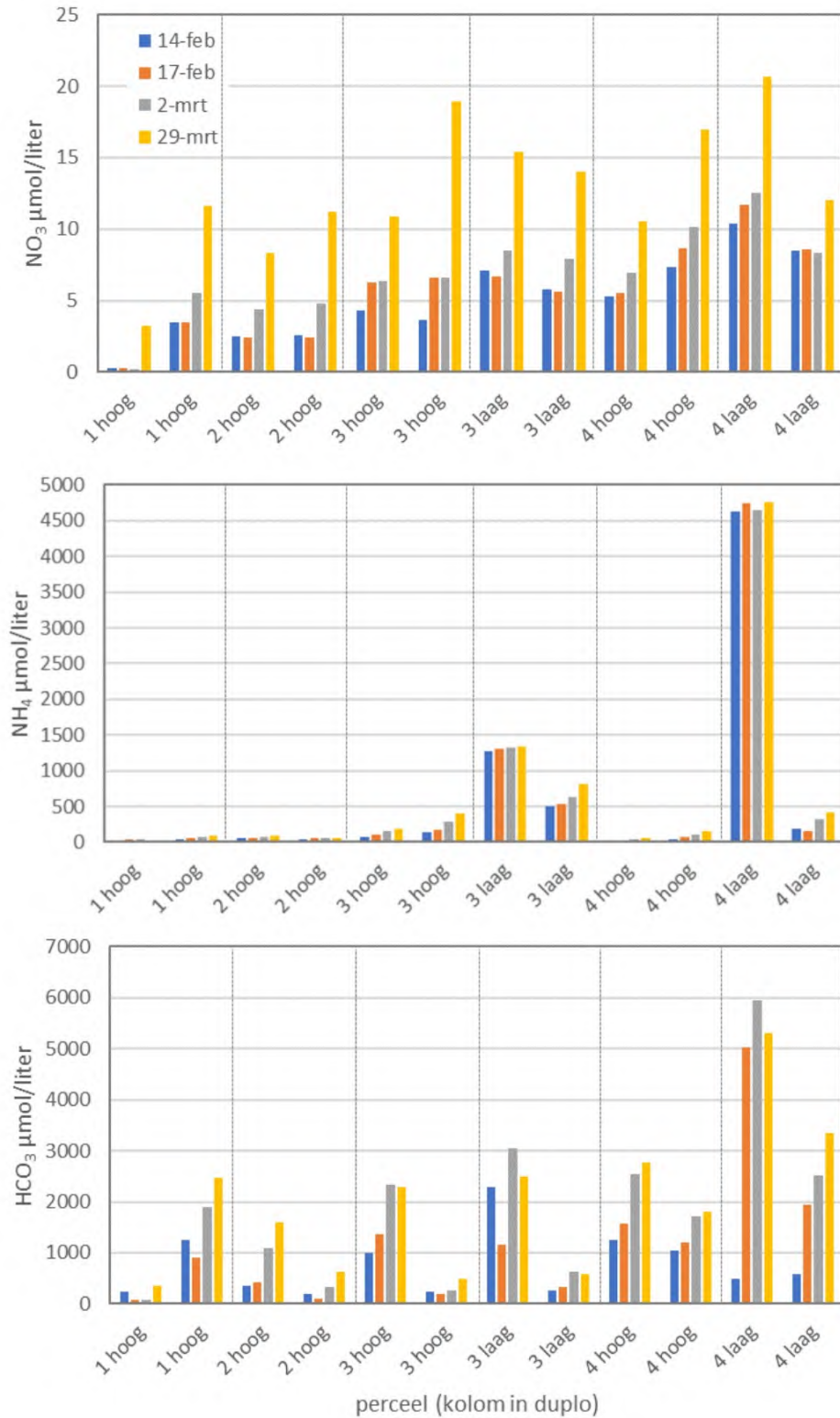


**Figuur 3.6.** Veranderingen in poriewaterchemie op verschillende tijdstippen na inundatie van bodemkolommen: fosfor (P), ijzer (Fe) en sulfaat (SO<sub>4</sub>). Per perceel zijn twee kolommen gemonitord. De P-concentraties in perceel 3 laag en 4 laag zijn niet in de grafiek weergegeven; de range in concentraties is weergegeven als getal boven de grafiek.



**Figuur 3.7** Impressie van de kolommen na afloop van het experiment. Rechts in detail de overgang van bodem naar waterlaag. Door reductieprocessen lopen de concentraties ijzer in het poriewater zeer hoog op; dit opgeloste ijzer diffundeert naar de zuurstofhoudende waterlaag waar het weer geoxideerd wordt. Ijzer en fosfaat slaan gezamenlijk neer op de overgang van de anaërobe bodem naar de aërobe waterlaag.

De sulfaatconcentratie in het poriewater neemt over de tijd af (figuur 3.6). De sterk dalende concentratie van opgelost zwavel is een aanwijzing dat er ook zwavelreductie optreedt. Dit is een belangrijk bodemproces, omdat het in de vorm van ijzersulfide gebonden ijzer niet meer in staat is om fosfaat te binden. In de kolommen van de lage delen in perceel 3 en 4 nemen ook de ammoniumconcentraties toe (figuur 3.8) en in sommige kolommen is de concentratie van begin af aan al zeer hoog (1200 – meer dan 4500  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$ ) doordat deze bodems in het veld al lange tijd permanent geïnundeerd waren. De toename van ammonium is het gevolg van een voortgaande (anaërobe) afbraak van organisch materiaal, in combinatie met een geremde omzetting van ammonium naar nitraat in de zuurstofarme waterlaag. Anaerobe afbraakprocessen leiden tevens tot alkalinisatie, wat zichtbaar is in de toename van bicarbonaat ( $\text{HCO}_3$ ) over de tijd (figuur 3.8).



**Figuur 3.8.** Veranderingen in poriewaterchemie op verschillende tijdstippen na inundatie van bodemkolommen: nitraat ( $\text{NO}_3$ ), ammonium ( $\text{NH}_4$ ) en bicarbonaat ( $\text{HCO}_3$ ). Per perceel zijn steeds twee kolommen gemonitord.

## 4 Conclusies & aanbevelingen

Het biogeochemisch onderzoek is uitgevoerd om een aantal onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden en een advies te geven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke vochtig hooilanden gerealiseerd kan worden en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn.

### 4.1 Onderzoeksvragen

#### **Wat is de voedselrijkdom en verschrallingsduur van de toplaag voor de ontwikkeling van een soortenrijk vochtig hooiland?**

In de toplaag van de bodem is de beschikbaarheid van fosfor (Olsen-P) op veel plekken bijna voldoende laag om de ontwikkeling van kruidenrijk grasland mogelijk te maken (800-900  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l of lager). Door verschrallingsbeheer gericht op maaien- en afvoeren is op de meeste percelen binnen 10 jaar de beschikbaarheid van fosfor voldoende naar beneden te krijgen. Op perceel 4 is de fosforbeschikbaarheid wat hoger waardoor de indicatieve verschrallingsduur in de orde grootte van 20-30 jaar ligt.

Voor de doorontwikkeling naar kruidenrijke kamgras- of reukgras-graslanden is verdere verschralling gewenst door maaien- en afvoeren van de bovengrondse biomassa langer voort te zetten. Het is dan ook goed dat sinds dit jaar de bemesting van de percelen is beëindigd. Op de delen die in de zomer voldoende vochtig blijven (maar wel enige drooglegging behouden) zijn dan op termijn eventueel soortenrijkere graslandtypen mogelijk met soorten als echte koekoeksbloem of zwarte zegge.

#### **Is er op de percelen een risico op mobilisatie van fosfor als gevolg van vernatting? Zijn er naast fosfor nog andere nutriënten die een knelpunt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland vormen?**

Opvallend is dat er met name in de laaggelegen delen van de percelen 3 en 4 veel P en ammonium vrijkomt na inundatie. Dit zijn voedselrijke percelen die al langere tijd en mogelijk ook in de zomer (zeer) nat zijn. Dit suggereert in ieder geval dat vernatting voor langere tijd van de ijzerrijke en fosforrijke toplagen tot een extreem hoge (en ongewenste) beschikbaarheid van P en N kan leiden en een toename van pitrus.

Langdurige inundatie van de percelen kan leiden tot nalevering van fosfor en ammonium naar het oppervlaktewater (zie ook oppervlaktewatermeetpunt W3). Omdat er nog een overmaat aan ijzer is wordt ook ijzer nageleverd naar de waterlaag. Dit ijzer oxideert en het fosfor wordt hieraan gebonden. Uiteindelijk slaat dit weer neer uit de waterlaag. Hierdoor kan het effect op de waterkwaliteit beperkt blijven, zolang er meer ijzer dan fosfor in het poriewater aanwezig is na inundatie.

Het is overigens niet geheel duidelijk waar die extreem hoge P-nalevering in de lage delen door wordt veroorzaakt. Het is mogelijk dat veranderingen in het waterbeheer een rol hebben gespeeld. De percelen kenden in het verleden een zeer beperkte drooglegging in de zomer. In die tijd waren de lage delen in gebruik als weidevogelplasdras en via de greppels werd oppervlaktewater aangevoerd om in de zomer te vernatten. Vanaf 2008 tot 2018 veranderde dit en was het waterbeheer er juist op gericht om de percelen dieper te ontwateren. De hypothese is dat dit in de (kleiige) veenbodem heeft geleid tot een behoorlijke oxidatie van het organische materiaal en tevens van gereduceerd ijzer, waarbij veel amorf ijzer(III) is gevormd waaraan ook veel fosfor (deels ook afkomstig van bemesting) is gebonden. Sinds enkele jaren worden de percelen weer vernat en dat leidt tot reductie van deze geoxideerde ijzerverbindingen, waardoor de concentraties opgelost ijzer ( $\text{Fe}^{2+}$ ) en fosfor sterk kunnen toenemen. Er zijn aanwijzingen dat in sommige geïnundeerde bodems de ijzerreductie gekoppeld is aan een versterkte afbraak van organisch stof. Bij die afbraakprocessen kan ook weer fosfor vrijkomen.

**Wat is de fysisch-chemische kwaliteit van het oppervlaktewater in de omliggende sloten en is dit een knelpunt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland?**

Het oppervlaktewater is (zeer) zwak brak, relatief rijk aan sulfaat en vrij goed gebufferd. Het water is behoorlijk troebel en qua nutriënten is het relatief rijk aan stikstof en fosfor. Oppervlaktewater met een dergelijke chemische kwaliteit zal naar verwachting een gering knelpunt zijn voor de ontwikkeling van vochtig hooiland. Wanneer het water via greppels gebruikt wordt om de percelen te vernatten wordt een beperkte hoeveelheid stikstof en fosfor aangevoerd, maar tegelijk wordt ook de oxidatie van veen- en organisch rijke kleilagen voorkomen doordat de grondwaterstand in de percelen wordt verhoogd. Daarmee wordt ook de mineralisatie van stikstof en fosfor in de bodem gereduceerd. Onder vochtige condities kan een deel van het stikstof bovendien worden gedenitrificeerd, waarmee het ontsnapt naar de atmosfeer en uit het systeem verdwijnt. De bodem in de percelen is ijzerrijk, dus zolang de percelen enige drooglegging hebben zal fosfor worden geïmmobiliseerd.

## 4.2 Aanbevelingen

- Instellen van een verschravingsbeheer door middel van maaien en afvoeren biedt perspectief om de nutriëntenconcentraties in de percelen binnen afzienbare tijd verder te verlagen (indicatieve verschravingsduur 5-10-20 jaar).
- Het is onbekend of doelsoorten van bloemrijke graslanden op dit moment op of in de buurt van de percelen aanwezig zijn. Men kan overwegen om maaisel of zaden in te brengen van goed ontwikkelde, kruidenrijke graslanden uit de buurt om de ontwikkeling van soortenrijk graslandtypen te stimuleren.
- Voor zover de vegetatiesamenstelling in de winter kon worden beoordeeld lijken enkele soorten, waaronder gestreepte witbol, fioringras en/of pitrus dominant aanwezig in de percelen. Een dichte vegetatiemat biedt beperkte mogelijkheden voor kieming en vestiging van meer kruiden. Op plekken waar de huidige grasmat te dicht is kan overwogen worden om de zode te plaggen of te chopperen (mits deze soortenarm is) en maaisel van een doelvegetatie op te brengen om de ontwikkeling van bloemrijk hooiland (dotterbloem-, koekoeksbloemhooiland of kamgrasweide) te stimuleren.
- Afplaggen van de toplaag (0-10 cm) biedt qua bodemchemische condities een prima uitgangssituatie voor de ontwikkeling van soortenrijke vochtige graslandtypen. Door de geringe drooglegging van de percelen (10-20 cm) zijn de mogelijkheden voor afgraven echter erg beperkt en heeft ontwikkeling via maaien en afvoeren de voorkeur.
- Aanvullend aan de maatregelen om de nutriëntenrijkdom van de percelen te reduceren is het van belang om maatregelen te nemen om het grondwater in de graslanden in de zomer voldoende hoog te kunnen houden. Een geringe drooglegging van 10-20 cm is voldoende om een groot deel van de veenafbraak (op grotere diepte) te voorkomen; door de zuurstofrijke condities in de toplaag blijft het ijzer geoxideerd en behoudt het voldoende capaciteit om fosfor te immobiliseren.
- Langdurige inundatie van de percelen kan leiden tot extreem hoge en ongewenste beschikbaarheid van P en N en een verdere uitbreiding van pitrus. Het greppelsysteem dat wordt gebruikt om de percelen te vernatten kan wellicht worden gebruikt om langdurige inundaties te voorkomen. Daar waar langdurige inundaties gewenst zijn in verband met de

weidevogelsdoelstelling zou kunnen worden overwogen om de meeste voedselrijke toplaag te verwijderen om een excessieve mobilisatie van P en N te voorkomen.

- In geval van vernatten is het belangrijk dat de bodem begroeid blijft met vegetatie en de waterstanden niet continu hoog te houden. In de winter zal inundatie waarschijnlijk niet leiden tot P-nalevering, maar in het groeiseizoen (eind van het voorjaar) is enige drooglegging aan te bevelen. Als de greppels zijn voorzien van elleboogstukken kan worden gestuurd op een geringe drooglegging in de zomerperiode, waarbij enerzijds P-mobilisatie in de toplaag wordt voorkomen en anderzijds de veenoxidatie/bodemdaling zoveel als mogelijk worden beperkt.

## 5 Literatuur

- Lovley, D.R. (1987) Organic matter mineralization with the reduction of ferric iron: A review, *Geomicrobiology Journal*, 5:3-4, 375-399, DOI: 10.1080/01490458709385975
- Smolders, A., Van Diggelen, J., Roelofs, J., Lucassen, E., Geurts, J. & L. Lamers (2013) Waterkwaliteit in het veenweidegebied: de complexe interacties tussen oever, waterbodem en oppervlaktewater. *Landschap* 30 (3): 145-153.
- Van Diggelen, J., L.P.M. Lamers, J.H.T. Loermans, W.J. Rip, A.J.P. Smolders (2020). Towards more sustainable hydrological management and land use of drained coastal peatlands - A biogeochemical balancing act. *Mires and Peat*, Volume 26 . <http://www.mires-and-peat.net/>, ISSN 1819-754X International Mire Conservation Group and International Peatland Society, DOI: 10.19189/MaP.2019.APG.StA.1771.
- Van Mullekom, M., F. Smolders, B.G.H. Timmermans (2014). Van landbouw naar natuur - Een efficiënte en effectieve aanpak. Onderzoekcentrum B-WARE B.V. / Louis Bolk Instituut, Nijmegen / Driebergen.



Toernooiveld 1  
Mercator III gebouw  
6525 ED Nijmegen

IBAN: NL23 RABO 0167 8984 93  
BTW: NL 811402496B01  
KvK: 09131250

024 212 2200  
[info@b-ware.eu](mailto:info@b-ware.eu)  
[www.b-ware.eu](http://www.b-ware.eu)

**Biogeochemical Water management  
& Applied Research on Ecosystems**

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen



# BODEM- EN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK NATUURPOTENTIES KAMERIK-TEYLINGENS



- Eindnotitie v2 -

Z23-9170-27 (2)

# BODEM- EN HYDROCHEMISCH ONDERZOEK KAMERIK-TEYLINGENS

*Eindnotitie V2*



*Titel rapport:*

*Bodem- en hydrochemisch onderzoek Kamerik-Teylingens, eindnotitie V2*

*Auteurs:*

█ & █

*Rapportnummer: RP-22.119.23.10*

*Opdrachtgever:*

*Provincie Utrecht*



PROVINCIE ■ UTRECHT

**Informatie:**

Onderzoekcentrum B-WARE BV  
Radboud Universiteit Nijmegen  
Mercator III, Toernooiveld 1  
6525 ED Nijmegen

**Contactpersoon:**

█

Tel: 024-█

█@b-ware.eu

www.b-ware.eu

**INHOUDSOPGAVE**

<b>1. Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding	7
1.2 Onderzoeksvragen bodem- en hydrochemisch onderzoek	8
1.3 Leeswijzer	9
<b>2. Materiaal en methoden</b>	<b>11</b>
2.1 Veldwerkzaamheden bodem- en hydrochemisch onderzoek	11
2.2 Chemische analyse	15
<b>3. Abiotiek beoogde natuurtypen</b>	<b>17</b>
3.1 Heischraalgrasland, blauwgrasland en vochtig hooiland	17
3.2 Kruiden- en faunarijk grasland	18
<b>4. Resultaten bodemchemisch onderzoek</b>	<b>21</b>
4.1 Inleiding	21
4.2 Bodemtype	21
4.3 Grondwaterstanden en waterkwaliteit	22
4.4 Kansen voor natuurontwikkeling per locatie	22
<b>5. Synthese</b>	<b>45</b>
<b>6. Literatuur</b>	<b>51</b>
<b>7. Bijlagen</b>	<b>53</b>
7.1 Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem	53
7.2 Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden	54



## 1. INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Onderzoekcentrum B-WARE is door Provincie Utrecht (via Staatsbosbeheer) gevraagd om een bodem- en hydrochemisch onderzoek uit te voeren om natuurpotenties en geschikte inrichtingsmaatregelen (plagdieptes) in kaart te brengen van een aantal veenweidepercelen in Kamerik-Teylingens (Figuur 1).



Figuur 1. Overzicht van de globale ligging van het onderzoeksgebied.

Dit gebied is onderdeel van beschermde schraallanden in Utrecht-West en van het Natuur Netwerk Nederland (NNN) als verbindingzone tussen de Nieuwkoopse Plassen en Groot Wilnis Vinkeveen. Om de kwetsbare natuur te herstellen en kans te geven zich beter te ontwikkelen is het noodzakelijk om herstelwerkzaamheden uit te voeren. Voor de herinrichting van Kamerik-Teylingens is door [REDACTED] een inrichtingsplan opgesteld. In het plan is de realisatie van nat schraalland opgenomen. Er is alleen onvoldoende duidelijkheid over hoe diep het fosfaat in de bodem zit. Wel is er afgesproken dat er circa 10-15 cm afgeplagd gaat worden. Staatsbosbeheer wil meer inzicht in de vereiste plagdieptes en duidelijkheid over de haalbaarheid van dit doelttype om tegenvallende ontwikkeling te voorkomen. Meer specifiek is inzicht gewenst in de bodemopbouw en de kansrijkdom na afplaggen met eventueel ontwikkelingsbeheer:

*Hoeveel voedingsstoffen blijven er achter na afplaggen en in welke range zitten die voedingsstoffen in verhouding tot de vegetaties die we willen ontwikkelen?*

Op verzoek van Staatsbosbeheer worden de percelen 1, 2, 4 en 5BC onderzocht. Bij de ontwikkeling van nat schraalland hoort een Olsen-P concentratie <400 (200-500)  $\mu\text{mol/l}$  met een drooglegging van 15-25 cm in de zomer en waarbij in de wintermaanden water aan maaiveld kan staan en periodieke inundatie mag optreden. Wanneer hierbij voedselrijk slib wordt afgezet kan dit tot

verruiging leiden. Omdat de percelen 'op één oor' worden afgegraven (langs de oevers wordt meer afgegraven dan in het centrum van perceel) worden per perceel profielboringen in een raai uitgevoerd. Staatsbosbeheer geeft aan dat het oppervlaktewaterpeil uiteindelijk wordt afgestemd op de bestaande schraallanden in de directe omgeving. Met een oppervlaktewaterpeil van -1,97 m NAP zijn volgens AHN-4 de bestaande schraallanden voor een groot deel jaarrond geïnundeerd. Mogelijk wordt het peil uiteindelijk circa 5 cm verlaagd. De focus in dit onderzoek ligt op het bodemchemische aspect.

Het onderzoek is gericht op de bodemkwaliteit. Voor het bepalen van de ontgravingsdiepte of mogelijkheden voor een verschrallingsbeheer zijn op een 17 locaties de fosfaatgehalten in de top laag en in de diepte bepaald en vergeleken met de gewenste fosfaatgehalten van soortenarme natuurbeheertypen als nat schraalland en vochtig hooiland (Figuur 2). Tevens wordt de waterkwaliteit van de hoogwatervoorziening Kamerikse Wetering gemeten. Het uitvoeren van een (ecohydrologische) systeemanalyse en het opstellen van een inrichtingsplan maken geen deel uit van het onderzoek. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kan de opdrachtgever gericht keuzes maken bij de gebiedsontwikkeling.



Figuur 2. Nat schraalland (links) en vochtig hooiland (rechts) komen tot ontwikkeling onder relatief voedselarme omstandigheden. Foto's:  & 

## 1.2 Onderzoeksvragen bodem- en hydrochemisch onderzoek

Op basis van de onderzoeksresultaten wordt aangegeven op welke locaties een geschikte uitgangssituatie voor soortenrijke natuurtypen gerealiseerd kan worden en welke verschrallingsmaatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Door middel van het onderzoek worden de volgende vragen beantwoord:

1. Wat is de bodemopbouw op de 17 boorlocaties?
2. Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor? Liggen er mogelijkheden voor de ontwikkeling van nat schraalland/vochtig hooiland worden ontwikkeld door middel van een ontgronding en/of (aanvullend) verschrallingsbeheer?
3. Wat is de kwaliteit van het inlaatwater?
4. Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen?
5. Wat zijn de bodemchemische condities in het referentie schraalland?

Dit onderzoek is gericht op het in kaart brengen van de verschravingsmogelijkheden en natuurpotenties op basis van de bodemchemische omstandigheden en het bodemtype. De resultaten uit dit onderzoek kunnen sterk bepalend zijn voor de keuzes die bij de gebiedsinrichting gemaakt worden. De keuze van de uiteindelijke inrichtingsmaatregelen is echter niet alleen afhankelijk van de kansrijkdom qua bodemchemie. Ook andere factoren zoals het beschikbare budget, het ambitieniveau en de ruimtelijke/landschappelijke waarden spelen een belangrijke rol. Een ontgroning kan bijvoorbeeld een geschikte maatregel zijn om de biogeochemische omstandigheden te optimaliseren, maar dient altijd te worden getoetst op de inpassing in het systeem. Deze toetsing maakt geen onderdeel uit van deze opdracht. De maximale monsterdieptes zijn in overleg met de opdrachtgever vastgesteld op basis van de hydrologische condities. Wel vormen de resultaten van dit project een belangrijke basis voor het maken van goed onderbouwde keuzes die de kansen op een succesvolle herinrichting vergroten.

### 1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de toegepaste onderzoeksmethoden beschreven. In hoofdstuk 3 wordt de abiotiek van de beoogde natuurbeheertypes besproken. De resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek worden in hoofdstuk 4 beschreven inclusief de kansen voor de natuurontwikkeling plus de mogelijke (inrichtings)maatregelen die daarvoor nodig zijn, waarna in hoofdstuk 0 een synthese volgt. Hoofdstuk 6 bevat een overzicht van de gebruikte literatuur en hoofdstuk 0 de bijlagen (Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem en Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden).



## 2. MATERIAAL EN METHODEN

### 2.1 Veldwerkzaamheden bodem- en hydrochemisch onderzoek

#### Monstername

Op 19 december 2022 werden op 17 locaties boringen gezet tot op 120 cm-mv (Figuur 3). De locaties werden in overleg met de opdrachtgever vastgesteld op basis van de actuele en historische perceelverdeling, hoogteverschillen in het landschap en variatie in het bodemtype. De maximale monsterdieptes werden vastgesteld op basis van de hoogteligging en de hydrologische condities. De boringen werden verricht met een Edelmanboor en de exacte boorlocaties werden ingemeten met een GPS (Tabel 1). Het bodemprofiel werd beschreven conform NEN 5104 door boormeester J van ATKB (zie Bijlage). Tevens werd de actuele grondwaterstand genoteerd en indien waarneembaar in het profiel ook de GHG en GLG (Tabel 1) geschat op basis van hydromorfe kenmerken. Daarnaast werd een oppervlaktewatermonster verzameld ter hoogte van de hoogwatervoorziening Kamerikse Wetering (Figuur 3).

**Tabel 1.** Overzicht van de bodem- en oppervlaktewatermonsterdatum, diepte (cm-mv), coördinaten, maaiveldhoogte (m N.A.P.) landgebruik, actuele grondwaterstand (GWS; 19-12-2022), gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) per locatie. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 3.

LOCATIE	DATUM	DIEPTE	X	Y	MVH	MVTYPE	GWS	GLG	GHG	TYPE
1	19-12-2022	120	120987	463703	-1,741	gras	30	60	10	boring
2	19-12-2022	120	120991	463692	-1,761	gras	25	60	10	boring
3	19-12-2022	120	120995	463682	-1,771	gras	20	60	10	boring
4	19-12-2022	120	120999	463670	-1,789	gras	20	60	10	boring
5	19-12-2022	120	120816	463618	-1,766	gras	30	60	10	boring
6	19-12-2022	120	120821	463609	-1,926	gras	0	40	0	boring
7	19-12-2022	120	120825	463602	-1,79	gras	30	50	10	boring
8	19-12-2022	120	120669	463551	-1,78	gras	35	70	20	boring
9	19-12-2022	120	120673	463542	-1,95	gras	5	50	0	boring
10	19-12-2022	120	120677	463534	-1,786	gras	35	65	20	boring
11	19-12-2022	120	120345	463411	-1,935	gras	20	40	0	boring
12	19-12-2022	120	120350	463401	-1,854	gras	35	60	15	boring
13	19-12-2022	120	120353	463391	-1,86	gras	30	55	10	boring
14	19-12-2022	120	120191	463298	-1,779	gras	30	55	10	boring
15	19-12-2022	120	120191	463284	-1,805	gras	35	60	20	boring
16	19-12-2022	120	120193	463270	-1,827	gras	25	50	5	boring
17	19-12-2022	120	120194	463257	-1,807	gras	30	55	10	boring
OW	19-12-2022	-	121068	463740	-2,061	waterspiegel	-	-	-	peilbuis

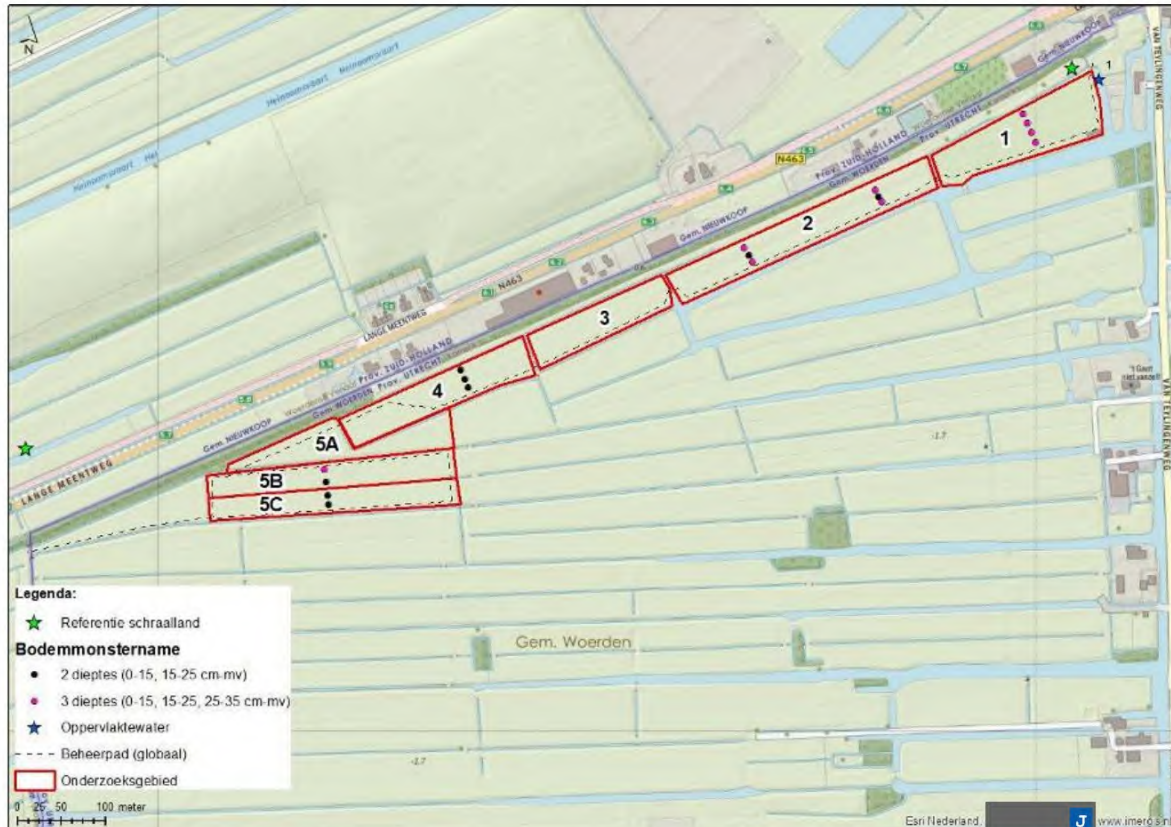
De globale bemonsteringsstrategie:

- Toplaag (0-15 cm-mv);
- 15-25 cm-mv;
- 25-35 cm-mv (op een selectie van wat hoger gelegen locaties).

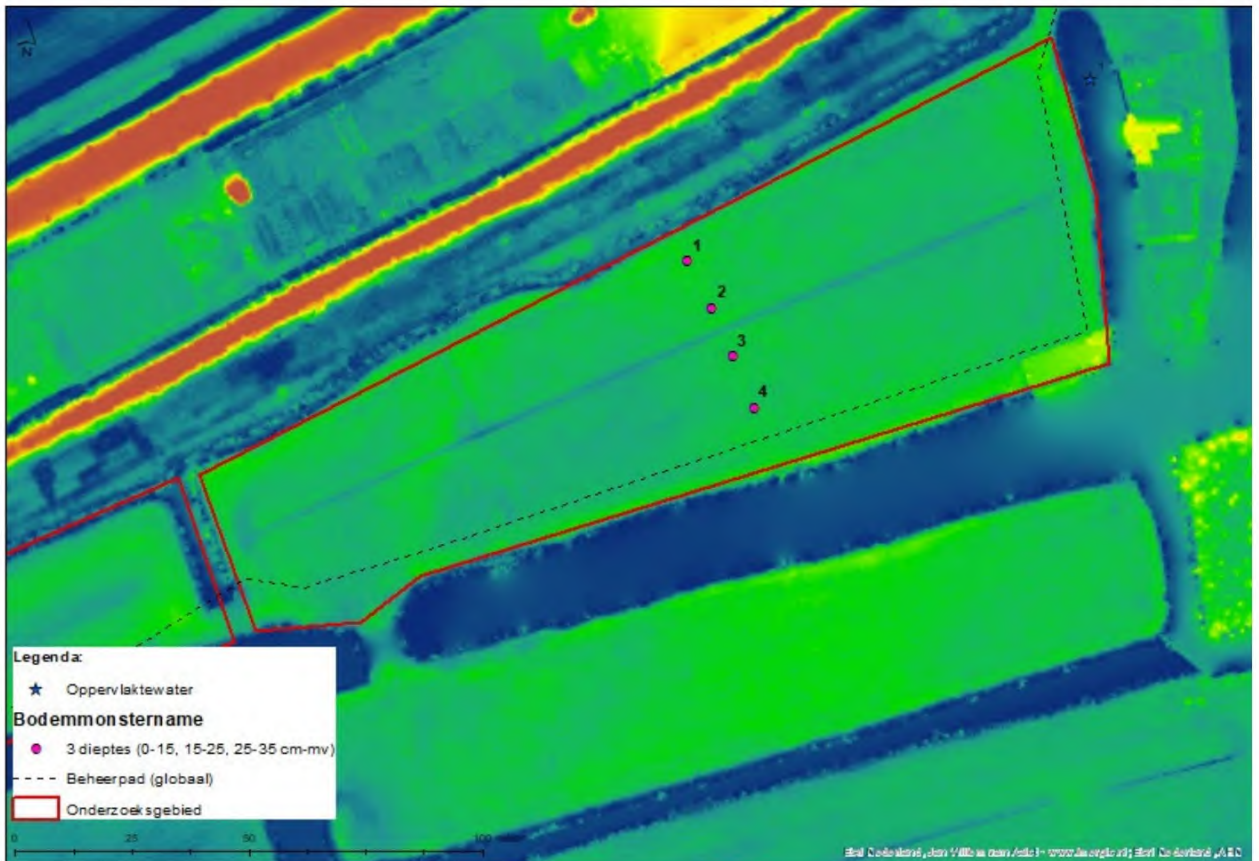
Op deze manier worden de potenties van de toplaag en de kansen voor schraallandontwikkeling na 15 en lokaal 25 cm plaggen in kaart gebracht. Op 31 juli werden door de opdrachtgever aanvullende bodemonsters (3 dieptes) uit een bestaand schraalland aangeleverd voor analyse.

De bodemonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4 °C tot verdere verwerking. Voor het in kaart brengen van verschalingsduren, ontgrondingsdieptes, natuurpotenties, aanvullende maatregelen en risico's zijn bewerkingen en analyses uitgevoerd (Olsen-extractie, destructie en zoutextractie).

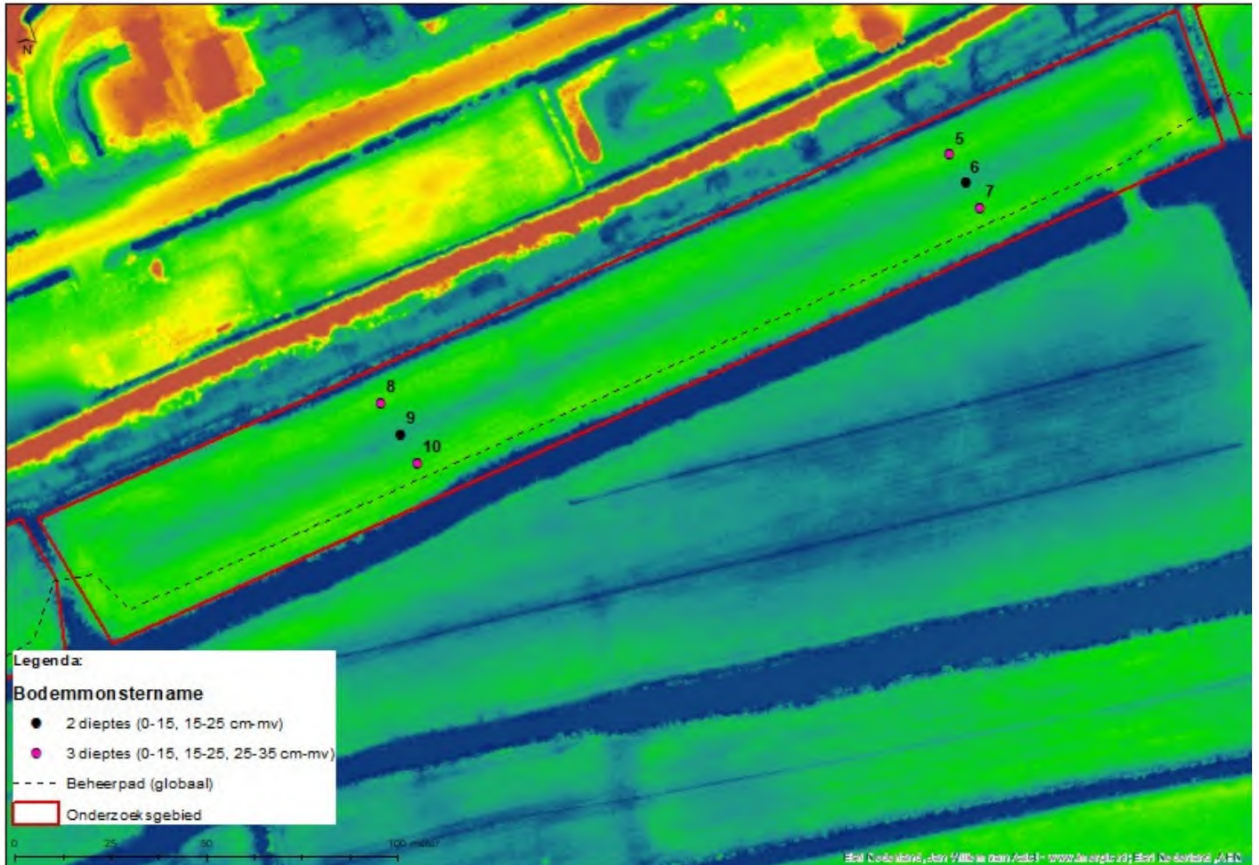
In paragraaf 2.2 worden de analysemethoden nader toegelicht.



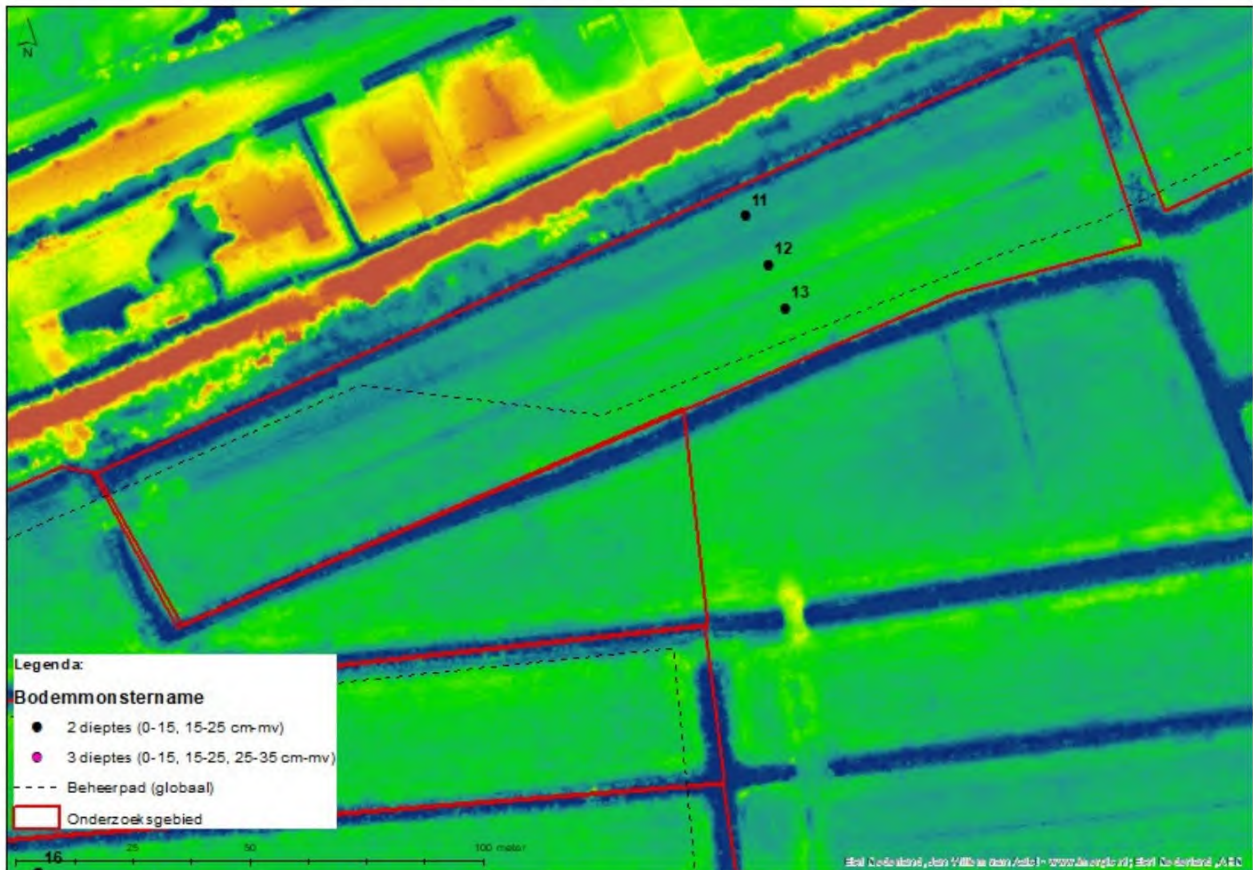
Figuur 3. Overzicht van de ligging van de bodemonsterlocaties in het onderzoeksgebied Kamerik-Teylingens op een topografische kaart (perceel 3 en 5A zijn niet onderzocht).



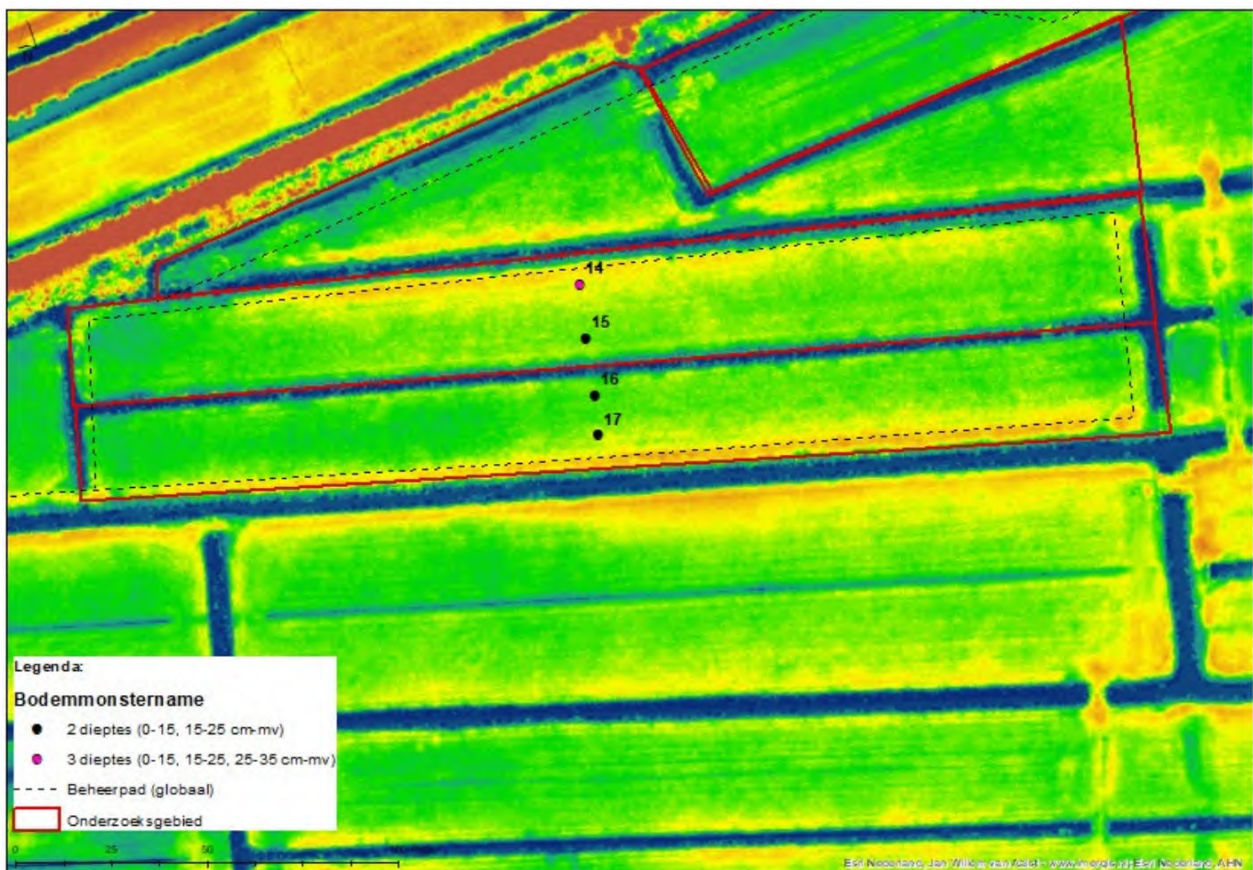
Figuur 4. Detailkaart van het bemonsteringsplan in perceel 1.



Figuur 5. Detailkaart van het bemonsteringsplan in perceel 2.



Figuur 6. Detailkaart van het bemonsteringsplan in perceel 4.



Figuur 7. Detailkaart van het bemonsteringsplan in perceel 5BC.

## 2.2 Chemische analyse

### Bodemmonsters

Voor de bodemmonsters zijn de volgende variabelen bepaald:

- vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid (massavolume);
- Olsen-P extractie: een maat voor de concentratie plantenbeschikbaar P;
- totaal-P, totaal-S, totaal-Fe, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Mn, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur en waterstofperoxide);
- pH-zout en zoutuitwisselbare concentraties van o.a. ammonium, nitraat en calcium;

#### *Drooggewicht en organisch stofgehalte*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml), zodat de soortelijke massa van de bodem kan worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en werd het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

#### *Destructie*

Door de bodem en plantmateriaal te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO<sub>3</sub>, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

#### *Olsenextractie*

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie plantbeschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l<sup>-1</sup> natriumbicarbonaat (NaHCO<sub>3</sub>) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

#### *Zoutextractie*

Met een zoutextractie kunnen de vrij in de bodem zoutuitwisselbare ionen bepaald worden. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

## Watermonsters

Het oppervlaktewatermonster werd 10 cm onder het wateroppervlak verzameld en luchtdicht afgesloten in HDPE potten.

### *Standaardmetingen oppervlakte-, grondwater en bodemvocht*

De pH werd gemeten met een standaard Ag/AgCl<sub>2</sub> elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (TIC: CO<sub>2</sub> en HCO<sub>3</sub>) werd bepaald met behulp van infrarood gas analyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit werd bepaald door een deel van het monster te titreren met 0,01 mol l<sup>-1</sup> zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV-probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De extinctie (450 nm) van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Biotek plaatreader. De monsters voor de auto-analyzer werden bewaard bij een temperatuur van -20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP-OES werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

## Chemische analyses

### *Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ARCOS MV of GREEN DUO, Spectro, Kleve, Duitsland). De concentraties nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en fosfaat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride (Cl<sup>-</sup>) werd colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium (Na<sup>+</sup>) en kalium (K<sup>+</sup>) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

### 3. ABIOTIEK BEOOGDE NATUURTYPEN

#### 3.1 Heischraalgrasland, blauwgrasland en vochtig hooiland

Voor de ontwikkeling van soortenrijke vochtige tot natte natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd (de totaal-P concentratie kan sterk variëren afhankelijk van de ijzer- en calciumconcentraties en/of de kleiigheid van de bodem):

- Heischraalgrasland/kleine zeggenvegetatie: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );
- Vochtig hooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ); veelal (zeer) ijzerrijk.

Om de ontwikkeling van nat schraalland (N10.01) en vochtig hooiland (N10.02) mogelijk te maken dient de bodem voldoende gebufferd te zijn. Soortenrijke vochtige heischrale graslanden (N10.01) komen over het algemeen voor bij Ca-z concentraties van 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$  en Olsen-P concentraties van 150-400  $\mu\text{mol/l}$ . Onder zeer natte condities kan een kleine zeggenvegetatie tot ontwikkeling komen. Bij concentraties van circa 10.000-25.000  $\mu\text{mol/l}$  (Ca-t veelal >20 mmol/l) en Olsen-P concentraties van 200-500  $\mu\text{mol/l}$  kan een blauwgrasland worden ontwikkeld onder de juiste hydrologische omstandigheden (GRIP database B-WARE). Op gebufferde, ijzerrijke bodems kan onder vochtige tot natte omstandigheden een dotterbloemhooiland (of Elzenbroekbos) tot ontwikkeling komen (onder droge omstandigheden een kamgrasweide/glanshaverhooiland; onder zeer natte omstandigheden trilveen).



Figuur 8. Foto van een vochtig heischraal grasland (foto: J) en dotterbloemhooiland (foto: J)

Voor de ontwikkeling van blauwgrasland en vochtig hooiland is niet alleen de buffering van belang maar ook de grondwaterstanden. Alleen als er voldoende grondwaterinvloed in maaiveld is zijn deze vegetaties mogelijk. Voor vochtig heischraal grasland kan aanrijking van de wortelzone met grondwater via capillaire opstijging ook al voldoende zijn. De periode waarin grondwater in de wortelzone uittreedt bepaalt in combinatie met de mate van buffering met het grondwater en de zuurproductie als gevolg droogval van de toplaag in de zomerperiode en verzurende (stikstof)depositie of bodems voldoende gebufferd blijven of (langzaam) verzuren.

Wanneer na een eventuele ontgroning aanvullend verschrallingsbeheer vereist is duidt dit erop dat de bodem na ontgroning nog niet voldoende P-arm is voor de beoogde ontwikkeling. Een aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel mogelijkheden om de gewenste P-concentraties binnen redelijke termijn te realiseren. Dit brengt echter ook risico's met zich mee. Onder licht/matig voedselrijke, vochtige tot natte omstandigheden kan de eerste jaren (wanneer aanvullende verschralling vereist is of wanneer voedselrijke toplagen worden vernat) verruiging met bijvoorbeeld pitrus optreden die een belemmering kan vormen voor de beoogde ontwikkeling (Figuur 9). Overigens is de pitrus op beperkt verrijkte bodems veelal ijler in vergelijking met voedselrijke bodems.



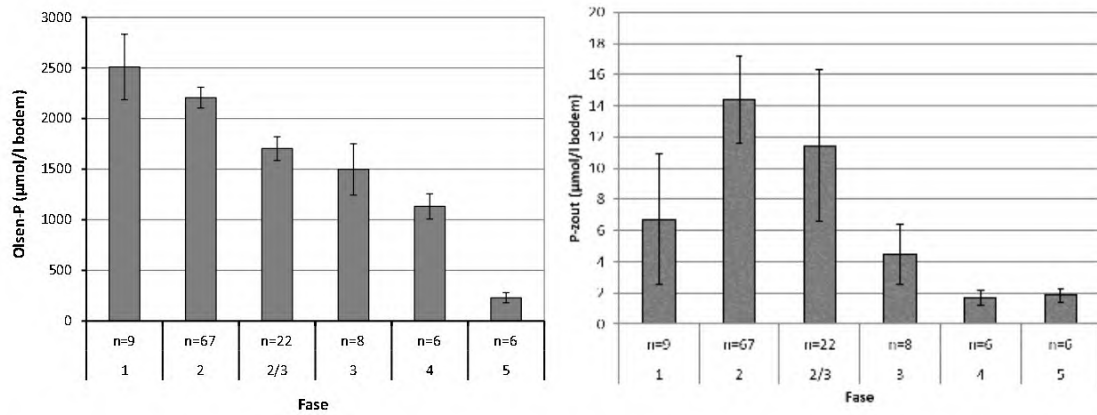
**Figuur 9.** Pitrusontwikkeling op percelen die na inrichting nog beperkt tot matig verrijkt zijn met fosfaat. Aanvullend verschrallingsbeheer biedt hier wel perspectief. Door voldoende P-gelimiteerde omstandigheden te creëren en maaisel uit een referentiegebied op te brengen kan dit worden voorkomen. Foto's: [redacted] en [redacted]

### 3.2 Kruiden- en faunarijk grasland

Uit onderzoek blijkt dat op de meest waardevolle kruiden- en faunarijke graslanden ook de Olsen-P concentratie relatief laag is (<900-1200/1500  $\mu\text{mol/l}$ ; Figuur 10). Dit is slechts een indicatieve streefwaarde: 'kruidenrijk grasland' is een breed begrip waardoor er geen harde streefconcentratie voor te hanteren is. Het kruidenpercentage zal waarschijnlijk al eerder toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet.

De soortenrijkdom (ook paddenstoelen) neemt naar verwachting toe zodra de meest labiele P-fractie voldoende laag is ( $P\text{-z} < 1\text{-}2 \mu\text{mol/l}$ ) en ook de nitraatconcentratie laag is (<50-100  $\mu\text{mol/l}$ ).

Om op voedselrijkere, droge gronden de dominantie van witbol te doorbreken, wordt geadviseerd witbol vroeg af te maaien, bijvoorbeeld in mei. Deze grassen bloeien namelijk voordat de zomerkruiden gaan bloeien. Op deze manier wordt gestreepte witbol actief teruggedrongen ten gunste van later bloeiende kruidachtigen. Goed ontwikkelde kruidenrijke graslanden worden vaak laat in de zomer (augustus/september) gemaaid. Onder vochtige tot natte voedselrijke condities is het risico op pitrusontwikkeling groot.



**Figuur 10.** Olsen-P (links) en P-z (rechts) concentratie in  $\mu\text{mol/l}$  bodem van graslandpercelen in Overijssel ingedeeld per graslandfase naar Schippers e.a. (2012). Verklaring graslandfasen (van voedselrijk naar schraal): fase 1 = raaigraslanden, fase 2 = witbolgraslanden, fase 3 = gras-kruidenmix, fase 4 = kruidenrijk grasland en fase 5 = heischraal grasland. Bron: Scherpenisse e.a. (2017).



**Figuur 11.** Foto's van een goed ontwikkeld droog (links; Winterswijk) en vochtig (rechts; Doetinchem) kruiden- en faunarijck grasland. Foto's: 



## 4. RESULTATEN BODEMCHEMISCH ONDERZOEK


### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.2 wordt het bodemtype en de bodemopbouw gepresenteerd en in paragraaf 4.3 worden de grondwaterstanden en waterkwaliteit besproken. In paragraaf 4.4 worden de kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke natuur per perceel besproken en welke maatregelen daarvoor noodzakelijk zijn. Ten slotte worden enkele algemene aandachtspunten bij natuurontwikkeling gegeven.

### 4.2 Bodemtype

De bodem in het onderzoeksgebied Kamerik-Teylingens bestaat uit klei en veen. De dikte van de bouwvoor varieert van circa 15-45 cm, maar is overwegend 25 cm.



**Figuur 12.** Foto's van de boorprofielen en impressie van de locaties in het onderzoeksgebied. De bodems zijn uitgelegd per 10 cm tot 50 cm-mv (kolom van boven naar beneden). Het profiel van 50-120 cm-mv is met een guts gestoken. Foto's:  J

Onder de bouwvoor is veelal een A horizont te vinden van (sterk) veraard veen. De intacte C horizont ligt op de meeste locaties rond de 40-60 cm-mv. Bij de adviezen per locatie zal worden

beschreven hoe voedselrijk de toplaag is en tot op welke diepte de bodem verrijkt is met fosfaat en welk natuurbeheertype ontwikkeld kan worden. Zie Figuur 12 voor een impressie van de boorprofielen en locaties. Zie Bijlage 1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie.

### 4.3 Grondwaterstanden en waterkwaliteit

#### Grondwaterstanden

Welke natuurbeheertypen zich daadwerkelijk in het gebied kunnen ontwikkelen is onder andere afhankelijk van de voedselrijkdom van de bodem, de mate van buffering van de bodem, het bodemtype en de stijghoogte en kwaliteit van het grondwater. Bij natte schraallanden of vochtige hooilanden op veengronden is het van belang dat de waterstanden in de zomer bij voorkeur maximaal 20-25 cm uitzakken om mineralisatie/afbraak van het veen te voorkomen.

De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het onderzoeksgebied varieert van 0-20 cm-mv. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) varieert van 40-70 cm-mv. Dat is ook de diepte waarop de intacte C-horizont is aangetroffen. Onder permanent natte condities kan geen mineralisatie door droogval plaatsvinden. Zie Tabel 1 voor een overzicht per locatie. De huidige waterstanden lijken in de zomer dus nog wat te ver uit te zakken.

Het hydrologische aspect maakt echter geen onderdeel uit van het onderzoek. De focus van het onderzoek ligt op het in kaart brengen van de voedselrijkdom van de toplaag, de diepte van het fosfaatfront en de natuurpotenties.

#### Waterkwaliteit

Voor het (indicatieve) hydrochemische onderzoek werd eenmalige (indicatieve meting) een oppervlaktewatermonster verzameld ter hoogte van de hoogwatervoorziening Kamerikse Wetering (zie Figuur 4 en Tabel 1). De resultaten worden weergegeven in Tabel 2.

**Tabel 2.** Kwaliteit van het oppervlaktewater ter hoogte van de hoogwatervoorziening Kamerikse Wetering. De concentraties zijn weergegeven in  $\mu\text{mol/l}$ . EGV = Elektrisch Geleidingsvermogen in  $\mu\text{S/cm}$ , Alk = alkaliniteit in  $\text{meq/l}$ . Het monster is op 19 december 2022 verzameld.

Code	Type	pH	Alk	EGV	CO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Al	Ca	Fe	Mg	P	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>
OW1	ow	7,1	3,4	596	570	2976	5	1739	6	459	7,6	739	27,4	16,6	3,0	1611	214	1732

Wanneer we naar de waterkwaliteit van het inlaatwater kijken, zien we dat het water gebufferd is (pH 7,1, alkaliniteit 3,4 meq/l, 2976  $\mu\text{mol/l}$  HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>). De ammonium- en nitraatconcentraties zijn relatief laag (16,6 en 27,4  $\mu\text{mol/l}$ ). Het oppervlaktewater is wel verrijkt met sulfaat (739  $\mu\text{mol/l}$ ) en ook de fosfaatconcentratie is verhoogd (3,0  $\mu\text{mol/l}$  PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>). Sulfaatverrijking van het oppervlaktewater vindt veelal plaats als gevolg van droogval van zwavelhoudende veenbodems.

Een uitgebreide hydrologische analyse maakt geen onderdeel uit van het onderzoek. De focus ligt op het bodemchemische aspect.

### 4.4 Kansen voor natuurontwikkeling per locatie

Doel van het huidige onderzoek is om de kansen voor de ontwikkeling van nat schraalland of eventueel vochtig hooiland op een aantal (voormalige) agrarische percelen te bepalen. De kansen

voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de Olsen-P en totaal-P concentraties in de bodem (zie Hoofdstuk 7.2).

In deze paragraaf is het onderzoeksgebied opgedeeld in verschillende delen. Per perceel worden de belangrijkste bodemchemische variabelen, potenties en geschikte maatregelen kort toegelicht. In Figuur 26 en Figuur 27 zijn de beoogde natuurdoelen en benodigde ontgrondingsdieptes inzichtelijk gemaakt. Het opstellen van een inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van deze opdracht, evenals de toetsing of een eventuele ontgroning past binnen het (ecohydrologische) systeem.

## Perceel 1 (locaties 1-4)

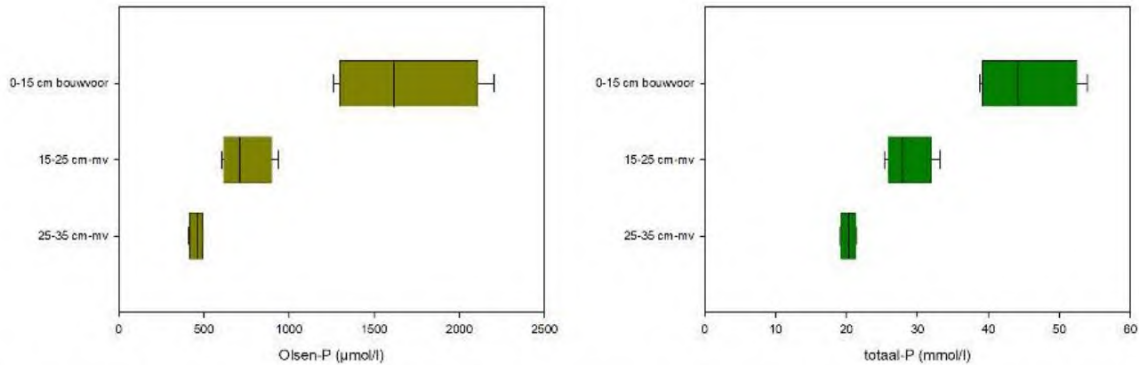


Figuur 13. Impressie van perceel 1 (boven: locatie 1; onder: locatie 3).

Om een beeld te krijgen van de bodemchemische trends in de diepte zijn boxplots opgesteld voor de Olsen-P en totaal-P concentraties (Figuur 14). Hierbij is een onderscheid gemaakt in de toplaag van 0-15 cm-mv en de twee bodemlagen daaronder (15-25 en 25-35 cm-mv).

Op deze manier wordt duidelijk of er een gradiënt qua voedselrijkdom aanwezig is in de bouwvoor, of de bodem onder de bouwvoor al voldoende voedselarm is en of er sprake is van P-uitspoeling onder de bouwvoor en hoe deze concentraties zich verhouden tot de streefconcentraties. Bij het advies zal hier specifieker op worden ingegaan per locatie.

De toplaag van de bodems in perceel 1 is verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 1300-2100  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 40-53  $\text{mmol/l}$  totaal-P (Figuur 14). Dit is ook te zien in Figuur 15. De verschrallingsduur van de toplaag tot een Olsen-P concentratie van 400 (M4; nat schraalland) en 700 (M7; vochtig hooiland)  $\mu\text{mol/l}$  ligt nog erg hoog (M4: 138-222 jaar en M7: 83-181 jaar) als gevolg van de hoge totaal-P voorraad. De P-concentraties nemen af in de diepte. Onder de toplaag zijn de P-concentraties fors lager (vochtig hooiland met risico op verzuuring), maar lokaal nog altijd hoger dan de streefconcentraties van 400  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P voor nat schraalland. Op 25 cm-mv is de fosfaatconcentratie op alle locaties <500  $\mu\text{mol/l}$  en daarmee geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland.



**Figuur 14.** Boxplots van de Olsen-P en totaal-P van locaties in perceel 1. In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de toplaag van de landbouwgronden 0-15 cm-mv (n=4), 15-25 cm-mv (n=4) en 25-35 cm-mv (n=4). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

**Tabel 3.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in perceel 1 in Kamerik-Teylingens. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ). M4/M7/M12 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 400/700/1200  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l bodem (totaal-P > 15 mmol/l) bij een P-afvoer van 10 kg P/ha/jr. Onder droge condities is P-limitatie niet vereist voor een kruidenrijke ontwikkeling wanneer de nitraatconcentraties laag (<50  $\mu\text{mol/l}$ ) zijn. Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

# Z23-9170-27 (25)

Bodem- en hydrochemisch onderzoek Kamerik-Teylingens

RP-22.119.23.10

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<200	<20	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	201-400	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor vershraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	401-800	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor vershraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	801-1200	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor vershraling d.m.v. uitmijnen
>50	>1200	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor vershraling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor vershraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor vershraling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M4	M7	M12
1	0-15	Klei, sterk siltig en humeus, bv	AP	38	51	0,6	2206	53,9	326	106	189	16	57	60	83	30743	96	7758	4,8	98	8,3	412	76	183	173	195
			A	34	52	0,6	776	27,5	909	179	353	50	124	59	108	49422	57	9681	5,5	99	3,1	355	113	39	8	0
			A	34	55	0,5	487	19,5	878	198	283	54	119	67	49	40012	37	8210	5,2	99	4,4	244	75	11	0	0
2	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	37	51	0,6	1409	38,8	377	124	247	15	59	53	124	32260	177	8294	5,2	99	11,9	475	87	132	92	27
			AP	34	52	0,6	603	25,3	656	169	255	36	98	57	66	38948	164	8405	5,4	100	4,4	422	63	27	0	0
			A	40	57	0,5	406	19,1	598	229	228	34	93	78	45	44093	27	8405	5,5	100	2,6	248	41	1	0	0
3	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	35	53	0,6	1823	48,2	390	136	229	20	65	60	42	33551	38	8288	5,3	99	6,4	375	80	156	139	77
			AP	34	51	0,7	936	33,2	727	181	316	43	109	61	41	44967	11	9595	5,6	100	5,1	417	22	57	26	0
			AP	39	57	0,5	440	21,2	702	237	275	44	105	76	54	49311	10	8574	5,6	100	2,5	472	34	6	0	0
4	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	40	57	0,6	1262	40,0	365	123	303	17	54	55	83	35313	39	7704	5,2	98	7,3	216	141	117	83	9
			AP	34	52	0,6	652	28,2	882	199	313	54	127	65	54	50086	1	9956	5,5	100	2,9	430	22	34	0	0
			AP	37	55	0,5	497	21,3	612	221	254	35	93	72	48	46257	11	9389	5,5	100	2,2	322	24	13	0	0



**Figuur 15.** Overzicht van de verschalingsduur in jaren tot een Olsen-P concentratie van 400 (boven) en 700 (onder) µmol/l (M4 en M7) op de locaties in perceel 1 in het onderzoeksgebied Kamerik-Teylingens. De verschalingsduur is berekend op de toplaag (0-25 cm). De verschalingsduur (in jaren) is per locatie weergegeven.

.....  
Locatie 1 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-15 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 106 mmol/l, Fe-t: 189 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 2206  $\mu\text{mol/l}$ , P-t: 53,9 mmol/l). De hoge nitraatconcentratie in de toplaag (NO<sub>3</sub>-z: 412  $\mu\text{mol/l}$ ) duidt op mineralisatie van organisch stof of bemesting, zo ook op de andere locaties in deze raai. Indien de bouwvoor (15 cm) wordt afgegraven is de bodem (eventueel in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (Olsen-P: 776  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 27,5 mmol/l; Ca-z: 49422  $\mu\text{mol/l}$ ). Ook kan gekozen worden voor het afgraven van 25 cm waarna de bodem direct geschikt is voor de ontwikkeling van vochtig hooiland of (met een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 11 jaar) nat schraalland (Olsen-P: 487  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 19,5 mmol/l; Ca-z: 40012  $\mu\text{mol/l}$ ). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies 1: 15 cm afgraven (+ beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700  $\mu\text{mol/l}$  (risico op enige verruiging).*

*Advies 2: 25 cm afgraven (+ beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) t.b.v. de ontwikkeling van van nat schraalland/kleine zeggenvegetatie met een Olsen-P concentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$ .*

Locatie 2 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 124-169 mmol/l, Fe-t: 247-255 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 603-1409  $\mu\text{mol/l}$ , P-t: 25,3-38,8 mmol/l). Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven, is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (Olsen-P: 603  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 25,3 mmol/l; Ca-z: 38948  $\mu\text{mol/l}$ ). Ook kan gekozen worden voor het afgraven van 25 cm voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 406  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 19,1 mmol/l; Ca-z: 44093  $\mu\text{mol/l}$ ). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies 1: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700  $\mu\text{mol/l}$ .*

*Advies 2: 25 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetatie met een Olsen-P concentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$ .*

Locatie 3 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-35 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 136-237 mmol/l, Fe-t: 229-316 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 440-1823  $\mu\text{mol/l}$ , P-t: 21,2-48,2 mmol/l). Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven met een (fors) aanvullend verschrallingsbeheer van circa 26 jaar, is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (Olsen-P: 936  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 33,2 mmol/l; Ca-z: 44967  $\mu\text{mol/l}$ ). Er is in eerste instantie een risico op verruiging. Ook kan gekozen worden voor het afgraven van 25 cm waarna de bodem (met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 440  $\mu\text{mol/l}$ ; P-t: 21,2 mmol/l; Ca-z: 49311  $\mu\text{mol/l}$ ). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies 1: 15 cm afgraven en een (fors) aanvullend verschrallingsbeheer (circa 26 jaar) t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland (risico op verruiging).*

*Advies 2: 25 cm afgraven (+ beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetatie met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l.*

Locatie 4 (GHG: 10 cm-mv; GLG 60: cm-mv)

De bouwvoor (0-35 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 123-221 mmol/l, Fe-t: 254-303 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 497-1262 µmol/l, P-t: 21,3-40,0 mmol/l). Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (Olsen-P: 652 µmol/l; P-t: 28,2 mmol/l; Ca-z: 50086 µmol/l). Ook kan gekozen worden voor het afgraven van 25 cm waarna de bodem (met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 497 µmol/l; P-t: 21,3 mmol/l; Ca-z: 46257 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies 1: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l.*

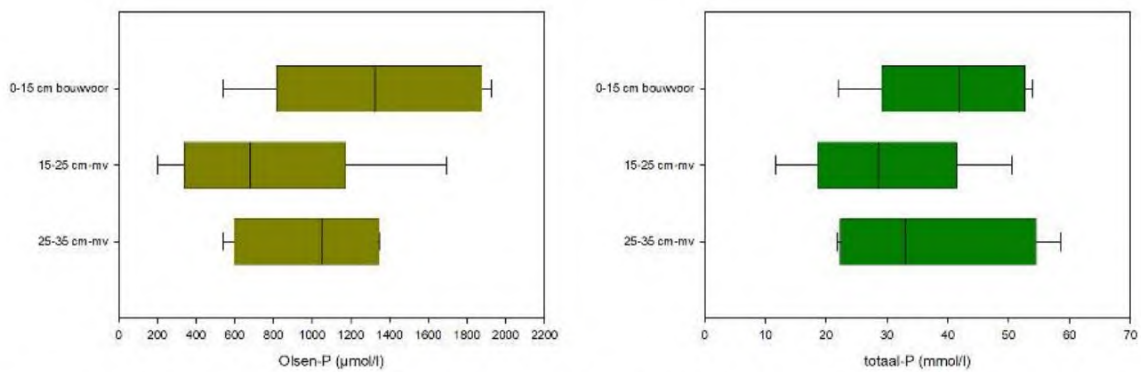
*Advies 2: 25 cm afgraven (+ beperkt aanvullend verschrallingsbeheer) t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetatie met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l.*

**Synthese:** De toplaag is verrijkt met fosfaat en de gemiddelde verschrallingsduur tot een Olsen-P concentratie van 400 en 700 µmol/l bedraagt respectievelijk 138-222 en 83-181 jaar. Op alle locaties kan gekozen worden voor het afgraven (afname P-concentraties en toename pH-z) van 15 cm waarna de gebufferde, ijzerrijke, humeuze (30-35% organische stof) kleibodem geschikt is voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l. Lokaal is een aanvullend verschrallingsbeheer vereist. Ook kan gekozen worden voor het afgraven van 25 cm waarna de humeuze kleibodem (35-40% organische stof), lokaal met een beperkt aanvullend verschrallingsbeheer, geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l. Als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

Perceel 2 (locaties 5-10)

**Figuur 16.** Impressie van perceel 2 (boven: locatie 6; onder: locatie 9). Foto's: 

De toplaag van de bodems in perceel 2 is aan de noord- en zuidkant verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 1205-1925  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 37-54 mmol/l totaal-P (Figuur 14). Centraal in het perceel (lager gelegen richting sloot) zijn de P-concentraties lager (plantbeschikbaar fosfaat: 540-909  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 22-32 mmol/l totaal-P. Dit is ook te zien in Figuur 15. De verschrallingsduur van de toplaag tot een Olsen-P concentratie van 400 (M4; nat schraalland) en 700 (M7; vochtig hooiland)  $\mu\text{mol/l}$  ligt het laagst in de lager gelegen locaties (6 en 9; M4: 27-78, M7:0-34). Op de andere locaties is de verschrallingsduur hoog (M4: 152-286 jaar en M7: 83-245 jaar). De P-concentraties nemen af in de diepte. Onder de toplaag zijn de P-concentraties fors lager, maar lokaal nog altijd hoger dan de streefconcentraties van 400  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P voor nat schraalland of 700  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P voor vochtig hooiland. Op 25 cm-mv is de fosfaatconcentratie op alle locaties <500  $\mu\text{mol/l}$  en geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland.



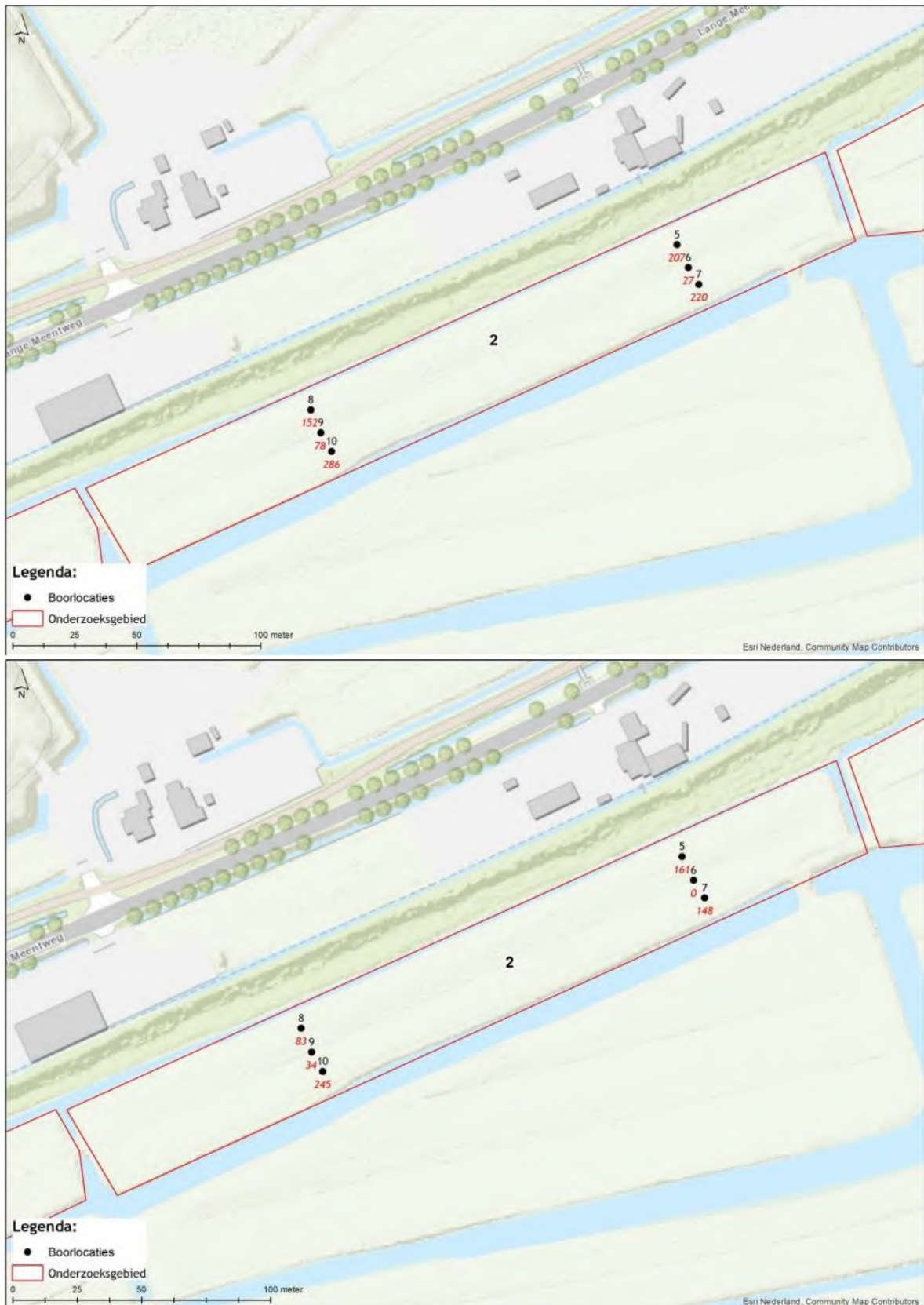
**Figuur 17.** Boxplots van de Olsen-P en totaal-P van locaties in perceel 2. In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de toplaag van de landbouwgronden 0-15 cm-mv (n=4), 15-25 cm-mv (n=4) en 25-35 cm-mv (n=4). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

**Tabel 4.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in perceel 2 in Kamerik-Teylingens. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l). M4/M7/M12 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 400/700/1200 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 15 mmol/l) bij een P-afvoer van 10 kg P/ha/jr. Onder droge condities is P-limitatie niet vereist voor een kruidenrijke ontwikkeling wanneer de nitraatconcentraties laag (<50 µmol/l) zijn. Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO <sub>3</sub> -z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<200	<20	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	201-400	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	401-800	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	801-1200	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
>50	>1200	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschralling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschralling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO <sub>3</sub> -z	NH <sub>4</sub> -z	M4	M7	M12
5	0-15	Klei, sterk siltig en humeus, bv	AP	38	52	0,6	1925	53,9	407	140	209	17	58	67	76	36941	48	8462	5,1	99	8,0	342	93	182	161	95
	15-25	Veen, sterk kleilig, veraard	A	34	54	0,6	583	25,2	954	195	310	57	131	57	39	47258	26	8881	5,5	100	2,3	325	87	25	0	0
	25-35	Veen, sterk kleilig, veraard	A	40	60	0,5	761	21,8	523	188	176	29	72	61	42	42521	23	8031	5,5	100	4,0	500	51	21	5	0
6	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	48	66	0,4	540	21,9	283	126	141	13	44	55	31	33171	34	7079	5,3	99	2,9	36	132	27	0	0
	15-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	63	71	0,3	200	11,7	204	179	107	9	40	85	24	37924	0	9387	5,5	100	1,8	168	18	0	0	0
7	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	35	48	0,6	1444	46,5	484	171	304	23	81	60	28	36004	22	11428	5,5	100	6,2	194	35	148	112	37
	15-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	33	49	0,6	999	38,4	747	189	302	40	114	57	35	40219	16	11254	5,4	100	3,8	314	25	72	36	0
	25-35	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	43	56	0,5	541	23,8	711	209	251	44	111	61	93	43608	0	11319	5,7	100	2,5	318	23	19	0	0
8	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	35	51	0,6	1205	37,1	692	153	289	37	89	56	98	36380	215	8459	5,1	99	30,2	283	446	104	73	1
	15-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	36	52	0,6	775	31,8	730	149	280	42	99	51	49	39221	12	7150	5,4	99	3,1	321	75	48	10	0
	25-35	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	35	52	0,6	1337	42,1	557	167	198	30	75	62	61	41220	37	6802	5,4	100	3,4	548	63	85	63	13
9	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	39	58	0,5	909	31,5	417	134	193	22	61	53	31	35474	152	7638	5,5	99	7,4	120	243	78	34	0
	15-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	41	61	0,4	384	20,8	442	197	182	24	74	70	23	36410	7	8037	5,6	100	2,0	178	44	0	0	0
10	0-15	Veen, sterk kleilig, bv	AP	41	52	0,6	1859	52,3	498	157	198	29	80	72	35	37967	25	10608	5,4	100	9,4	304	76	125	153	82
	15-25	Veen, sterk kleilig, bv	AP	42	45	0,7	1692	50,5	464	159	264	22	70	55	34	38034	34	9298	5,5	99	5,5	345	50	111	93	46
	25-35	Veen, sterk kleilig, bv	AP	33	51	0,6	1346	58,6	689	212	237	42	100	59	47	42575	31	8469	5,7	99	3,6	457	31	129	88	20



**Figuur 18.** Overzicht van de verschrallingsduur in jaren tot een Olsen-P concentratie van 400 (boven) en 700 (onder)  $\mu\text{mol/l}$  (M4 en M7) op de locaties in perceel 2 in het onderzoeksgebied Kamerik-Teylingens. De verschrallingsduur is berekend op de toplaag (0-25 cm). De verschrallingsduur (in jaren) is per locatie weergegeven.

Locatie 5 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-15 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 140 mmol/l, Fe-t: 209 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1925 µmol/l, P-t: 53,9 mmol/l). De hoge nitraatconcentratie in de bouwvoor (NO<sub>3</sub>-z: 342 µmol/l) duidt op mineralisatie van organisch stof of bemesting. Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven is de bodem (Olsen-P: 583 µmol/l; P-t: 25,2 mmol/l; Ca-z: 47258 µmol/l) geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland/nat schraalland, in combinatie met een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 5 jaar, is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van een nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies: 15 cm afgraven in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l.*

Locatie 6 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 40 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 126-179 mmol/l, Fe-t: 107-141 mmol/l). De bouwvoor is fosfaatarm (Olsen-P: 200-540 µmol/l, P-t: 11,7-21,9 mmol/l). De nitraatconcentratie in de toplaag is laag (NO<sub>3</sub>-z: 36 µmol/l). De fosfaatarme toplaag is geschikt voor de ontwikkeling van vochtig hooiland en in combinatie met aanvullend verschrallingsbeheer nat schraalland. Chopperen in combinatie met herintroductie kan bijdragen aan de ontwikkeling van de doelvegetatie. Ook kan gekozen worden voor het afgraven van de toplaag (15 cm) waarna de venige bodem geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 200 µmol/l; P-t: 11,7 mmol/l; Ca-z: 37924 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies 1: toplaag door ontwikkelen t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland en nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l in combinatie met aanvullend verschrallingsbeheer.*

*Advies 2: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

Locatie 7 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 50 cm-mv)

De bouwvoor (0-35 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 171-209 mmol/l, Fe-t: 251-304 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 541-1444 µmol/l, P-t: 23,8-46,5 mmol/l). De hogere nitraatconcentratie in de bouwvoor (NO<sub>3</sub>-z: 194-318 µmol/l) duidt op mineralisatie van organisch stof of bemesting. Indien 25 cm wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (Olsen-P: 541 µmol/l; P-t: 23,8 mmol/l; Ca-z: 43608 µmol/l). Indien gekozen wordt voor een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 19 jaar, is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies: 25 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland of met een aanvullende verschrallingsbeheer (circa 19 jaar) t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l.*

Locatie 8 (GHG: 20 cm-mv; GLG: 70 cm-mv)

De bouwvoor (0-35 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 149-167 mmol/l, Fe-t: 198-289 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 775-1337 µmol/l, P-

t: 31,8-42,1 mmol/l). De hoge nitraatconcentratie in de bouwvoor (NO<sub>3</sub>-z: 283-548 µmol/l) duidt op mineralisatie van organisch stof of bemesting. De fosfaatconcentratie neemt nauwelijks af in de diepte (35 cm). Het patroon is grillig. Geadviseerd wordt te richten op de ontwikkeling van een vochtig kruiden- en faunarijkgasland op de toplaag door middel van maaien en afvoeren (zie paragraaf 3.2).

*Advies: Inzetten op de ontwikkeling van een vochtig kruiden- en faunarijk grasland de toplaag door te maaien en afvoeren.*

#### Locatie 9 (GHG: 0 cm-mv; GLG: 50 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is matig-sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 134-197 mmol/l, Fe-t: 182-193 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 384-909 µmol/l, P-t: 20,8-31,5 mmol/l). Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 384 µmol/l; P-t: 20,8 mmol/l; Ca-z: 36410 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

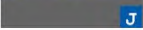
#### Locatie 10 (GHG: 20 cm-mv; GLG: 65 cm-mv)

De bouwvoor (0-35 cm-mv) is sterk calciumhoudend en matig-sterk ijzerhoudend (Ca-t: 157-212 mmol/l, Fe-t: 198-264 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1346-1859 µmol/l, P-t: 50,2-58,6 mmol/l). De hoge nitraatconcentratie in de bouwvoor (NO<sub>3</sub>-z: 304-457 µmol/l) duidt op mineralisatie van organisch stof of bemesting. De fosfaatconcentratie neemt nauwelijks af in de diepte (35 cm). Geadviseerd wordt te richten op de ontwikkeling van een vochtig kruiden- en faunarijkgasland op de toplaag door middel van maaien en afvoeren (zie paragraaf 3.2).

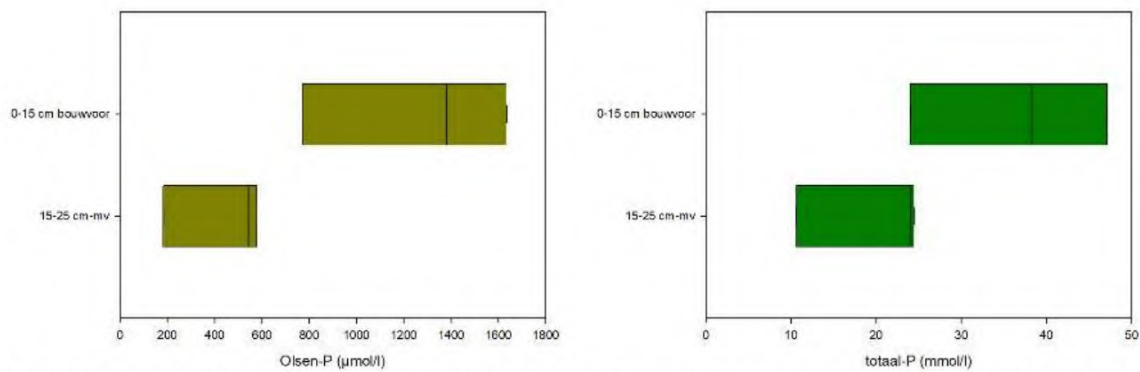
*Advies: Inzetten op de ontwikkeling van een vochtig kruiden- en faunarijk grasland de toplaag door te maaien en afvoeren.*

**Synthese:** De lagere zone rondom de sloot is kansrijk voor een soortenrijkere ontwikkeling richting nat schraalland/kleine zeggenvegetatie na 15 cm afgraven. Lokaal is een aanvullend verschrallingsbeheer vereist en zal in eerste instantie wellicht eerst een ontwikkeling richting vochtig hooiland plaatsvinden. Op locatie 6 komt na 15 cm plaggen een venige bodem aan het oppervlakte. Het door ontwikkelen van de toplaag is hier eveneens een optie. Aan de westzijde zijn de zones ten noorden en zuiden van de sloot voedselrijk tot 35 cm-mv. Hier wordt geadviseerd te richten op de ontwikkeling van een vochtig kruiden- en faunarijk grasland op de toplaag door middel van maaien en afvoeren. Aan de oostzijde liggen door middel van een ontgroning van 15 (noordzijde, locatie 8) en 25 cm (zuidzijde, locatie 9) eveneens kansen voor de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties, met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer. Bij het afgraven nemen de P-concentratie af en de pH-z toe. Verschralling van de toplaag op de locaties 5, 7, 8 en 10 tot een Olsen-P concentratie van 400 en 700 µmol/l bedraagt respectievelijk 152-286 en 83-245 jaar. Op de locaties 6 en 9 nabij de sloot is dit respectievelijk 27-78 en 0-34 jaar.

**Perceel 4 (locaties 11-13)**

**Figuur 19.** Impressie van perceel 4 (boven: locatie 12; onder: locatie 13). Foto's: 

De toplaag van de bodems in perceel 4 is (lokaal matig) verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 770-1630  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 25-50  $\text{mmol/l}$  totaal-P (Figuur 14). Dit is ook te zien in Figuur 15. De verschravingsduur van de toplaag tot een Olsen-P concentratie van 400 (M4) en 700 (M7)  $\mu\text{mol/l}$  is het laagst op locatie 11 (M4: 42 jaar, M7: 11 jaar). Op de andere locaties ligt de verschravingsduur tussen 129-174 jaar (M4) en 88-126 jaar (M7). De P-concentraties nemen af in de diepte en de pH-z neemt toe. Onder de toplaag zijn de P-concentraties fors lager, maar lokaal nog altijd beperkt hoger dan de streefconcentraties van 400  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P voor nat schraalland.



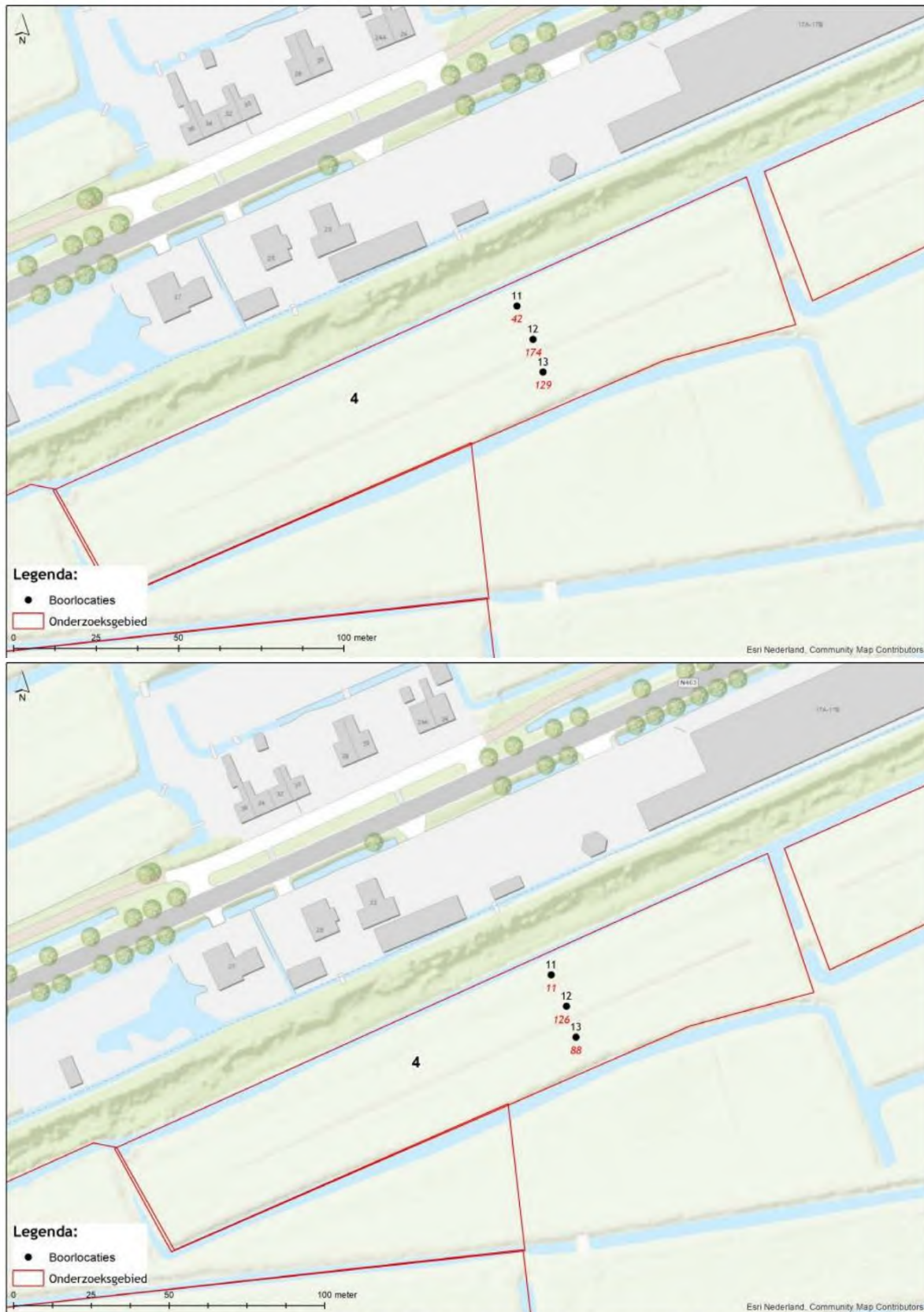
**Figuur 20.** Boxplots van de Olsen-P en totaal-P van locaties in perceel 4. In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de toplaag van de landbouwgronden 0-15 cm-mv (n=3) en 15-25 cm-mv (n=3). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

**Tabel 5.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in perceel 4 in Kamerik-Teylingens. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l). M4/M7/M12 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 400/700/1200 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 15 mmol/l) bij een P-afvoer van 10 kg P/ha/jr. Onder droge condities is P-limitatie niet vereist voor een kruidenrijke ontwikkeling wanneer de nitraatconcentraties laag (<50 µmol/l) zijn. Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
	%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<200	<20	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	201-400	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	401-800	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschralling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	801-1200	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
>50	>1200	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschralling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschralling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M4	M7	M12
11	0-15	Veen, sterk kleilig, bv	AP	53	62	0,4	773	24,0	260	103	95	15	37	62	63	33286	0	8028	5,0	99	4,1	49	127	42	11	0
	15-25	Veen, sterk kleilig, bv	AP	64	70	0,3	183	10,6	155	152	65	9	31	121	71	37191	0	8436	5,3	99	2,8	84	80	0	0	0
12	0-15	Veen, sterk kleilig, veraard, bv	AP	47	61	0,5	1633	47,1	406	117	139	21	54	71	98	33495	1	8099	4,9	98	7,5	21	121	150	126	59
	15-25	Veen, sterk kleilig, veraard	A	42	60	0,5	578	24,4	593	137	170	30	76	61	63	34845	0	8065	5,4	99	2,0	154	50	23	0	0
13	0-15	Veen, sterk kleilig, veraard, bv	AP	51	58	0,5	1379	38,3	432	119	152	21	58	60	46	31098	6	9082	5,1	99	4,9	56	140	109	88	23
	15-25	Veen, sterk kleilig, veraard, bv	AP	47	58	0,5	543	24,1	561	143	219	25	70	58	69	38564	0	9364	5,5	99	2,3	250	42	20	0	0



**Figuur 21.** Overzicht van de verschalingsduur in jaren tot een Olsen-P concentratie van 400 (boven) en 700 (onder)  $\mu\text{mol/l}$  (M4 en M7) op de locaties in perceel 4 in het onderzoeksgebied Kamerik-Teylingens. De verschalingsduur is berekend op de toplaag (0-25 cm). De verschalingsduur (in jaren) is per locatie weergegeven.

.....  
Locatie 11 (GHG: 0 cm-mv; GLG 40 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en zwak-matig ijzerhoudend (Ca-t: 103-152 mmol/l, Fe-t: 65-95 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 183-773 µmol/l, P-t: 20,8-31,5 mmol/l). De nitraatconcentratie in de bouwvoor is laag (NO<sub>3</sub>-z: 49-84 µmol/l). Indien de toplaag circa 11 jaar verschraald wordt, is de bodem geschikt voor de ontwikkeling vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l. Ook kan gekozen worden voor het afgraven van de toplaag (15 cm) waarna de bodem geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 183 µmol/l; P-t: 10,6 mmol/l; Ca-z: 37191 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies 1: toplaag door ontwikkelen met een verschrallingsbeheer (circa 11 jaar) t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l.*

*Advies 2: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

Locatie 12 (GHG: 15 cm-mv; GLG 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-15 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 117 mmol/l, Fe-t: 139 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 1633 µmol/l, P-t: 47,1 mmol/l). De nitraatconcentratie in de bouwvoor is laag (NO<sub>3</sub>-z: 21 µmol/l). Indien de bouwvoor (15 cm) wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (Olsen-P: 578 µmol/l; P-t: 24,4 mmol/l; Ca-z: 34845 µmol/l) en in combinatie met een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 23 jaar, is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 400 µmol/l. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland of met een aanvullend verschrallingsbeheer (circa 23 jaar) t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

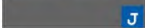
Locatie 13 (GHG: 10 cm-mv; GLG 55 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 119-143 mmol/l, Fe-t: 152-219 mmol/l). De bouwvoor is verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 543-1379 µmol/l, P-t: 24,1-38,3 mmol/l). De nitraatconcentratie in de toplaag is laag (NO<sub>3</sub>-z: 56 µmol/l). Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van vochtig hooiland (Olsen-P: 543 µmol/l; P-t: 24,1 mmol/l; Ca-z: 38564 µmol/l). Indien gekozen wordt voor een aanvullend verschrallingsbeheer van circa 20 jaar, is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

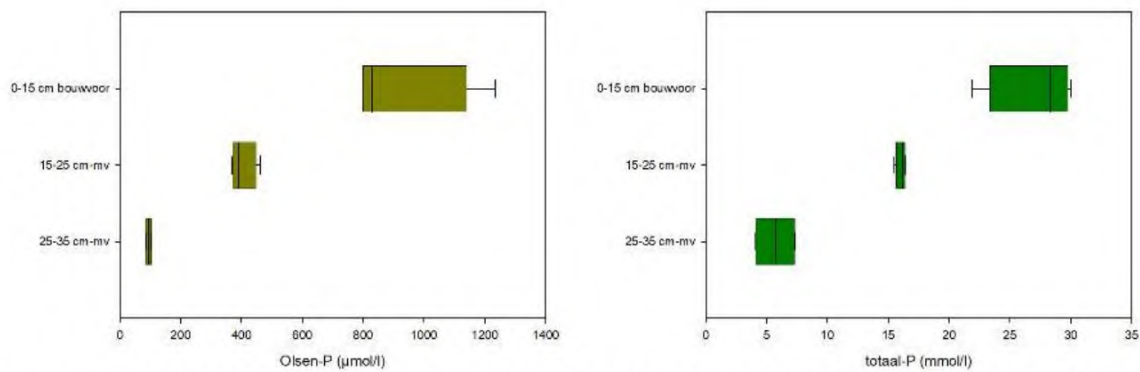
*Advies: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van vochtig hooiland of met een aanvullende verschrallingsbeheer (circa 20 jaar) t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

**Synthese:** Op locatie 11 is met een verschrallingsbeheer (circa 11 jaar) de toplaag geschikt voor vochtig hooiland. Ook kan gekozen worden voor het afgraven van de toplaag (15 cm) op alle locaties waarna de bodem geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (locatie 11) of vochtig hooiland (locaties 12 en 13). Indien aanvullend verschraald wordt (20-23 jaar) kan op locaties 12 en 13 ook een nat schraalland worden ontwikkeld. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

Perceel 5BC (locaties 14-17)

**Figuur 22.** Impressie van perceel 5BC (boven: locatie 14; onder: locatie 17). Foto's: 

De toplaag van de bodems in perceel 5BC is beperkt verrijkt met fosfaat (plantbeschikbaar fosfaat: ca. 800-1150  $\mu\text{mol/l}$  Olsen-P en 23-30  $\text{mmol/l}$  totaal-P (Figuur 14). Dit is ook te zien in Figuur 15. De verschravingsduur van de toplaag tot een Olsen-P concentratie van 400 (M4) ligt tussen de 0-75 jaar. Indien verschaald wordt tot 700  $\mu\text{mol/l}$  (M7) ligt de verschravingsduur tussen 0-61 jaar. Op locatie 14 is de toplaag geschikt voor een kruiden- en faunarijk grasland en op de locaties 15-17 kan door middel van een verschravingsbeheer een vochtig hooiland worden ontwikkeld. De P-concentraties nemen af in de diepte en de pH-z neemt toe. Op locatie 14 en 16 is op 20-25 cm diepte voedselarm veen aangetroffen. Onder de toplaag van 15 cm zijn de P-concentraties op alle locaties <500  $\mu\text{mol/l}$  en (lokaal met beperkt aanvullend verschravingsbeheer) geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland of kleine zeggenvegetaties onder zeer natte condities.

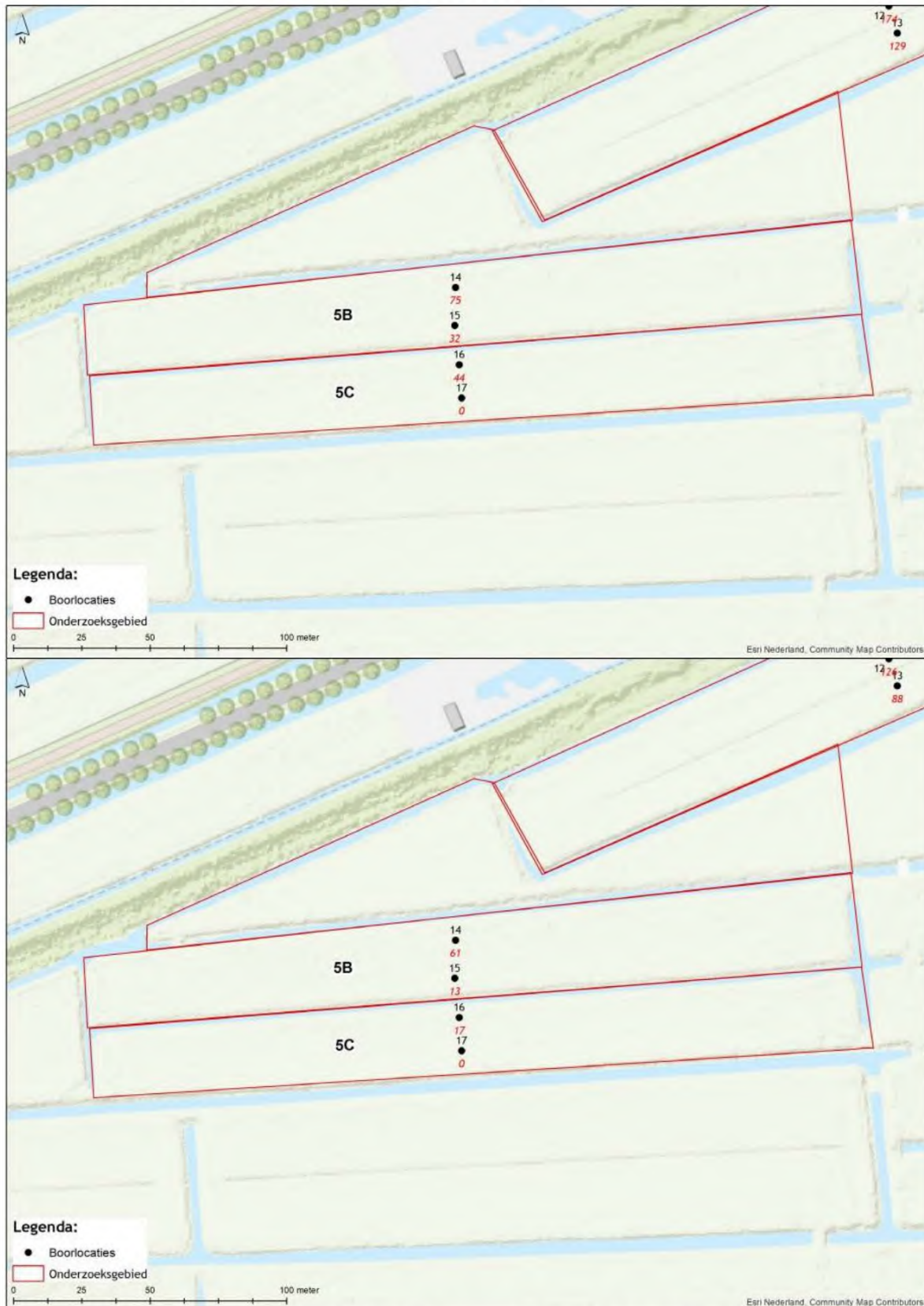


**Figuur 23.** Boxplots van de Olsen-P en totaal-P van locaties in perceel 5BC. In de boxplots is onderscheid gemaakt tussen de toplaag van de landbouwgronden 0-15 cm-mv (n=4), 15-25 cm-mv en 25-35 cm-mv (n=2). De Whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer.

**Tabel 6.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de locaties in perceel 4 in Kamerik-Teylingens. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P (µmol/l); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l). M4/M7/M12 = berekende verschrallingsduur (jaren) via maaien en afvoeren tot een streefconcentratie van 400/700/1200 µmol Olsen-P/l bodem (totaal-P > 15 mmol/l) bij een P-afvoer van 10 kg P/ha/jr. Onder droge condities is P-limitatie niet vereist voor een kruidenrijke ontwikkeling wanneer de nitraatconcentraties laag (<50 µmol/l) zijn. Let op: voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld. De volgende kleurarceringen zijn in de tabel gebruikt:

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO3-z	Maaien en afvoeren (M)	
%	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l	µmol/l	µmol/l	jaren	
<5	<200	<20	<4000	<40	<1	<50	0	voldoende P-arm
6-10	201-400	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100	<10	kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
11-25	401-800	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200	11-40	matig kansrijk voor verschraling d.m.v. maaien en afvoeren
26-50	801-1200	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400	41-80	kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
>50	>1200	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800	81-200	matig tot beperkt kansrijk voor verschraling d.m.v. uitmijnen
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200	201-400	ongeschikt voor verschraling I
					>100	>1200	>400	ongeschikt voor verschraling II

Nr	Diepte	Grondsoort	HZT	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO3-z	NH4-z	M4	M7	M12
14	0-15	Klei, matig siltig, sterk siltig, bv	AP	37	57	0,5	1234	30,0	568	88	211	27	71	59	210	32777	24	4197	4,6	98	3,0	293	89	70	61	4
	15-25	Klei, matig siltig, sterk siltig, bv	AP	34	57	0,6	462	16,4	706	151	236	33	95	82	154	42126	0	5622	5,0	99	1,4	317	105	4	0	0
	25-35	Veen	A	74	80	0,2	85	4,1	74	78	25	3	12	87	79	29320	0	4011	4,9	99	1,5	45	176	0	0	0
15	0-15	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	35	52	0,6	801	21,9	810	117	259	37	110	62	213	34817	0	5509	4,7	98	2,8	160	114	32	13	0
	15-25	Klei, matig siltig, sterk humeus, bv	AP	31	52	0,6	369	15,5	959	166	293	47	125	69	195	43984	0	7134	4,8	99	1,3	93	112	0	0	0
16	0-10	Veen, sterk kleilig, bv	AP	43	58	0,5	856	29,1	459	87	145	25	56	64	184	30284	0	4926	4,8	99	2,1	139	86	44	17	0
	10-20	Veen, sterk kleilig, bv	AP	40	55	0,5	401	16,3	807	130	240	39	90	71	251	35283	66	5736	4,8	98	1,8	144	120	0	0	0
	20-30	Veen	A	76	72	0,3	103	7,3	177	132	62	9	21	104	84	35111	22	4374	4,7	99	1,8	20	348	0	0	0
17	0-15	Veen, sterk kleilig, bv	AP	49	56	0,5	799	27,6	583	88	188	33	69	60	224	31179	116	5017	4,6	98	5,5	275	109	59	16	0
	15-25	Veen, sterk kleilig, bv	AP	42	55	0,5	380	16,1	944	128	296	65	104	85	264	34662	488	6916	4,7	98	2,0	150	96	0	0	0



**Figuur 24.** Overzicht van de verschalingsduur in jaren tot een Olsen-P concentratie van 400 (boven) en 700 (onder)  $\mu\text{mol/l}$  (M4 en M7) op de locaties in perceel 5BC in het onderzoeksgebied Kamerik-Teylingens. De verschalingsduur is berekend op de toplaag (0-25 cm). De verschalingsduur (in jaren) is per locatie weergegeven.

.....  
Locatie 14 (GHG: 10 cm-mv; GLG: 55 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is matig-sterk calciumhoudend en matig ijzerhoudend (Ca-t: 88-151 mmol/l, Fe-t: 211-236 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 462-1234 µmol/l, P-t: 16,4-30,0 mmol/l). De nitraatconcentratie in de bouwvoor is verhoogd (NO<sub>3</sub>-z: 293-317 µmol/l). De toplaag is geschikt voor een kruiden- en faunarijk grasland. Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven is de bodem, in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer, voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 462 µmol/l; P-t: 16,4 mmol/l; Ca-z: 38564 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk. Op 25 cm is fosfaatarm veen aangetroffen dat direct geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland of kleine zeggenvegetatie hooiland (Olsen-P: 85 µmol/l; P-t: 4,1 mmol/l; Ca-z: 29320 µmol/l). Veen dient alleen te worden blootgelegd als de hydrologie optimaal is. Anders gaat ongewenste mineralisatie plaatsvinden.

*Advies: 15 cm afgraven en beperkt aanvullend verschrallen t.b.v. de ontwikkeling van een nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

Locatie 15 (GHG: 20 cm-mv; GLG: 60 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is matig-sterk calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 117-166 mmol/l, Fe-t: 259-293 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 369-801 µmol/l, P-t: 15,5-21,9 mmol/l). De nitraatconcentratie in de bouwvoor is laag (NO<sub>3</sub>-z: 93-160 µmol/l). De bouwvoor is in combinatie met een verschrallingsbeheer van 13 jaar geschikt voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l. Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 369 µmol/l; P-t: 15,5 mmol/l; Ca-z: 43984 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

Locatie 16 (GHG: 5 cm-mv; GLG 50 cm-mv)

De bouwvoor (0-20 cm-mv) is matig calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 87-130 mmol/l, Fe-t: 145-240 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 401-856 µmol/l, P-t: 16,3-29,1 mmol/l). De nitraatconcentratie in de bouwvoor is iets verhoogd (NO<sub>3</sub>-z: 139-144 µmol/l). De bouwvoor is in combinatie met een verschrallingsbeheer van 17 jaar geschikt voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l. Indien de toplaag (10 cm) wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 401 µmol/l; P-t: 16,3 mmol/l; Ca-z: 35283 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

*Advies: 10 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.*

Locatie 17 (GHG: 10 cm-mv; GLG 55 cm-mv)

De bouwvoor (0-25 cm-mv) is matig calcium- en ijzerhoudend (Ca-t: 88-128 mmol/l, Fe-t: 188-296 mmol/l). De bouwvoor is beperkt verrijkt met fosfaat (Olsen-P: 380-799 µmol/l, P-t: 16,1-27,6 mmol/l). De nitraatconcentratie in de bouwvoor is beperkt verhoogd (NO<sub>3</sub>-z: 150-275 µmol/l). De bouwvoor is in combinatie met een verschrallingsbeheer van 16 jaar geschikt voor de ontwikkeling van een vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700 µmol/l. Indien de toplaag (15 cm) wordt afgegraven is de bodem voldoende fosfaatarm voor de ontwikkeling van nat schraalland (Olsen-P: 380 µmol/l; P-t: 16,1 mmol/l; Ca-z: 34662 µmol/l). Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

Advies: 15 cm afgraven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties.

**Synthese:** De toplaag is op locatie 14 geschikt voor de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijkgasland door middel van maaien en afvoeren. Op de locaties 15-17 kan door middel van 13-17 jaar maaien en afvoeren een vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700  $\mu\text{mol/l}$  worden ontwikkeld. Geadviseerd wordt om op alle locaties de toplaag (10-15 cm) af te graven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland waarbij op locatie 14 nog beperkt verschrallingsbeheer vereist is. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

### Referentielocatie nat schraalland



Figuur 25. Foto's van het schraalland ten noorden van het onderzoeksgebied. Foto's: Staatsbosbeheer.

**Tabel 7.** Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) in het referentieschraalland. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P ( $\mu\text{mol/l}$ ); -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ).

Org. stof	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	P-z	NO <sub>3</sub> -z
%	mmol/l	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	mmol/l	$\mu\text{mol/l}$	$\mu\text{mol/l}$
<5	<200	<20	<4000	<40	<1	<50
6-10	201-400	21-50	4001-10000	41-100	2-5	51-100
11-25	401-800	51-100	10001-20000	101-250	6-10	101-200
26-50	801-1200	101-150	20001-35000	251-500	11-30	201-400
>50	>1200	150-250	35001-50000	501-800	31-50	401-800
		>250	>50000	>800	51-100	801-1200
					>100	>1200

Diepte	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO <sub>3</sub> -z	NH <sub>4</sub> -z
0-20	82	83	0,2	68	2,4	88	56	20	8	15	78	79	15397	167	3280	4,0	99	5	595	96
20-40	77	84	0,2	41	2,1	129	81	22	10	23	92	36	20985	809	3788	4,7	99	2	18	62
40-50	72	85	0,2	32	1,9	143	83	30	14	31	95	13	21947	98	5294	5,3	99	2	3	61

In het referentieperceel (nat schraalland) werden slechts één blauwe knoop, één klokjesgentiaan, zonnedauw en enkele Spaanse ruiters aangetroffen. Het perceel is de afgelopen jaren veel soortenarmer geworden. Veenmossen, riet en paddenrus domineren. Uit de bodemchemische analyses blijkt dat de toplaag van de bodem voedselarm is (Olsen-P <100  $\mu\text{mol/l}$ ) en voldoende gebufferd (56 mmol/l Ca-t en 15397  $\mu\text{mol/l}$  Ca-z, basenverzadiging 99%). Wel is de toplaag verrijkt met nitraat (595  $\mu\text{mol/l}$ ). Waarschijnlijk is dit het gevolg van verdroging (tijdelijke onderbemaling) en de daarmee gepaard gaande mineralisatie. Te droge condities (met meer regenwaterinvloed) zijn waarschijnlijk ook de oorzaak van de relatief lage pH-z in de toplaag (4,0). De pH neemt toe in de diepte, evenals de calciumconcentraties. Het optimaliseren van de hydrologische condities

# Z23-9170-27 (43)

*Bodem- en hydrochemisch onderzoek Kamerik-Teylingens  
RP-22.119.23.10*

.....

lijkt op basis van deze data belangrijk om de soortenrijkdom te herstellen. Het lijkt erop dat het langer nat moet zijn van het najaar tot in het vroege voorjaar. In de zomermaanden dient de toplaag droog te vallen: optimaal 10-20 cm en maximaal 30-40 cm. Daarnaast is een beheer van maaien en afvoeren nodig (augustus/september).



## 5. SYNTHESE

### AANLEIDING EN OPZET ONDERZOEK

- Onderzoekcentrum B-WARE is door Provincie Utrecht (via Staatsbosbeheer) gevraagd om een bodem- en hydrochemisch onderzoek uit te voeren om natuurpotenties en geschikte inrichtingsmaatregelen (plagdieptes) in kaart te brengen voor een aantal veenweidepercelen in Kamerik-Teylingens (Figuur 1). Het opstellen van een beheer- en inrichtingsplan maakt geen onderdeel uit van het onderzoek. Daarnaast maakt het hydrologische aspect geen onderdeel uit van het onderzoek (een eventuele ontgroning dient te passen binnen het ecohydrologische systeem).
- Het onderzoek is primair gericht op de bodemchemie. Met behulp van de resultaten van dit onderzoek kan de opdrachtgever gericht keuzes maken bij de gebiedsontwikkeling. Op 17 locaties werden profielbeschrijvingen uitgevoerd en bodemmonsters verzameld voor analyse. Daarnaast werd een oppervlaktewatermonster ter hoogte van de hoogwatervoorziening Kamerikse Wetering verzameld en geanalyseerd.

### P-GELIMITEERDE NATUURONTWIKKELING (VOORMALIGE) LANDBOUWPERCELEN

- De bodem in het onderzoeksgebied Kamerik-Teylingens bestaat uit klei en veen. De dikte van de bouwvoor varieert van circa 15-45 cm, maar is overwegend 25 cm. Onder de bouwvoor is veelal een A horizont te vinden van (sterk) veraard veen. De intacte C horizont ligt op de meeste locaties rond de 40-60 cm-mv. Bij de adviezen per locatie zal worden beschreven hoe voedselrijk de toplaag is en tot op welke diepte de bodem verrijkt is met fosfaat en welk natuurbeheertype ontwikkeld kan worden. Zie Figuur 12 voor een impressie van de boorprofielen en locaties. Zie Bijlage 1 voor de gedetailleerde profielbeschrijvingen per locatie.
- Bij natte schraallanden of vochtige hooilanden op veengronden is het van belang dat de waterstanden in de zomer bij voorkeur maximaal 20-25 cm uitzakken om mineralisatie/afbraak van het veen te voorkomen. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) in het onderzoeksgebied varieert van 0-20 cm-mv. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) varieert van 40-70 cm-mv. Dat is ook de diepte waarop de intacte C-horizont is aangetroffen. Onder permanent natte condities kan geen mineralisatie door droogval plaatsvinden. Zie Tabel 1 voor een overzicht per locatie. De huidige waterstanden lijken in de zomer dus nog wat te ver uit te zakken.
- Wanneer we naar de waterkwaliteit van het inlaatwater kijken, zien we dat het water gebufferd is (pH 7,1, alkaliniteit 3,4 meq/l, 2976  $\mu\text{mol/l}$   $\text{HCO}_3^-$ ). De ammonium- en nitraatconcentraties zijn relatief laag (16,6 en 27,4  $\mu\text{mol/l}$ ). Het oppervlaktewater is wel verrijkt met sulfaat (739  $\mu\text{mol/l}$ ) en ook de fosfaatconcentratie is verhoogd (3,0  $\mu\text{mol/l}$   $\text{PO}_4^{3-}$ ). Sulfaatverrijking van het oppervlaktewater vindt veelal plaats als gevolg van droogval van zwavelhoudende veenbodems. Een uitgebreide hydrologische analyse maakt geen onderdeel uit van het onderzoek. De focus ligt op het bodemchemische aspect.
- Voor de ontwikkeling van de beoogde natuurbeheertypen kunnen de volgende streefconcentraties worden gehanteerd (GRIP database Onderzoekcentrum B-WARE):
  - Heischraal grasland/kleine zeggenvegetatie: 100-400  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 4.000-10.000  $\mu\text{mol/l}$ );
  - Blauwgrasland: 200-500  $\mu\text{mol/l}$  bodem (Ca-z 10.000-30.000  $\mu\text{mol/l}$ );

- Vochtig hooiland: 300-800/900  $\mu\text{mol/l}$  bodem; (Ca-z 10.000-50.000  $\mu\text{mol/l}$ ); veelal (zeer) ijzerrijk.
  - Kruiden- en faunarijk grasland: <1200-1500  $\mu\text{mol/l}$  bodem.
- Uit de bodemchemische analyses blijkt dat de toplaag van de bodems op de meeste locaties (beperkt) verrijkt is met fosfaat. Wanneer de voedselrijke toplaag wordt afgegraven kunnen meteen de juiste bodemchemische condities worden gecreëerd voor de ontwikkeling van P-gelimiteerde natuurtypen. De monsterdieptes zijn door de opdrachtgever vastgesteld op basis van de maximale ontgrondings-/plagdieptes. Bij het afgraven nemen de P-concentratie af en de pH-z toe. In Figuur 26 en Figuur 27 zijn de beoogde natuurdoelen en benodigde ontgrondingsdieptes inzichtelijk gemaakt.

## Perceel 1 (locaties 1-4)

- De toplaag is verrijkt met fosfaat en de gemiddelde verschralingsduur tot een Olsen-P concentratie van 400 en 700  $\mu\text{mol/l}$  bedraagt respectievelijk 138-222 en 83-181 jaar.
- Op alle locaties kan gekozen worden voor het afgraven (afname P-concentraties en toename pH-z) van 15 cm waarna de gebufferde, ijzerrijke, humeuze (30-35% organische stof) kleibodem geschikt is voor de ontwikkeling van vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700  $\mu\text{mol/l}$ . Lokaal is een aanvullend verschralingsbeheer vereist.
- Ook kan gekozen worden voor het afgraven van 25 cm waarna de humeuze kleibodem (35-40% organische stof), lokaal met een beperkt aanvullend verschralingsbeheer, geschikt voor de ontwikkeling van nat schraalland met een Olsen-P concentratie van 400  $\mu\text{mol/l}$ . Als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

## Perceel 2 (locaties 5-10)

- De lagere zone rondom de sloot is kansrijk voor een soortenrijkere ontwikkeling richting nat schraalland/kleine zeggenvegetatie na 15 cm afgraven. Lokaal is een aanvullend verschralingsbeheer vereist en zal in eerste instantie wellicht eerst een ontwikkeling richting vochtig hooiland plaatsvinden.
- Op locatie 6 komt na 15 cm plagen voedselarme een venige bodem aan het oppervlakte. Het door ontwikkelen van de toplaag is hier eveneens een optie.
- Aan de westzijde zijn de zones ten noorden en zuiden van de sloot voedselrijk tot 35 cm-mv. Hier wordt geadviseerd te richten op de ontwikkeling van een vochtig kruiden- en faunarijk grasland op de toplaag door middel van maaien en afvoeren.
- Aan de oostzijde liggen door middel van een ontgraving van 15 (noordzijde, locatie 8) en 25 cm (zuidzijde, locatie 9) eveneens kansen voor de ontwikkeling van nat schraalland/kleine zeggenvegetaties, met beperkt aanvullend verschralingsbeheer.
- Verschraling van de toplaag op de locaties 5, 7, 8 en 10 tot een Olsen-P concentratie van 400 en 700  $\mu\text{mol/l}$  bedraagt respectievelijk 152-286 en 83-245 jaar. Op de locaties 6 en 9 nabij de sloot is dit respectievelijk 27-78 en 0-34 jaar.

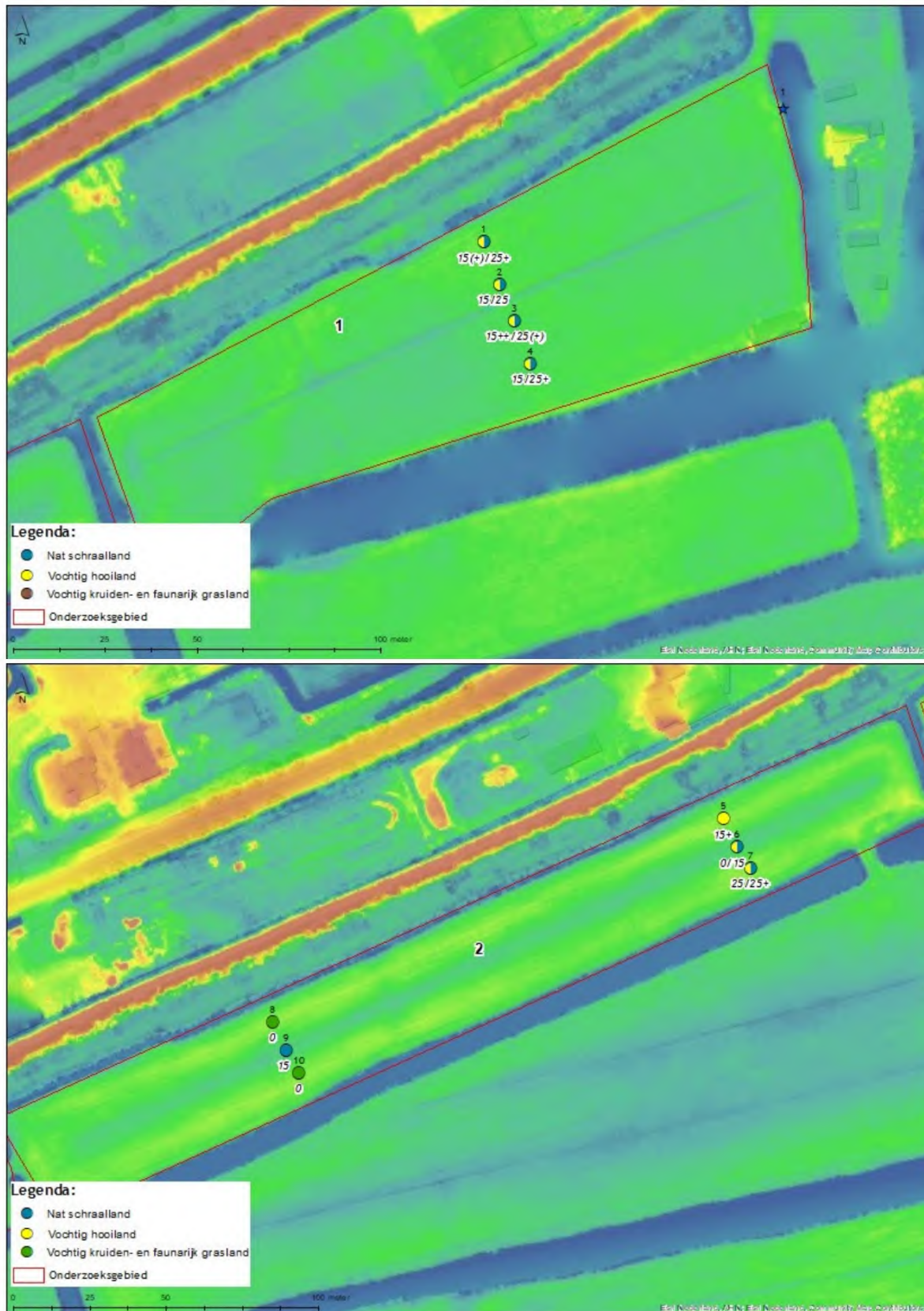
## Perceel 4 (locaties 11-13)

- Op locatie 11 is met een verschralingsbeheer (circa 11 jaar) de toplaag geschikt voor vochtig hooiland.

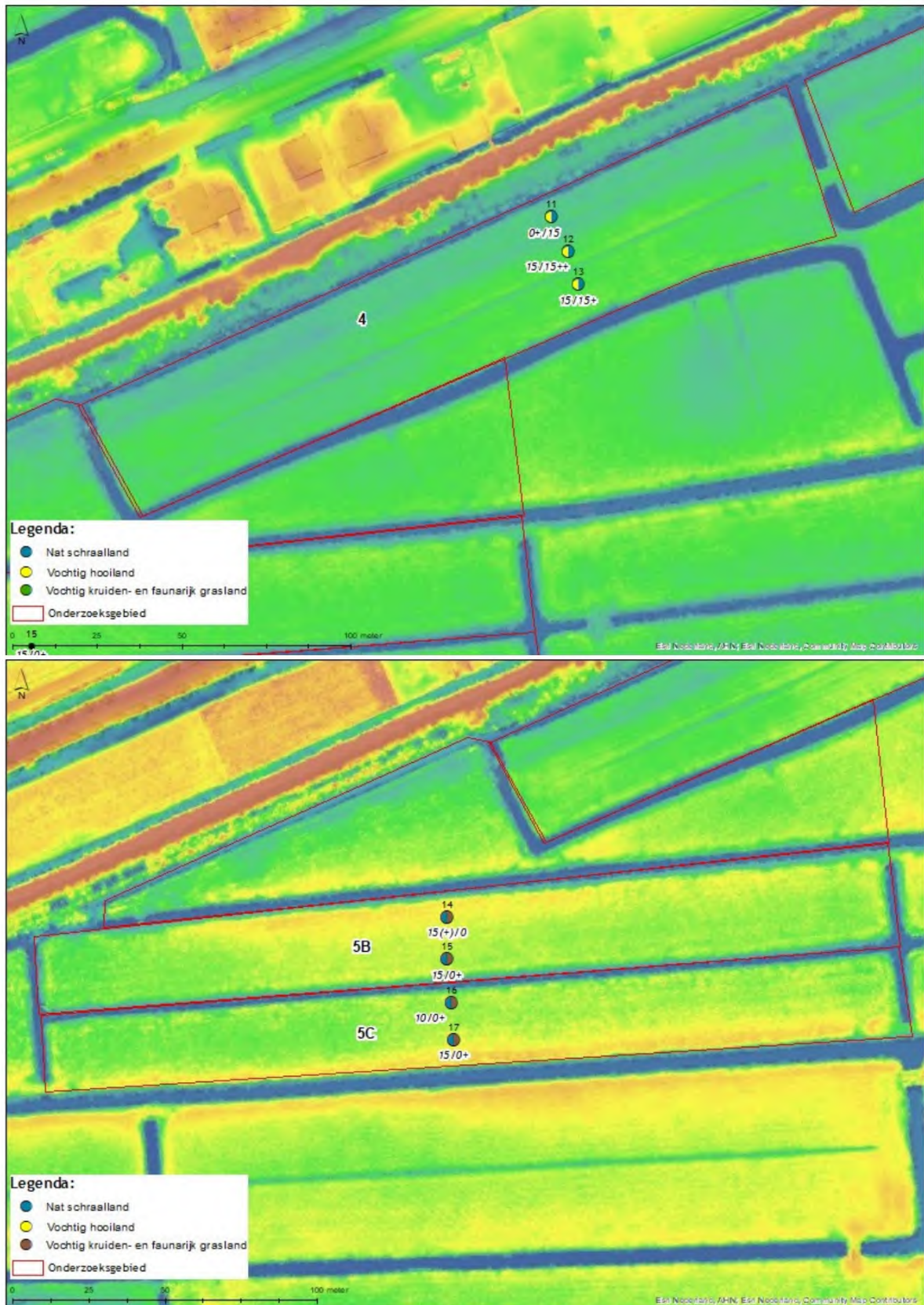
- Ook kan gekozen worden voor het afgraven van de toplaag (15 cm) op alle locaties waarna de bodem geschikt is voor de ontwikkeling van nat schraalland (locatie 11) of vochtig hooiland (locaties 12 en 13). Indien aanvullend verschraald wordt (20-23 jaar) kan op locaties 12 en 13 ook een nat schraalland worden ontwikkeld. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.

#### Perceel 5BC (locaties 14-17)

- De toplaag is op locatie 14 geschikt voor de ontwikkeling van een kruiden- en faunarijkgasland door middel van maaien en afvoeren.
  - Op de locaties 15-17 kan door middel van 13-17 jaar maaien en afvoeren een vochtig hooiland met een Olsen-P concentratie van 700  $\mu\text{mol/l}$  worden ontwikkeld.
  - Geadviseerd wordt om op alle locaties de toplaag (10-15 cm) af te graven t.b.v. de ontwikkeling van nat schraalland waarbij op locatie 14 nog beperkt verschalingsbeheer vereist is. Of als het heel nat wordt, is de ontwikkeling van een kleine zeggenvegetatie mogelijk.
- Na een eventuele ontgroning wordt geadviseerd om maaisel/plagsel uit een referentieterrein op te brengen om de ontwikkeling van de doelvegetatie te stimuleren en de ontwikkeling van algemene (ruigte)soorten te onderdrukken. Dit is een essentiële aanvullende maatregel na het optimaliseren van de abiotische condities;
  - Voor een succesvolle ontwikkeling zijn niet alleen de bodemchemische omstandigheden leidend. De hydrologie dient eveneens te worden geoptimaliseerd. Er dient voldoende grondwaterinvloed in het maaiveld te zijn (circa oktober tot april) en in de zomer dient de toplaag beperkt (10-20 cm) droog te vallen (mineralisatie van het veen voorkomen) om P-binding te stimuleren en verzuuring te voorkomen. In verband met het veranderende klimaat (extremere weersomstandigheden) wordt geadviseerd de hydrologische omstandigheden (bij vernatting) regelbaar te maken.
  - Het nat schraalland ten noorden van het onderzoeksgebied is P-arm en voldoende gebufferd. Verdroging lijkt echter de oorzaak van verhoogde nitraatconcentraties in de toplaag (als gevolg van mineralisatie) en een relatief lage pH. De pH en de calciumconcentraties nemen toe in de diepte. Het optimaliseren van de hydrologische omstandigheden lijkt hiermee prioriteit te hebben bij het herstellen van de soortenrijkdom. Momenteel domineren veenmossen, riet en paddenrus. Daarnaast is een beheer van maaien en afvoeren belangrijk. Een aanvullend veldbezoek wordt aanbevolen.



**Figuur 26.** Overzicht van de ontgrondingsdieptes (in cm) die nodig zijn om P-arme condities te realiseren waarbij (+) = <10, + = 11-20 en ++ = 21-30 jaar aanvullend verschalingsbeheer vereist. De kleuren geven een beeld van de natuurpotenties. De natuurpotenties zijn gebaseerd op de Ca-z concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ) 10000-(>)20000 = nat schraalland/vochtig hooiland (als het heel nat wordt een kleine zeggenvetatie). Onder voedselrijkere condities kan een (vochtig) kruiden- en faunarijck grasland worden ontwikkeld.



**Figuur 27.** Overzicht van de ontgrondingsdieptes (in cm) die nodig zijn om P-arme condities te realiseren waarbij (+) = <10, + = 11-20 en ++ = 21-30 jaar aanvullend verschalingsbeheer vereist. De kleuren geven een beeld van de natuurpotenties. De natuurpotenties zijn gebaseerd op de Ca-z concentraties ( $\mu\text{mol/l}$ ) 10000-(>)20000 = nat schraalland/vochtig hooiland (als het heel nat wordt een kleine zeggenvegetatie). Onder voedselrijkere condities kan een (vochtig) kruiden- en faunarijck grasland worden ontwikkeld.



---

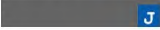
## 6. LITERATUUR

- Becker, P. de (2004) Onderzoek naar de abiotische standplaatsvereisten van verschillende beekbegeleidende *Alno/Padion* en *Alnion incanae*/gemeenschappen. Rapport Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Dorland, E., K. Eichhorn, T. Van den Broek & M. Courbois (2020) Herstel kruidenrijke graslanden op zandgrond door tijdelijk akkerbeheer. *De Levende Natuur* 121: 86-91.
- Eichhorn, K., E. Brouwer, E. Dorland, R. Ketelaar & T. van den broek (2020) Kruidenrijke natuurgraslanden ontwikkelen op fosfaatrijke grond. Wat is er mogelijk? *De Levende Natuur* 121: 92-95.
- Ertsen, D., P. de Louw & J. Buma (2005) OGOR Natuur in Noord-Brabant. Hydrologische randvoorwaarden voor Brabantse natuurdoeltypen. Provincie Noord-Brabant, Den Bosch.
- Mullekom, M. van & F. Smolders (2012) Bodemchemisch onderzoek Gooiermars. Onderzoek naar de natuurontwikkelingsmogelijkheden op voormalige landbouwgronden. Rapport 2012.34, Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen.
- Olsen S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe & L.A. Dean (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *US Department of Agriculture circular No. 939*.
- Scherpenisse, M.C., E. Verbaarschot, B. Timmermans, R. Bobbink & P.J.M. Verbeek (2017) Graslanden in Overijssel. Advies voor kwaliteitsverbetering van kruiden- en faunarijk grasland. *Natuurbalans - Limens Divergens BV, Nijmegen*.
- Schippers, W. (2012) Ontwikkelen van kruidenrijk grasland. *Samenwerkende Uitgevers Vof*.



## 7. BIJLAGEN

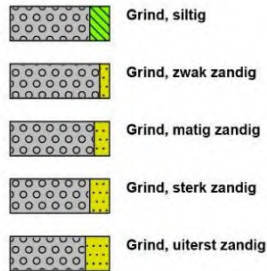
### 7.1 Bijlage 1 - Profielbeschrijvingen bodem

Profielbeschrijvingen conform NEN5104 van de boorlocaties in het gebied. Profielbeschrijvingen zijn opgesteld door ATKB 

Legenda:

#### Legenda (conform NEN 5104)

##### grind



##### zandtest



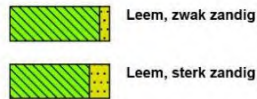
##### veen



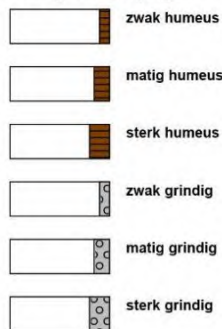
##### klei



##### leem



##### overige toevoegingen



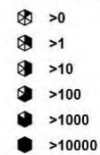
##### geur



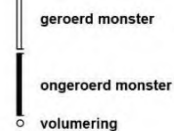
##### olie



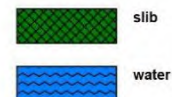
##### p.i.d.-waarde




##### monsters

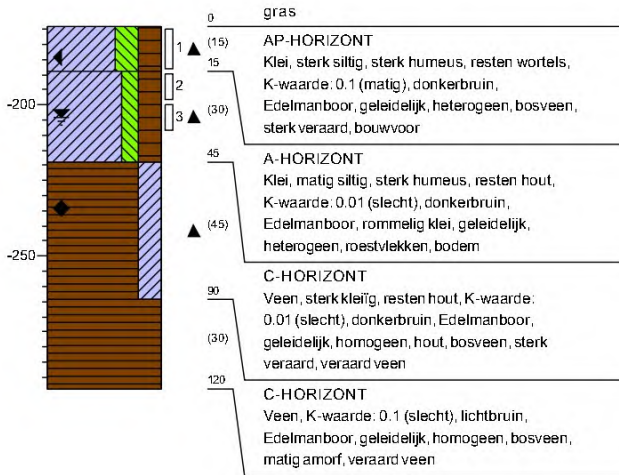


##### overig




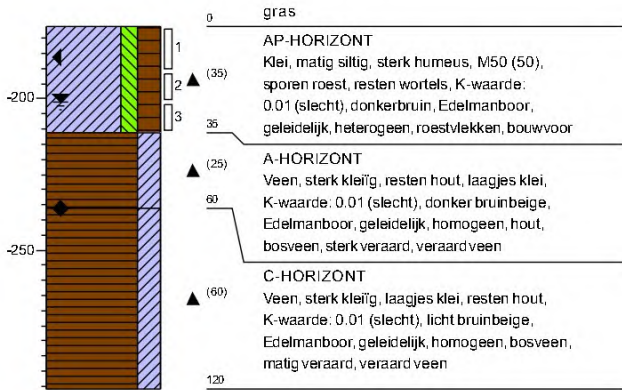
**Boring: 01**

X: 120986,87  
 Y: 463703,28  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.741  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 60




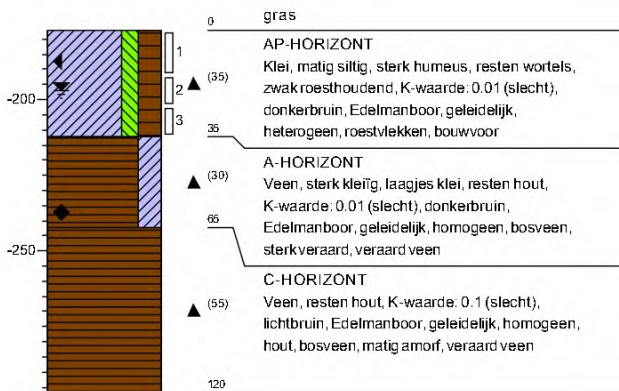
**Boring: 02**

X: 120991,09  
 Y: 463691,68  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.761  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 10  
 GLG: 60




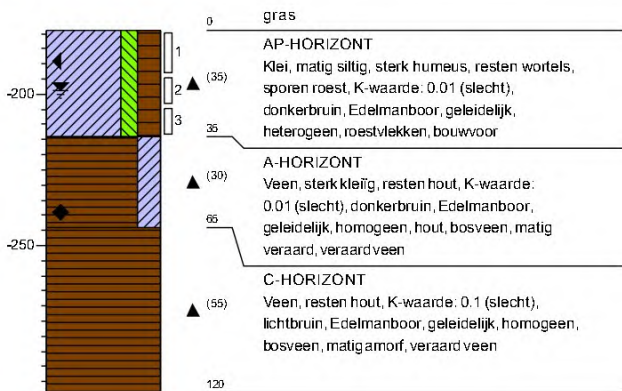
**Boring: 03**

X: 120994,97  
 Y: 463681,92  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.771  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 60



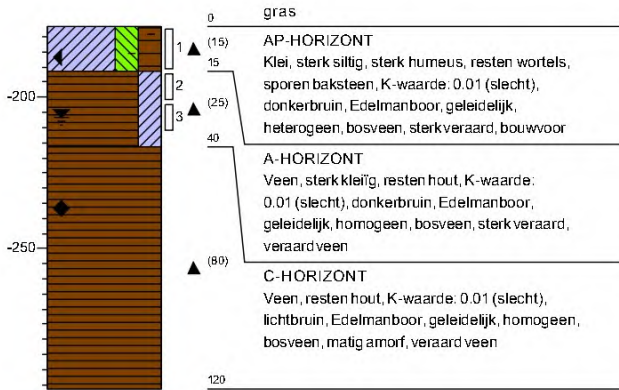
**Boring: 04**

X: 120999,49  
 Y: 463670,13  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester:   
 N.A.P.: -1.789  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 10  
 GLG: 60



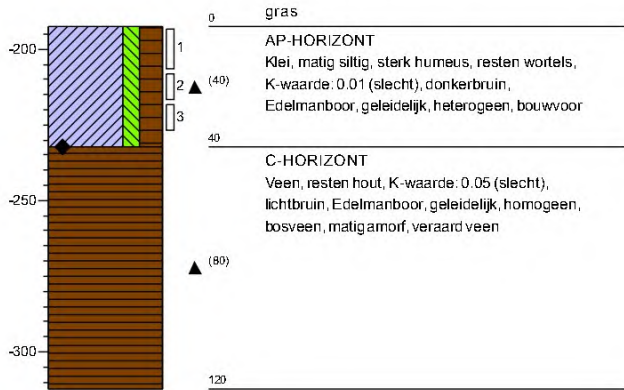
**Boring: 05**

X: 120816,47  
 Y: 463617,73  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.766  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 60



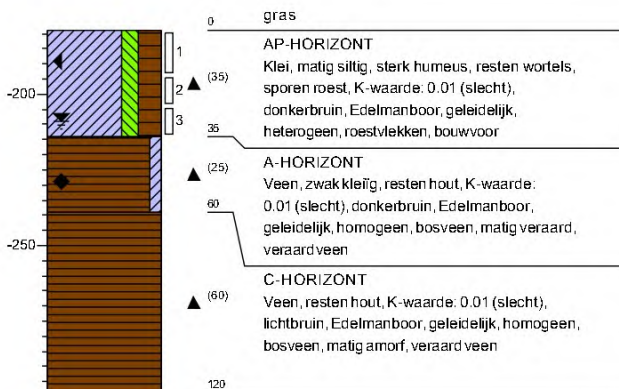
**Boring: 06**

X: 120821,01  
 Y: 463608,52  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.926  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 0  
 GHG: 0  
 GLG: 40



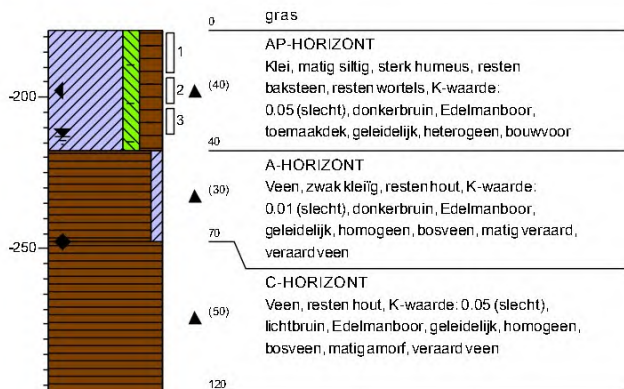
**Boring: 07**

X: 120825,32  
 Y: 463601,74  
 Datum: 19-12-2022  
 N.A.P.: -1.79  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 50



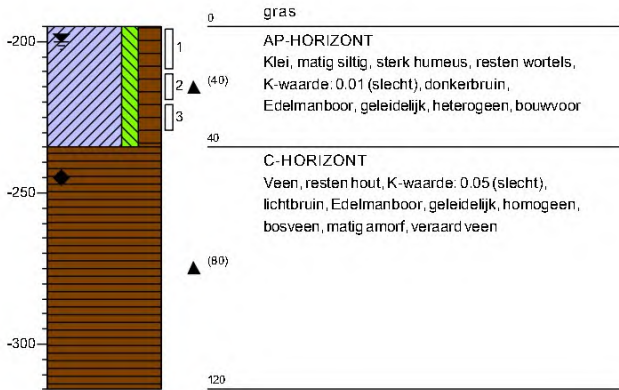
**Boring: 08**

X: 120668,72  
 Y: 463551,23  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.78  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 35  
 GHG: 20  
 GLG: 70



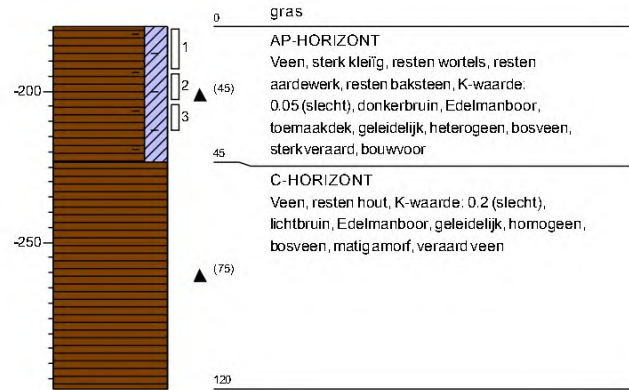
**Boring: 09**

X: 120672,83  
 Y: 463542,00  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.95  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 5  
 GHG: 0  
 GLG: 50



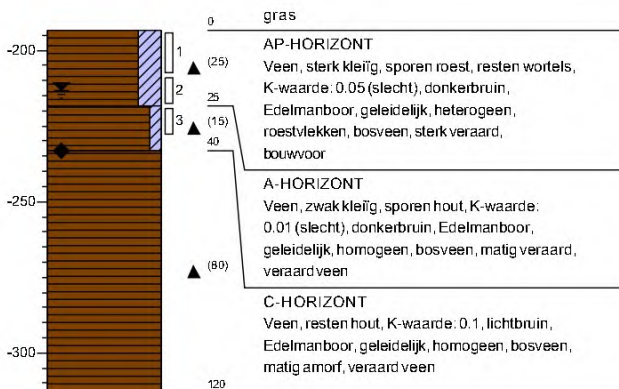
**Boring: 10**

X: 120677,10  
 Y: 463534,48  
 Datum: 19-12-2022  
 N.A.P.: -1.786  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers



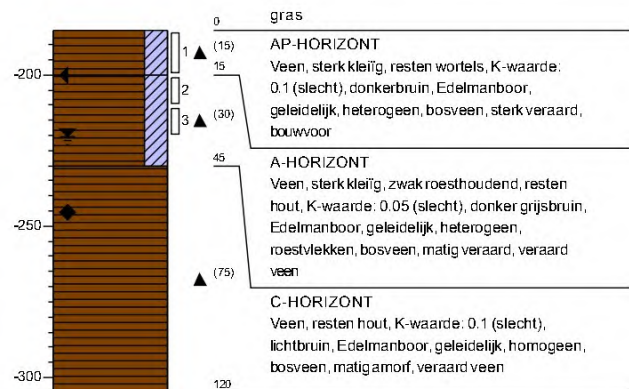
**Boring: 11**

X: 120345,20  
 Y: 463410,86  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.935  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 20  
 GHG: 0  
 GLG: 40



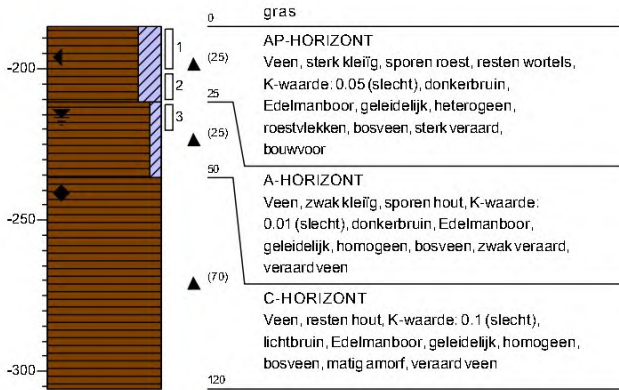
**Boring: 12**

X: 120350,04  
 Y: 463400,78  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.854  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 35  
 GHG: 15  
 GLG: 60



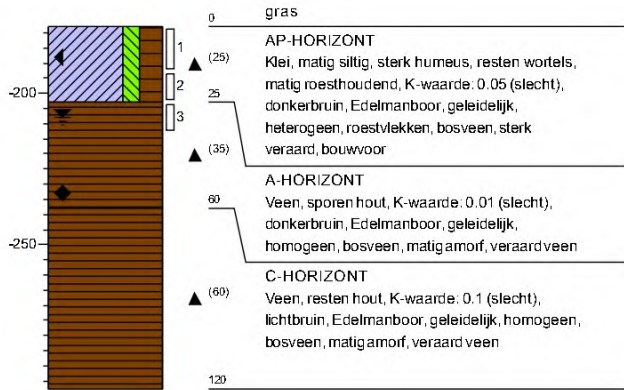
**Boring: 13**

X: 120353,12  
 Y: 463390,89  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.86  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 55



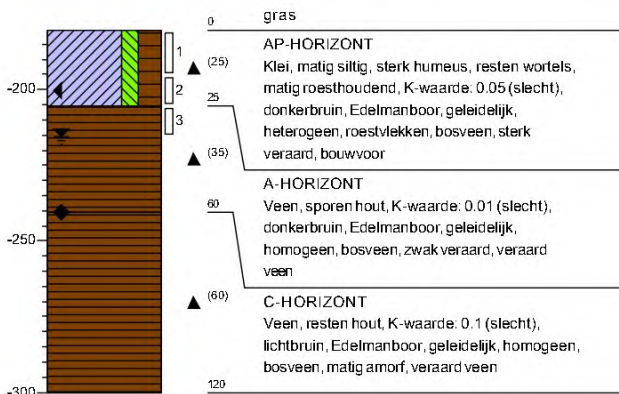
**Boring: 14**

X: 120191,44  
 Y: 463297,89  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.779  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 55



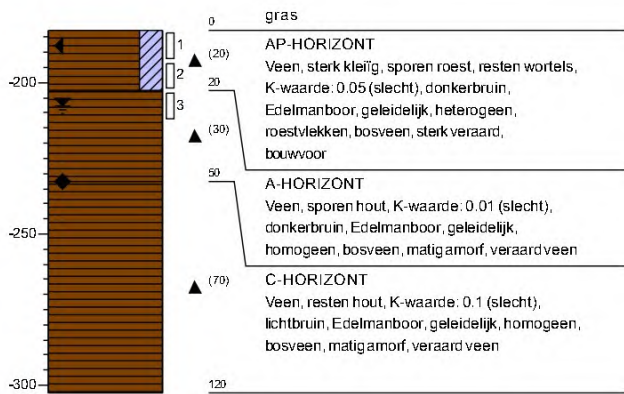
**Boring: 15**

X: 120191,12  
 Y: 463283,91  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.805  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 35  
 GHG: 20  
 GLG: 60



**Boring: 16**

X: 120192,76  
 Y: 463269,62  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.827  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 25  
 GHG: 5  
 GLG: 50

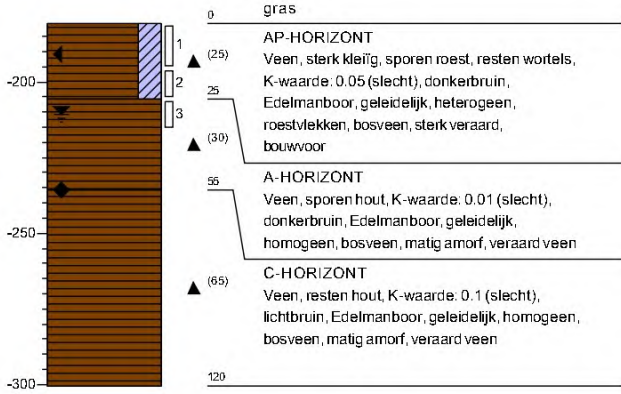


**Boring: 17**

X: 120193,59  
 Y: 463257,48  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -1.807  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers  
 GWS: 30  
 GHG: 10  
 GLG: 55

**Boring: OW**

X: 121068,45  
 Y: 463739,93  
 Datum: 19-12-2022  
 Boormeester: **J**  
 N.A.P.: -2.061  
 Nauwkeurigheid GPS: RTK, fixed integers



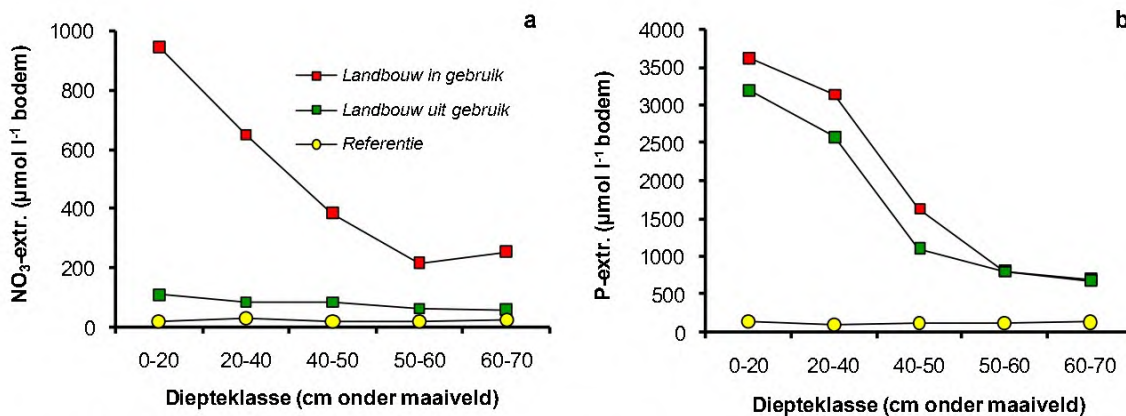
0 waterspiegel

## 7.2 Bijlage 2 - Natuurontwikkeling op landbouwgronden

## 7.2.1 Natuurontwikkeling: belang van fosfaat

De kansen voor de ontwikkeling van soortenrijke vegetatietypen op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten als fosfor (P) en stikstof (N). Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de hoge stikstofdepositie in Nederland en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Het is daarom van belang om te sturen op fosforlimitatie.

Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Figuur 28; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006). Fosfor daarentegen wordt sterk in de bodem gebonden en de fosforbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik niet sterk af (Figuur 28; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Het is daarom van belang om met maatregelen de beschikbaarheid van fosfor in de bodem te reduceren.

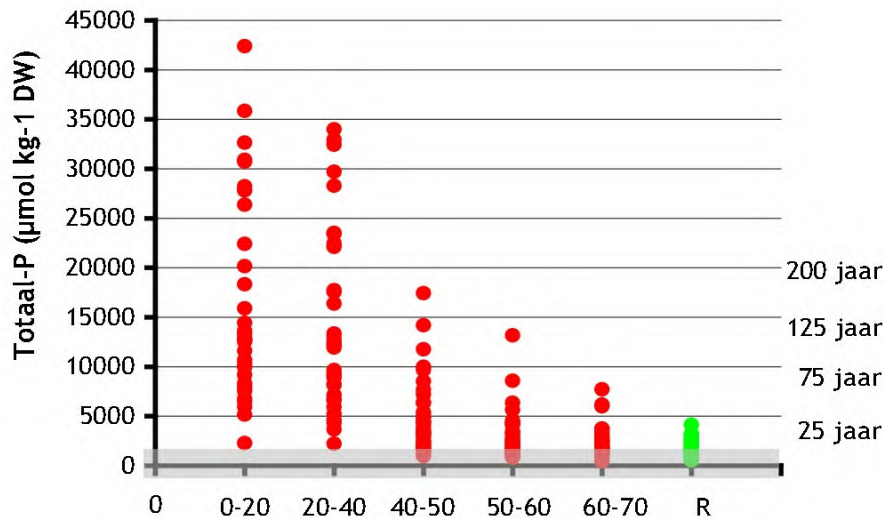


**Figuur 28.** Nitraat- (a) en fosfaatconcentratie (b) op verschillende dieptes (in cm onder maaiveld) in de bodem van percelen in landbouwkundig gebruik, van percelen die sinds 5-10 jaar niet meer in landbouwkundig gebruik zijn en van natuurgebieden (referentie). Nitraat verdwijnt uit de bodem wanneer de bodem niet meer in landbouwkundig gebruik is doordat het uitspoelt naar het grondwater of wordt gedenitrificeerd. Het sterk in de bodem gebonden (immobiele) fosfaat verdwijnt echter niet op een natuurlijke wijze uit de bodem. Bron: Lamers e.a. (2009).

In tegenstelling tot stikstof neemt de fosforbeschikbaarheid niet door uitspoeling sterk af. Door middel van maaien en afvoeren kan de P-beschikbaarheid op voormalige landbouwgronden onvoldoende worden teruggebracht om binnen een termijn van enkele tientallen jaren een P-gelimiteerde uitgangssituatie te krijgen (zeer kalkrijke bodems uitgezonderd) (Figuur 28; Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009). Om de ontwikkeling van waardevolle vegetaties mogelijk te maken is het verwijderen van de P-rijke toplaag meestal onontkoombaar. Hierbij is het belangrijk om vast te stellen tot hoe diep ontgrond moet worden om een voldoende P-arme uitgangssituatie te creëren. Dit kan door op verschillende dieptes de P-beschikbaarheid te meten (Lamers e.a., 2005; Smolders e.a., 2006; van Mullekom e.a., 2013).

In het geval dat de natuurontwikkeling gepaard gaat met vernatting is het van belang om rekening te houden met veranderende redoxcondities (Smolders e.a., 2006). In de bodem zorgen geoxideerde ijzerverbindingen (ijzer(hydr)oxiden; roest) in belangrijke mate voor de vastlegging van fosfaat. Onder natte condities kan er geen zuurstof meer in de bodem doordringen waardoor

geoxideerde ijzerverbindingen worden gereduceerd. Hierdoor neemt het fosfaatbindende vermogen van de bodem sterk af en kan fosfaat uit de bodem vrijkomen.



**Figuur 29.** Totaal-P concentraties in verschillende voormalige landbouwgronden (rood) en referentiegebieden (R, groen). Op de X-as wordt de diepte in cm weergegeven waarop de monsters zijn genomen. Het grijze gebied geeft de streefwaarde van 2500  $\mu\text{mol}$  totaal-P per kilogram droge bodem. Rechts wordt het aantal jaren gegeven dat nodig is om de totaal-P waarden te laten dalen tot deze referentiewaarde door middel van maaien en afvoeren, aannemende dat er 10 kg P per hectare per jaar kan worden afgevoerd. Bron: Smolders e.a. (2006).

### 7.2.2 Verschrallingsmaatregelen bij natuurontwikkeling

Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. De verschillende gangbare methoden worden in de volgende alinea's beknopt toegelicht en kunnen met elkaar gecombineerd worden:

#### Extensieve begrazing

Bij extensieve begrazing worden nutriënten opgenomen door grazers. Via mest en urine komen ze dan elders weer vrij. Probleem hiervan is echter dat dit vooral leidt tot herverdeling van nutriënten binnen het gebied en veel minder tot de afvoer van nutriënten. Daarnaast worden bepaalde soorten als Pitrus (*Juncus effusus*), niet of weinig gegeten, waardoor de dominantie van deze soort alleen maar toeneemt (Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2009).

#### Intensief beheer met maaien en afvoeren

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders e.a., 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Figuur 29, Smolders e.a., 2006; Lamers e.a., 2005).

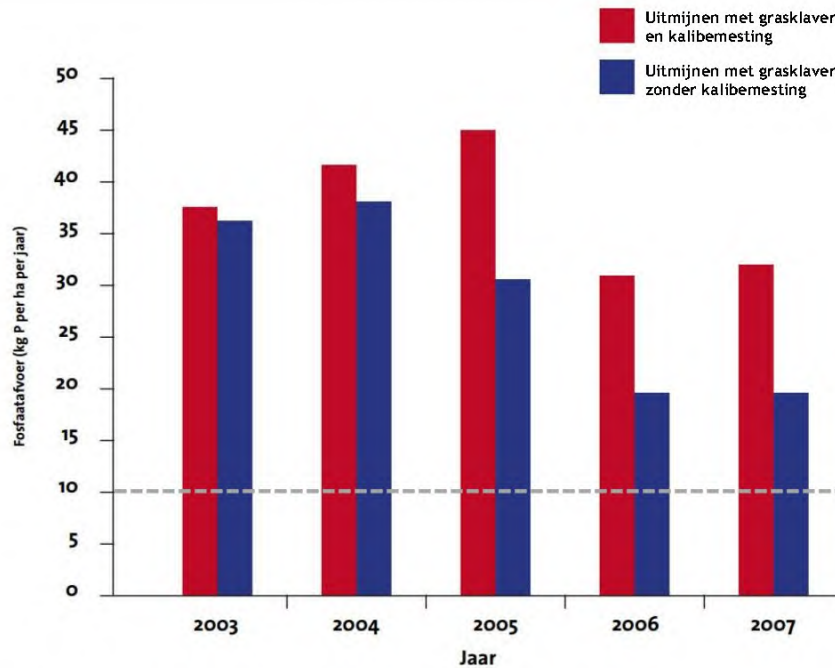
De verschrallingsduur voor maaien en afvoeren is in deze rapportage berekend op basis van het verschil tussen de actuele totaal-P concentratie en de totaal-P streefconcentratie, uitgaande van

.....

een P-afvoer van 10 kg hectare per jaar (Chardon, 2008). De streefconcentratie voor totaal-P is hierbij niet op een standaardwaarde vastgesteld, maar berekend aan de hand van de streefwaarde voor Olsen-P en de actuele beschikbare P-fractie (Olsen-P/totaal-P-ratio). Stel dat de actuele P-fractie 0,1 is (10% van het totaal-P is beschikbaar P), dan is bij een streefwaarde van 500  $\mu\text{mol}$  Olsen-P/l de streefwaarde voor totaal-P 5 mmol/l ( $(0,5/10) \times 100$ ). Stel dat bij een ijzer- en kalkrijke bodem de actuele P-fractie slechts 0,05 is (5% van de totale P voorraad is beschikbaar), dan is de streefwaarde voor totaal-P 10 mmol/l ( $(0,5/5) \times 100$ ). Er is bij de berekening wel vanuit gegaan dat de fractie beschikbaar P gedurende de verschrallingsperiode gelijk blijft. Wanneer we hiervoor zouden corrigeren (veranderende (Ca+Fe)/P-ratio) valt de verschrallingsduur 10-20% lager uit. Het is echter te verwachten dat de effectiviteit van de verschralling in de laatste fase afneemt, waardoor de P-afvoer van 10 kg/ha/jaar niet meer wordt gehaald en de verschrallingsduur eerder hoger uit zou vallen. De gehanteerde formule lijkt overall dan ook een goed beeld te geven van de indicatieve verschrallingsduur. Verder is de ondergrens voor de totaal-P streefconcentratie gesteld op 2,5 mmol/l. Voor uitmijnen kan de verschrallingsduur op dezelfde wijze berekend worden, maar dan wordt uitgegaan van een P-afvoer van 40 kg hectare per jaar. Wanneer aanvullend verschrallingsbeheer vereist is betekent dit dat er onvoldoende voedselarme condities zijn gecreëerd bij de inrichting. Hierdoor is er een kans op verzuuring in de vorm van pitrusontwikkeling onder vochtige tot natte omstandigheden. De verschrallingsduur via maaien en afvoeren is 4 keer zo lang als de duur via uitmijnen. Voor het berekenen van de totale verschrallingsduur op een bepaalde diepte moeten, in verband met de worteldiepte van planten, de verschrallingsduren van een bodempakket van 25 cm bij elkaar worden opgeteld.

### Uitmijnen

Uitmijnen is een versterkte verschralling door middel van een gewas waarvan de productie op peil wordt gehouden door middel van aanvullende bemesting opdat de afvoeren van het doelnutriënt (fosfor) maximaal is. Door middel van het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en een maaibeheer kan fosfaat versneld (40 kg P/ha/jaar: 4x sneller als met maaien en afvoeren) aan de bodem worden onttrokken (Timmermans & van Eekeren, 2012). Klaver houdt met haar stikstofbinding de productie gaande en kalibemesting wordt gebruikt om klaver optimaal te laten groeien. Ook met deze beheersmaatregel duurt het op voormalige landbouwgronden vaak tientallen jaren voordat het gewenste verschrallingsniveau is bereikt (van Mullekom e.a., 2013). Het uitmijnen kan versneld worden door het verwijderen van de extreem voedselrijke toplaag.



**Figuur 30.** Fosfaatafvoer (in kg fosfor per ha per jaar) door uitmijnen met grasklaver (klaver voor het vastleggen van stikstof) en kalibemesting en met grasklaver zonder kalibemesting (start eind 2002). De fosfaatafvoer werd bereikt door het maken van vier tot vijf maaisneden per jaar. Na enkele jaren daalt de afvoer van fosfaat in het deel zonder aanvullende kalibemesting. Stikstof- en kalibronnen zijn nodig voor een hoge fosfaatafvoer. Op de lange termijn is de gemiddelde afvoer bij uitmijnen ongeveer 40 kg fosfor per ha per jaar. Dit komt overeen met circa 90 kg fosforpentoxide ( $P_2O_5$ ) per ha per jaar. Met jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren kan een fosfaatafvoer van ca. 10 kg P per ha per jaar worden bereikt (grijze stippellijn). Bron: Timmermans & van Eekeren (2012; 2016).

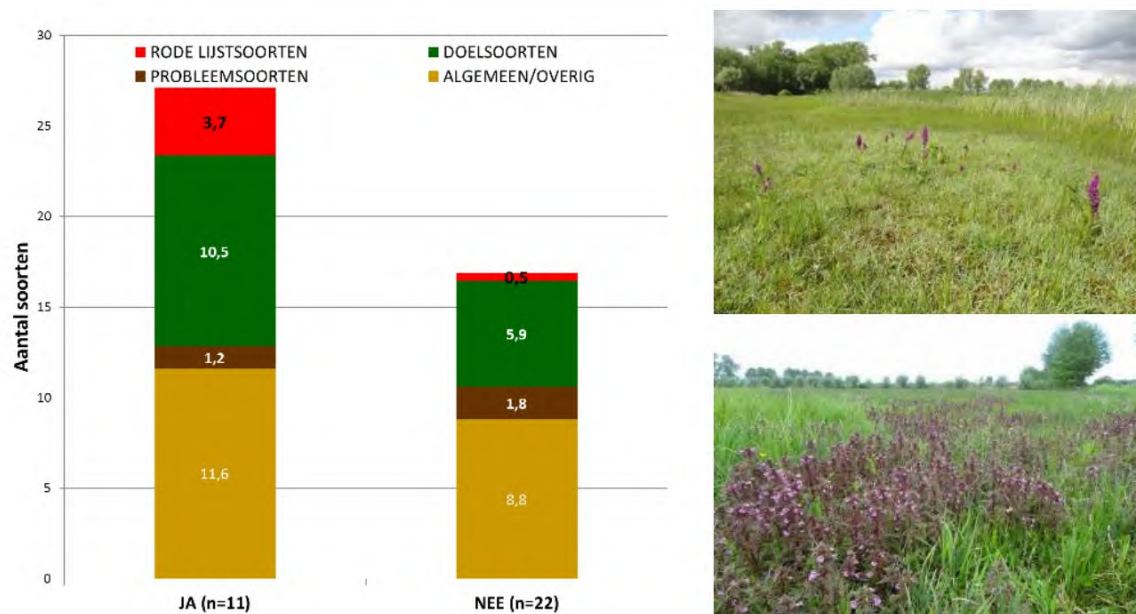
### Ontgronden

Bij ontgronden (toplaagverwijdering/maaiveldverlaging) worden enkele decimeters van de toplaag verwijderd (Smolders e.a., 2009). Voordat de toplaag afgegraven wordt, moet de diepte van het fosfaatfront bepaald worden. Dit komt namelijk niet altijd overeen met de dikte van de bouwvoor (Smolders e.a., 2009). Fosfaat kan door uitspoeling namelijk dieper in de bodem terecht komen. Door middel van ontgroning kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook meteen de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (van Mullekom e.a., 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en dat de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld te hoog kunnen worden. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli e.a., 2015; Bobbink e.a., 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig, zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgroning van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

### 7.2.3 Aanvullend advies

#### Herintroductie

Na het verwijderen van de P-verrijkte toplaag is het vaak nodig om nog een aantal jaren aanvullend verschrallingbeheer te plegen door middel van maaien en afvoeren. Begrazen houdt het terrein wel open maar leidt nauwelijks of niet tot een verdere verschraling van het terrein. Nadat een P-gelimiteerde uitgangssituatie is gecreëerd is er vaak nog geen sprake van de gewenste vegetatieontwikkeling. Met name de zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank meestal weinig meer over. Door de hoge nitraatconcentraties in deze bodems zijn de meeste zaden reeds gekiemd omdat nitraat werkt als kiemhormoon. De nog resterende zaadbank wordt vaak gedomineerd door zeer algemene soorten met een hoge zaadproductie, zoals Pitrus. Het uitzaaien van diasporen (zaden, sporen, stekken) via maaisel of plagsel van een geschikte referentievegetatie zal de ontwikkeling van de gewenste vegetatie sterk bevorderen (van Mullekom e.a., 2009; 2013).



**Figuur 31.** Links: resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE. Rechts: Foto's van succesvolle ontwikkeling van nat schraalland met onder ander Moeraskartelblad, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Blauwe knoop, Vetblad, Heidekartelblad, Gevlekte orchis, Welriekende nachtorchis, Brede orchis en Moeraswespenorchis door middel van het afgraven van de voedselrijke toplaag in combinatie met de herintroductie van doelsoorten. Foto's:

Wanneer plagsel wordt gebruikt voor herintroductie worden tevens mycorrhiza's (schimmels die planten helpen bij de opname van voedingsstoffen op voedselarme gronden) van de doelsoorten en andere essentiële bodem micro-organismen in het gebied geïntroduceerd (Bobbink e.a., 2016). Zonder introductie van doelsoorten is de kans op vestiging van deze soorten te verwaarlozen indien er geen bronpopulaties in de nabije omgeving aanwezig zijn (Klimkowska e.a., 2007). Het herintroduceren van doelsoorten (eventueel één of twee opeenvolgende jaren herhalen zolang de

zode nog niet gesloten is) uit zo lokaal mogelijke bronnen (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden) leidt onder de juiste bodemchemische en hydrologische omstandigheden tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (Figuur 31).

Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel waarbij idealiter 1 m<sup>2</sup> vers verzameld maaisel over 1(-2) m<sup>2</sup> bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal (indicatie dichtheid: 1 m<sup>2</sup> verspreiden over 15-25 m<sup>2</sup>) uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd.

Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken. Het achterwege laten van deze maatregel is zonde van de vele inspanningen die zijn gedaan om de juiste abiotische randvoorwaarden (bodem en hydrologie) te creëren voor de beoogde doelsoorten.

Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zichzelf niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hiervan profiteren.

#### Literatuur

- Bobbink, R., M.J. Weijters, A. van der Bij & R. van Diggelen (2016) Het belang van bodemleven bij heideherstel op voormalige landbouwgrond. *Vakblad Natuur Bos Landschap* maart: 10-13.
- Chardon, W.J. (2008) Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683. 25 blz; 43 ref.
- Klimkowska, A., R. van Diggelen, J.P. Bakker & A.P. Grootjans (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biological Conservation* 140: 318-328.
- Lamers, L.P.M., E.C.H.E.T. Lucassen, A.J.P. Smolders & J.G.M. Roelofs (2005) Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H<sub>2</sub>O* 38 (17): 28-30.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Tomassen, A. Smolders & J. Roelofs (2009) Verpitrussing bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110 (1): 43-46.
- Mullekom, M. van, A. Smolders, E. Brouwer & J. Roelofs (2007) Onderzoek naar de kansen voor natuurontwikkeling in het Wisselse Veen. Rapport B-WARE Research Centre, Nijmegen.
- Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009) Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.
- Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M. Weijters, H.B.M. Tomassen, R. Bobbink, A.J.P. Smolders (2013) Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.
- Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006) De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.
- Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen, & E. Brouwer (2009) Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.

Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2012) Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 1: 12-15.

Timmermans, B.G.H & N. van Eekeren (2016) Phytoextraction of soil phosphorus by potassium-fertilized grass-clover swards. *Journal of Environmental Quality* 45: 701-708.

Tsiafouli, M.A., E. Thébault, S.P. Sgardelis, P.C. de Ruiter, W.H. van der Putten, K. Birkhofer, L. Hemerik, F.T. de Vries, R.D. Bardgett, M.V. Brady, L. Bjornlund, H.B. Jørgensen, S. Christensen, T. D' Hertefeldt, S. Hotes, W.H.G. Hol, J. Frouz, M. Liiri, S.R. Mortimer, H. Setälä, J. Tzanopoulos, K. Uteseny, V. Pižl, J. Stary, V. Wolters & K. Hedlund (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.

**B**  
**ware**

[www.b-ware.eu](http://www.b-ware.eu)

## Toelichting grondslagen

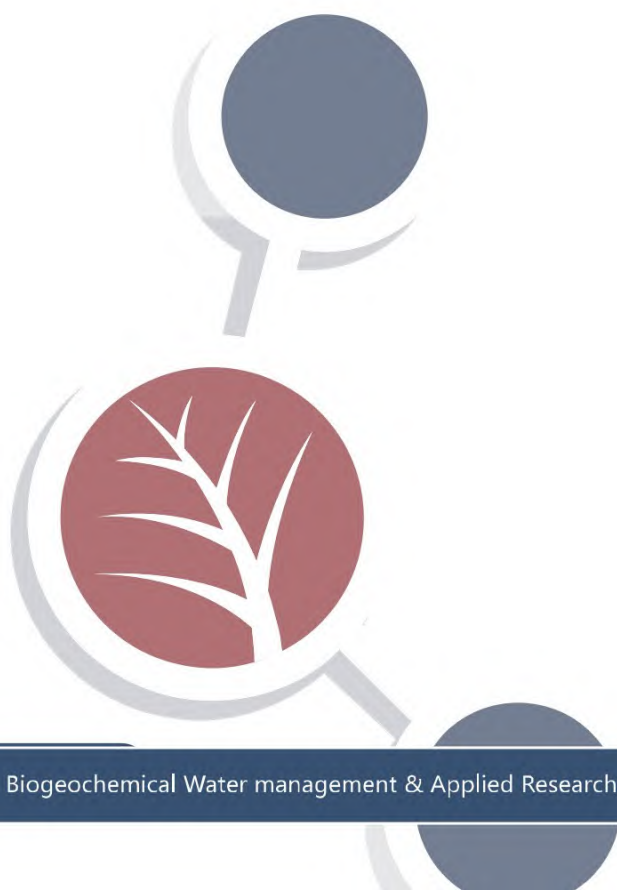
In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen

# Bodemonderzoek Chaamse bossen en Strijbeekse heide

**Concept rapportage**



# Bodemonderzoek Chaamse bossen en Strijbeekse heide

Concept rapportage



Titel rapport: Bodemonderzoek Chaamse bossen en Strijbeekse heide  
Status: Concept  
Datum: 22-10-2023  
Auteurs: [redacted] & [redacted]  
Rapportnummer: RP-23.119.23.86  
Projectnummer: PR-23.199  
Opdrachtgever: BWZ Ingenieurs

Contactpersoon:  
[redacted]  
Tel: [redacted]  
[redacted]@b-ware.eu  
www.b-ware.eu

© Onderzoekcentrum B-WARE, 2023

# Inhoud

1. Achtergrond	1
2. Materiaal en methoden	3
2.1 Onderzoeksopzet	3
2.2 Chemische analyses bodem	3
3. Resultaten	7
3.1 Chaamse bossen	7
3.1.1 Bodemchemie	7
3.1.2 Bodemkenmerken in de ruimte	9
3.2 Strijbeekse heide	15
3.2.1 Bodemchemie	15
3.2.2. Bodemkenmerken in de ruimte	17
4. Discussie	23
5. Bijlage	25
5.1 Organisch stofgehalte, vochtgehalte en fractie drooggewicht	26
5.2 Olsen-P en totale gehalten aan mineralen (bodemdestructie)	27
5.2 Basenverzadiging en NaCl-extractie	28

## Achtergrond

Het bodemonderzoek beschreven in dit rapport is onderdeel van een LESA van de Chaamse bossen en de Strijbeekse heide. Het doel van deze LESA is inzicht te krijgen in de mogelijkheden om herstel van vochtige en droge bostypen te kunnen bewerkstelligen via het verhogen van de grondwaterstand en/of het verhogen van de basenverzadiging van de bodem. Het bodemonderzoek heeft plaatsgevonden in vooraf door de opdrachtgever geselecteerde bospercelen. De sturende bodemprocessen worden onderzocht en bodemparameters wordt ruimtelijk inzichtelijk gemaakt in GIS kaarten. Om meer inzicht te krijgen in tekorten van mineralen in de bodem worden de bodemdata tevens vergeleken met een referentieproject naar bodemchemische factoren die van invloed zijn op de vitaliteit van eikenbomen. Op basis hiervan wordt advies gegeven over mogelijkheden de bodemchemie te verbeteren.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Onderzoekopzet

Op 29 en 31 augustus 2023 zijn in vierentwintig bospercelen van de Chaamse bossen, en in zestien bospercelen van de Strijbeekse bossen, bodemmonsters verzameld. Na het verwijderen van het losse strooisel zijn de humuslaag en onderliggende minerale zandlaag (20-40 cm) bemonsterd met een edelmanboor. In de boorgaten zijn magneetspoelen aangebracht zodat de exacte locaties met behulp van de gps-coördinaten beter te traceren zijn. De bodems zijn o.a. doorgemeten op het organisch stofgehalte, de totale concentratie van elementen, de basenverzadiging en de beschikbaarheid van stikstofverbindingen. De locaties waar de bodemmonsters zijn genomen worden gegeven in figuur 1. De exacte coördinaten van de monster locaties, inclusief beschrijving van de dominante boomsoort en vegetatie in de ondergroei per bosvlak, zijn weergegeven in Tabel 1 en 2.

### 2.2 Chemische analyses bodem

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in aluminiumbakjes. De bakjes werden precies tot aan de rand afgevuld (volume = 40,5 ml) zodat de soortelijke massa van de bodem kon worden bepaald. De bodems werden gedurende minimaal 48 uur gedroogd in een stoof bij 60°C waarna het vochtverlies kon worden berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd via het gloeiverlies bepaald. Hiertoe werd gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

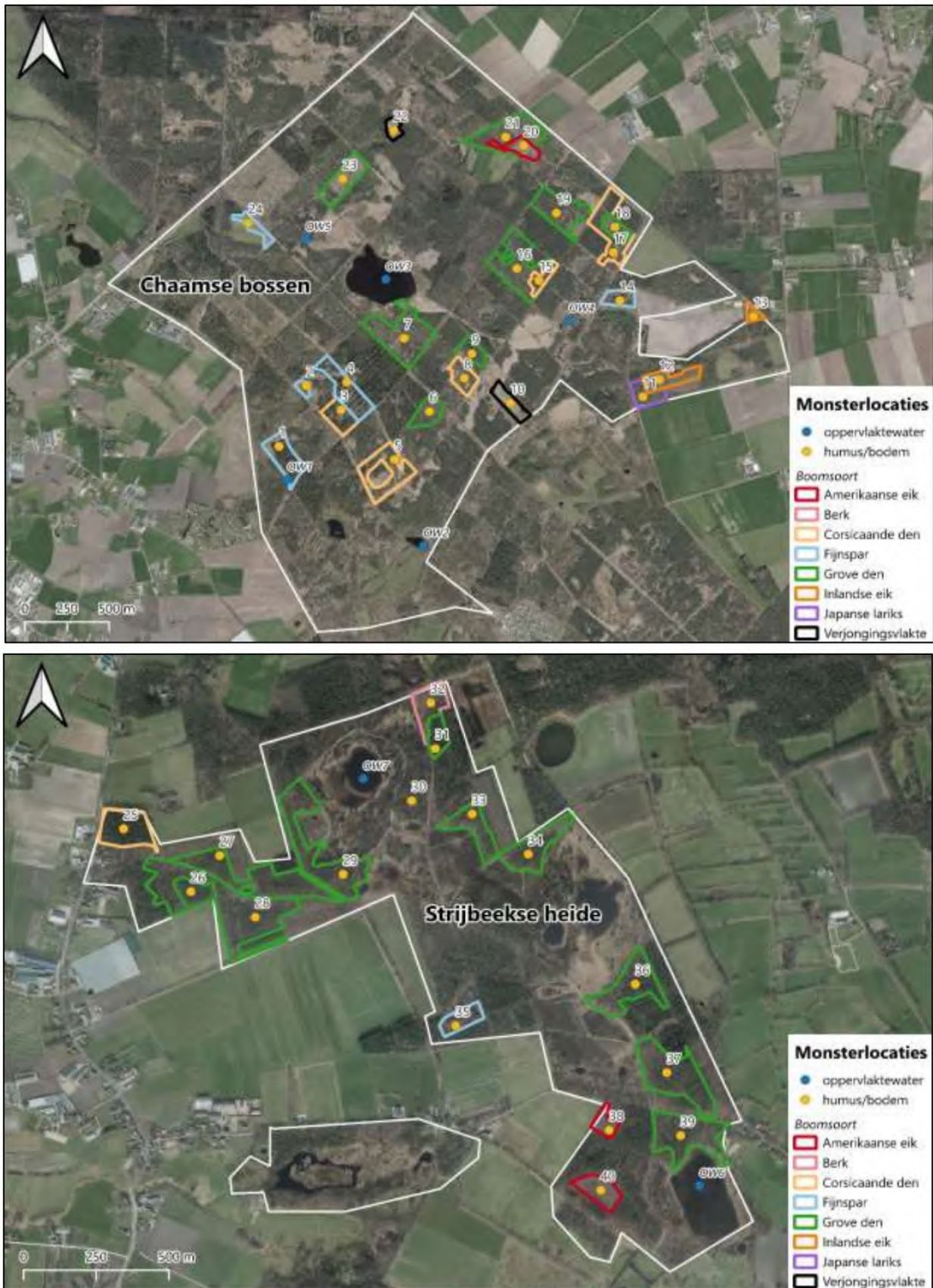
Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$ , 65%) en 2 ml waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$  30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestrueerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

Aan de hand van een Olsen-extractie kan de concentratie planten-beschikbaar fosfaat worden bepaald. Hiertoe werd aan 3 gram fijngemalen droog bodemmateriaal, 60 ml 0,5 mol l-1 natriumbicarbonaat ( $\text{NaHCO}_3$ ) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van NaOH. Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 rpm) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewater bemonsteraars. Het extract werd bewaard bij 4 °C tot verdere analyse op de ICP-OES.

Met een zoutextractie zijn de zoutuitwisselbare ionen in de bodem bepaald. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2 mol l<sup>-1</sup> NaCl) gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm. De pH werd gemeten met een HQD pH-electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons. Voor analyse op de ICP-OES werd een deel van het filtraat aangezuurd met salpeterzuur (eindconcentratie 1%) en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. Voor analyse op de auto-analyzers werd niet-aangezuurd filtraat bewaard bij -18 °C tot verdere analyse.

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) in watermonsters en bodemdestruaten werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-OES, ICAP 6300, Thermo Fisher Scientific of, ARCOS MV, Spectro). De concentraties nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) en fosfaat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp.

salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride ( $\text{Cl}^-$ ) werd colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium ( $\text{Na}^+$ ) en kalium ( $\text{K}^+$ ) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.



**Figuur 1.** Monsterlocaties van de bodem (incl. humuslaag) in de onderzochte bosvlakken in de Chaamse bossen (boven) en Strijbeekse heide (onder).

**Tabel 1.** Coördinaten van de locaties humus en bodembemonstering (zie in figuur 1) met dominante boomsoort en ondergroei in het monstervlak.

locatie	X	Y	boomsoort	ondergroei
1	4.8928	51.5104	fijnspar, dood	pijpenstrootje, kruiden
2	4.8951	51.5137	eikenopslag, dode naaldbodem	pijpenstrootje, pitrus
3	4.8981	51.5124	corsicaanse den	pijpenstrootje
4	4.8986	51.5139	fijnspar, half dood	pijpenstrootje, niet vlakdekkend
5	4.9027	51.5097	corsicaanse den	pijpenstrootje
6	4.9057	51.5123	grove den	pijpenstrootje
7	4.9035	51.5163	grove den, inlandse eik	pijpenstrootje
8	4.9086	51.5141	corsicaanse den	pijpenstrootje, bochtige smele, rankende helmblomen
9	4.9093	51.5154	grove den	kaal, delen met mos
10	4.9126	51.5128	verjongingsvlakte	pijpenstrootje, bochtige smele, schapenzuring
11	4.9239	51.5131	japanse lariks, berk	mos, pijpenstrootje, niet vlakdekkend
12	4.9253	51.5140	inlandse eik gemend met jonge beuk, berk	kaal, am. vogelkers
13	4.9334	51.5175	corsicaanse den	varens, mos, niet vlakdekkend
14	4.9220	51.5183	fijnspar, grove den, japanse lariks	varen, pijpenstrootje, niet vlakdekkend
15	4.9150	51.5194	inlandse eik gemend met hulst, Amerikaanse vogelkers, vuilboom	pijpenstrootje
16	4.9131	51.5201	grove den	pijpenstrootje
17	4.9214	51.5210	corsicaanse den	pijpenstrootje
18	4.9215	51.5223	grove den gemengd met Amerikaanse eik, inlandse eik	deels kaal, deels pijpenstrootje
19	4.9165	51.5231	grove den gemend met Amerikaanse vogelkers/eik	pijpenstrootje, bosbes
20	4.9137	51.5268	Amerikaanse eik gemend met grove den	pijpenstrootje
21	4.9122	51.5272	grove den gemend met inlandse eik, berk, Amerikaanse vogelkers	pijpenstrootje
22	4.9026	51.5276	jonge grove den, berk	pijpenstrootje, hei
23	4.8983	51.5250	grove den	kaal
24	4.8902	51.5226	kapvlakte fijnspar	kaal
25	4.7958	51.5109	corsicaanse den	kaal, pijpenstrootje
26	4.7992	51.5090	grove den	kaal, pijpenstrootje
27	4.8006	51.5101	grove den	mos, am vogelkers
28	4.8024	51.5081	grove den, gemend met loofbomen	kaal, pijpenstrootje
29	4.8067	51.5095	grove den, gemend met loofbomen	mos, am vogelkers, pijpenstrootje
30	4.8101	51.5118	grove den	pijpenstrootje
31	4.8113	51.5135	grove den	pijpenstrootje
32	4.8111	51.5149	berk	mos
33	4.8131	51.5114	grove den, gemend met loofbomen	varen, pijpenstrootje
34	4.8159	51.5101	grove den, gemend met loofbomen	pijpenstrootje
35	4.8123	51.5047	fijnspar, dood	varen, bramen, dood hout
36	4.8212	51.5060	grove den, gemend met loofbomen	mos, varen
37	4.8227	51.5032	grove den, gemend met loofbomen	varen, pijpenstrootje
38	4.8199	51.5014	Amerikaanse eik, grove den	kaal
39	4.8234	51.5013	grove den, gemend met loofbomen	mos, pijpenstrootje
40	4.8195	51.4995	Amerikaanse eik	pijpenstrootje

**Tabel 2.** Coördinaten van de locaties oppervlaktewater (zie in figuur 1).

locatie	X	Y	omschrijving
OW1	4.8935	51.5086	greppel
OW2	4.9039	51.5052	ven
OW3	4.9044	51.5188	centrale ven
OW4	4.9167	51.5169	greppel
OW5	4.8951	51.5217	retentiebekken
OW6	4.8232	51.4997	strijbeek ven zuid
OW7	4.8084	51.5123	strijbeek ven noord

### 3. Resultaten

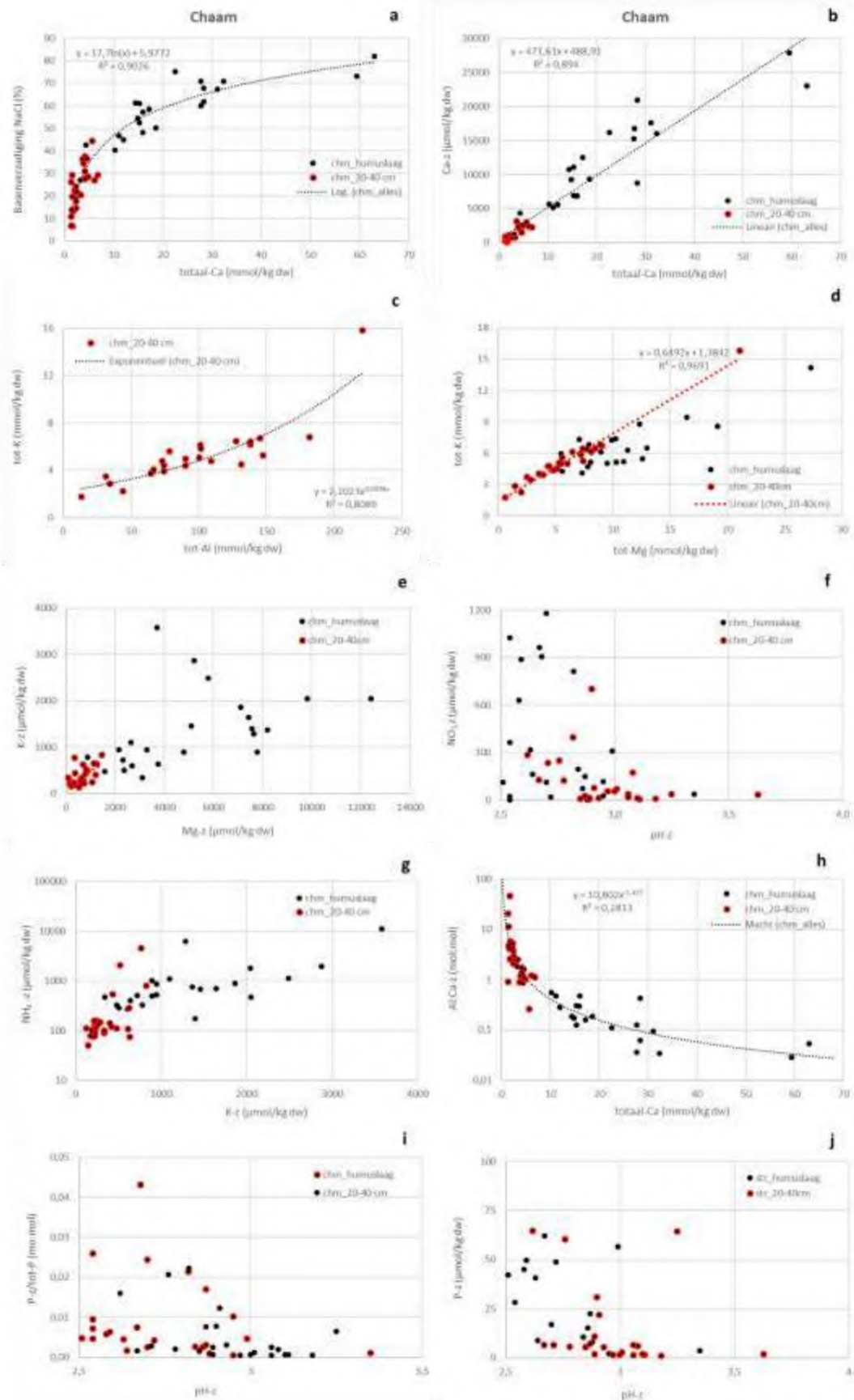
#### 3.1 Chaamse bossen

##### 3.1.1 Bodemchemie

Correlaties tussen chemische bodemparameters in de humuslaag en de minerale zandbodem van de Chaamse bossen worden gegeven in figuur 2. Uit de figuur blijkt dat de humuslaag, zoals verwacht, een hogere basenverzadiging (40-80%) heeft dan de minerale zandbodem eronder (0-40 %) (figuur 2a). De basenverzadiging werd vooral bepaald door met de bodem uitwisselbaar calcium (Ca-z) en de totale concentratie Ca in de bodem (figuur 2a+b). Buffering vindt dus met name plaats door het oplossen van calciumcarbonaten in de ondergrond. Er was geen correlatie tussen de basenverzadiging en de concentraties aan totaal en uitwisselbaar kalium en magnesium in de bodem. De totale gehalten aan kalium en magnesium correleerden sterk met het totale aluminium gehalte in de bodem (figuur 2c en 2d) hetgeen laat zien dat kalium en magnesium in de bodem vooral in lutumdeeltjes aanwezig zullen zijn in de minerale bodem. Verwerking van silicaatgesteente is, in tegenstelling tot het oplossen van kalk, een traag proces. Hoeveel kalium en magnesium er vrijkomt in de bodem zal vooral afhangen van het totale lutumgehalte en de zuurgraad van de bodem.

In bossen wordt atmosferisch stikstof efficiënt ingevangen en spoelt af naar de bosbodem waar het wordt opgenomen door plantenwortels en/of wordt genitrificeerd door microorganismen. Bij nitrificatie van ammonium worden nitraat en protonen (zuur) geproduceerd. Nitraat is erg mobiel en spoelt met het regenwater uit richting het grondwater. Het geproduceerde zuur reageert allereerst met carbonaten. Als de pH in de tijd daalt tot 6,8 gaat er in sterkere mate uitwisseling van protonen met basische cationen aan het bodemcomplex plaatsvinden (o.a.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  en  $\text{K}^+$ ). Cationen spoelen hierbij uit naar de diepere bodemlagen en er kan een tekort aan mineralen ontstaan in de bodem. Bij een hoge stikstofbeschikbaarheid kunnen bladeren en bast een ongunstige C:N, N:Ca en N:Mg ontwikkelen die ziekten en vraat door insecten bespoedigt en leidt tot kwijnende bomen. Bij een verdere bodemverzuring gaat bij een pH van 5,0 silicaatverwerking optreden ( $\text{Mg}^{2+}$  en  $\text{K}^+$  komen vrij) en bij een pH van 4,2 gaan aluminium- en ijzer(hydr)oxiden in oplossing. Bij het in oplossing gaan van aluminium- en ijzer(hydr)oxiden komen ook de fosfaten van aluminium- en ijzerfosfaatcomplexen vrij, waardoor de beschikbaarheid van fosfaat in zure bodems toeneemt (figuur 2i+j). Aluminium kan bij een lage pH (< 5) toxisch zijn voor plantenwortels (biota) afhankelijk van de totale concentratie en de aluminium:calcium ratio. Dit kan verdere opname van mineralen, waarvan een tekort is in de bodem, bespoedigen. Bij een extreem lage pH (< 4,2) wordt de nitrificatie door bacteriën geremd waardoor stikstof gaat ophopen. In zeer zure bosbodems kan, in tegenstelling tot in heidebodems, nog steeds nitrificatie en zuurproductie op blijven treden door aanwezige schimmels (figuur 2f).

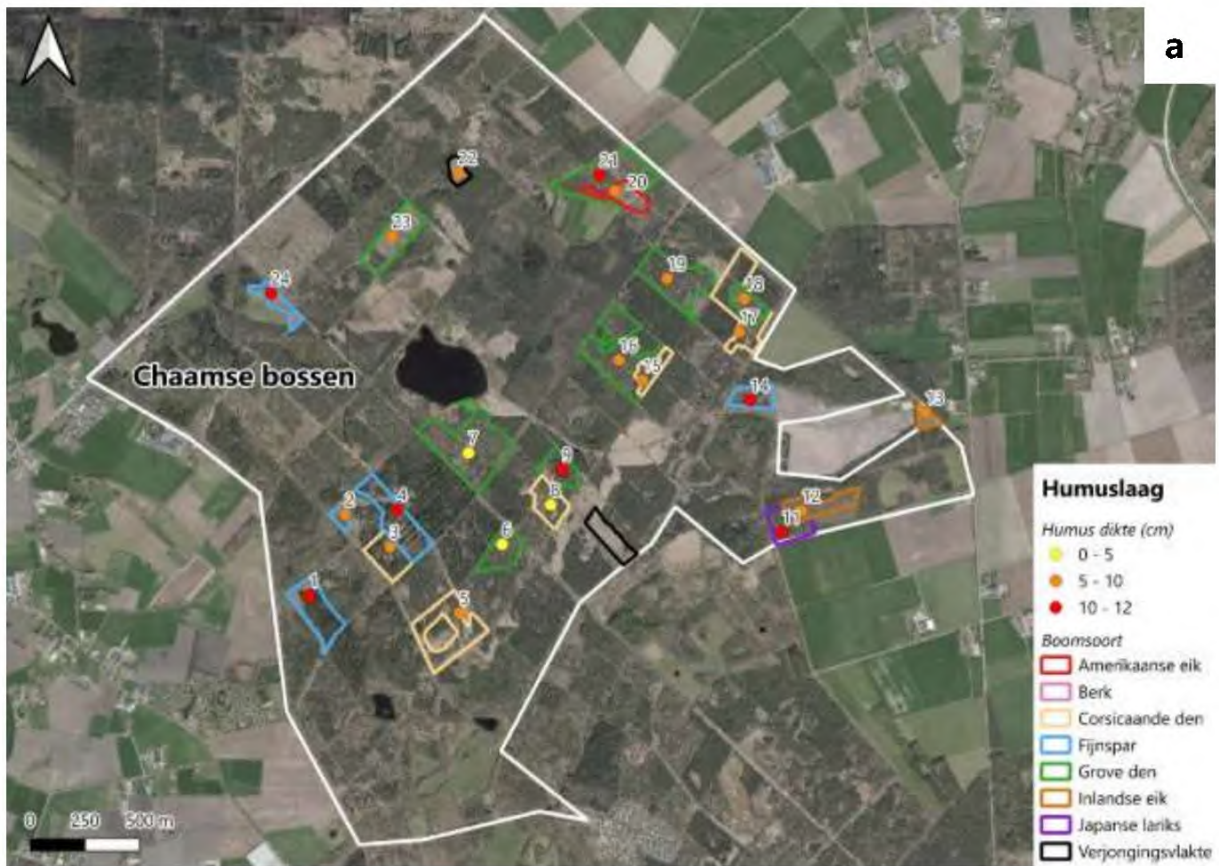
Indien we de minerale bodem van de Chaamse bossen vergelijken met een bodemonderzoek naar eikensterfte in de Maasduinen (Lucassen et al., 2013) dan valt op dat de mediane basenverzadiging in de Chaamse bossen lager is (25%) dan op locaties in de Maasduinen met eikensterfte (30%). De basenverzadiging op locaties met relatief vitale bomen in de Maasduinen bedroeg 40% en op locaties met vitale bomen in Zuid-Noorwegen (op kalkarme graniet) bedroeg 75%. De mediane concentratie van de basische cationen Ca, Mg en K aan het bodemadsorptiecomplex was in de Chaamse bossen lager (respectievelijk 847, 639 en 313  $\mu\text{mol/kg}$ ) dan in de Maasduinen (respectievelijk 2085, 861 en 1104  $\mu\text{mol/kg}$ ) en in Zuid-Noorwegen (respectievelijk 10408, 5967 en 2668  $\mu\text{mol/kg}$ ). Zowel het (mediane) totale calcium- als magnesiumgehalte van de minerale bodem was in de Chaamse bossen laag vergeleken met de Maasduinen en Zuid-Noorwegen (Ca: factor 7 en 13,5 lager; Mg: factor 1,7 en 12,4 lager). Het totale kaliumgehalte van de minerale bodems in de Chaamse bossen was een factor 1,6 hoger dan in de Maasduinen en een factor 1,6 lager dan in Zuid-Noorwegen.



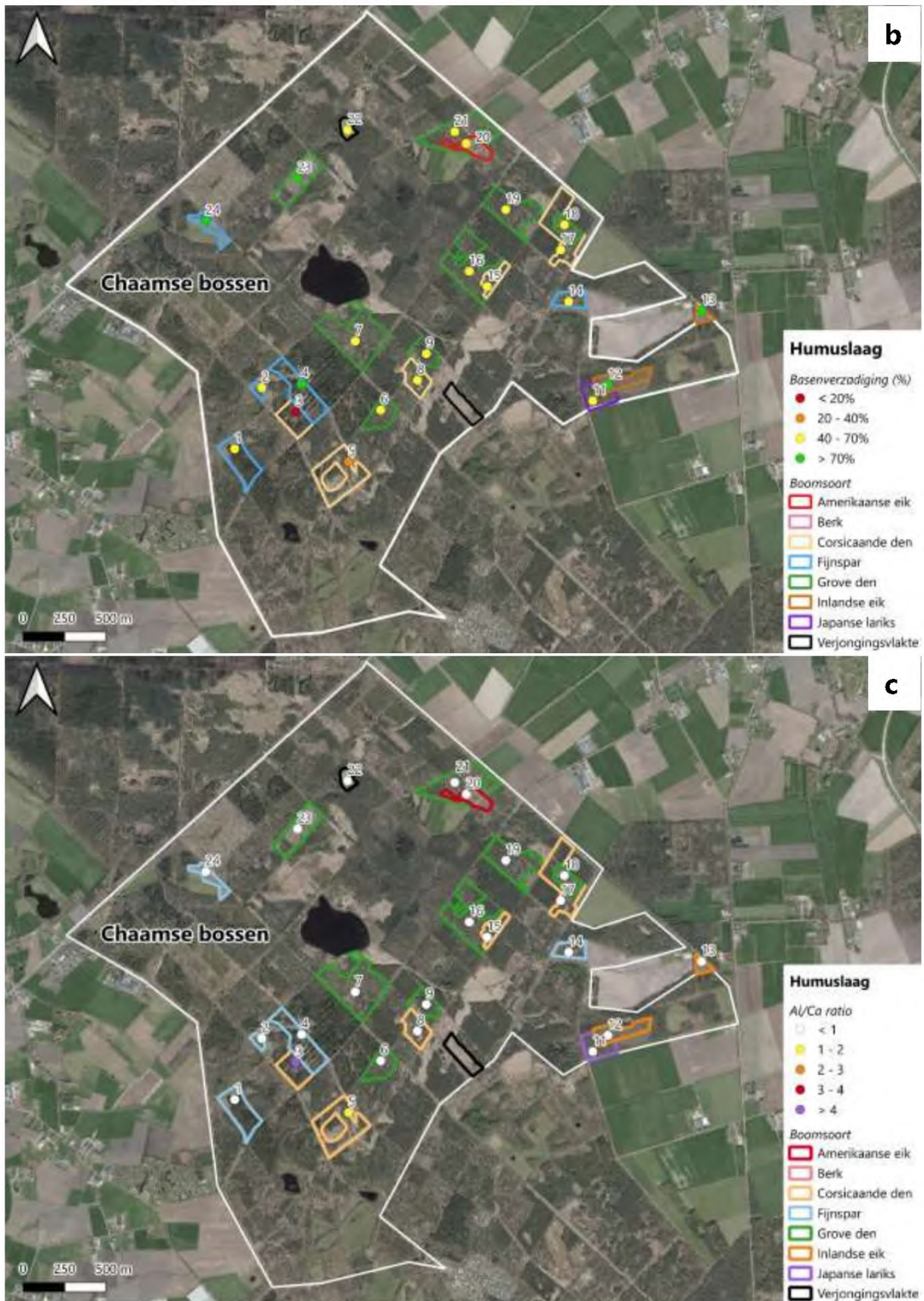
**Figuur 2.** Relaties tussen chemische bodemparemeters in de humuslaag en minerale zandbodem van de Chaamse bossen.

### 3.1.2 Bodemkenmerken in de ruimte

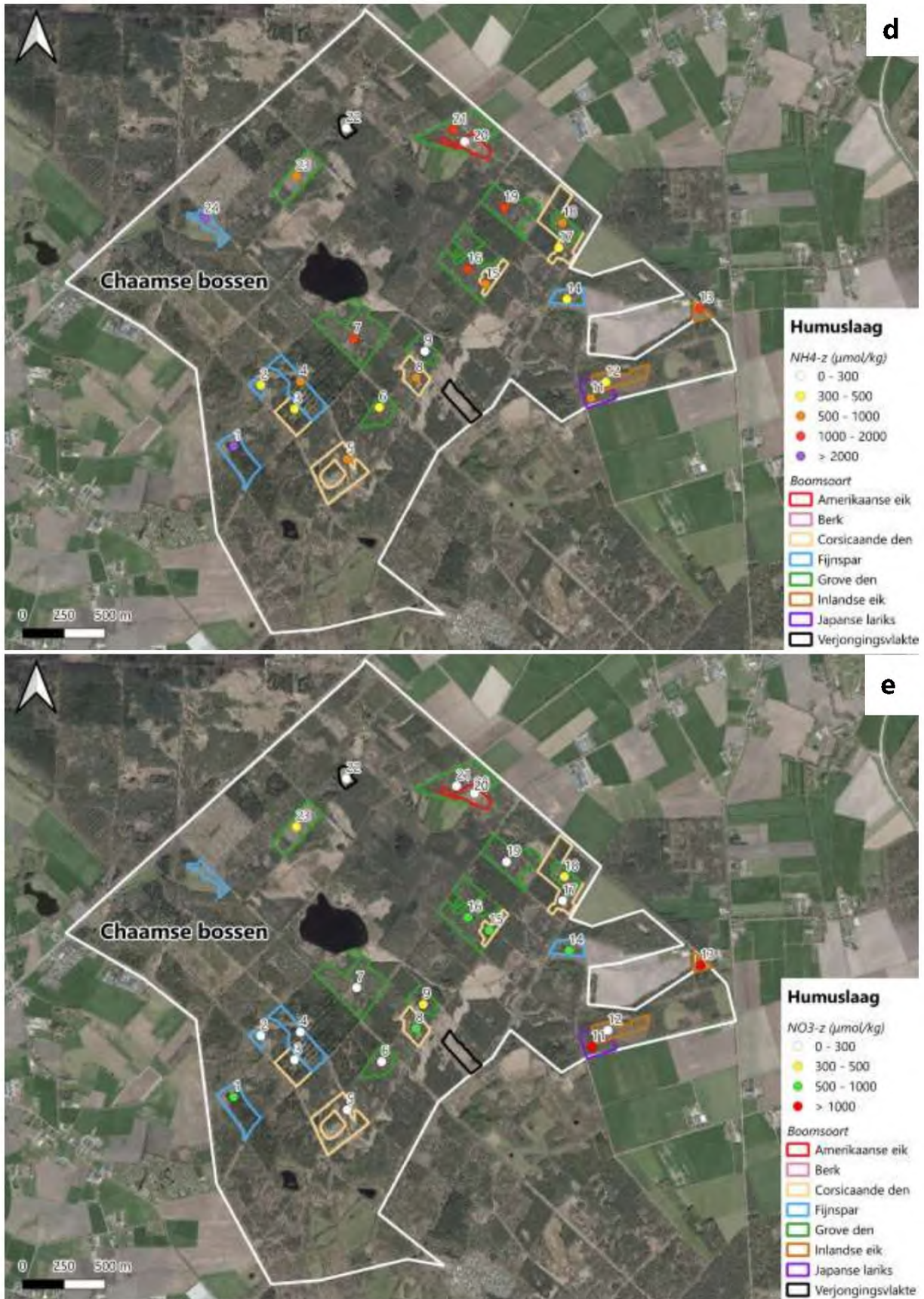
Belangrijke bodemparameters, zoals beschreven in paragraaf 3.1.1., worden ruimtelijk inzichtelijk gemaakt in figuur 3a-i. In de bemonsterde bospercelen van de Chaamse bossen was een humuslaag met een maximale dikte van 12 cm aanwezig (figuur 3a). De basenverzadiging van de humuslaag was overal hoger dan in de minerale bodem (figuur 3b). Op een aantal locaties was deze 70% of hoger (locaties 4, 11, 12, 13, 23 en 34). De Al:Ca (zout) ratio van de humuslaag was overal laag met uitzondering van locatie 3 waar de basenverzadiging erg laag was voor een humuslaag. De humuslaag was doorgaans rijk aan ammonium en plaatselijk ook zeer rijk aan nitraat (figuur 3d-e). De minerale zandbodem onder de humuslaag was arm aan stikstof (locatie 1 en 24 uitgezonderd) met doorgaans een te lage basenverzadiging en een lokaal hoge Al-Ca ratio ( $> 3$ ). Er was geen patroon te vinden gerelateerd aan boomsoort of ruimte.



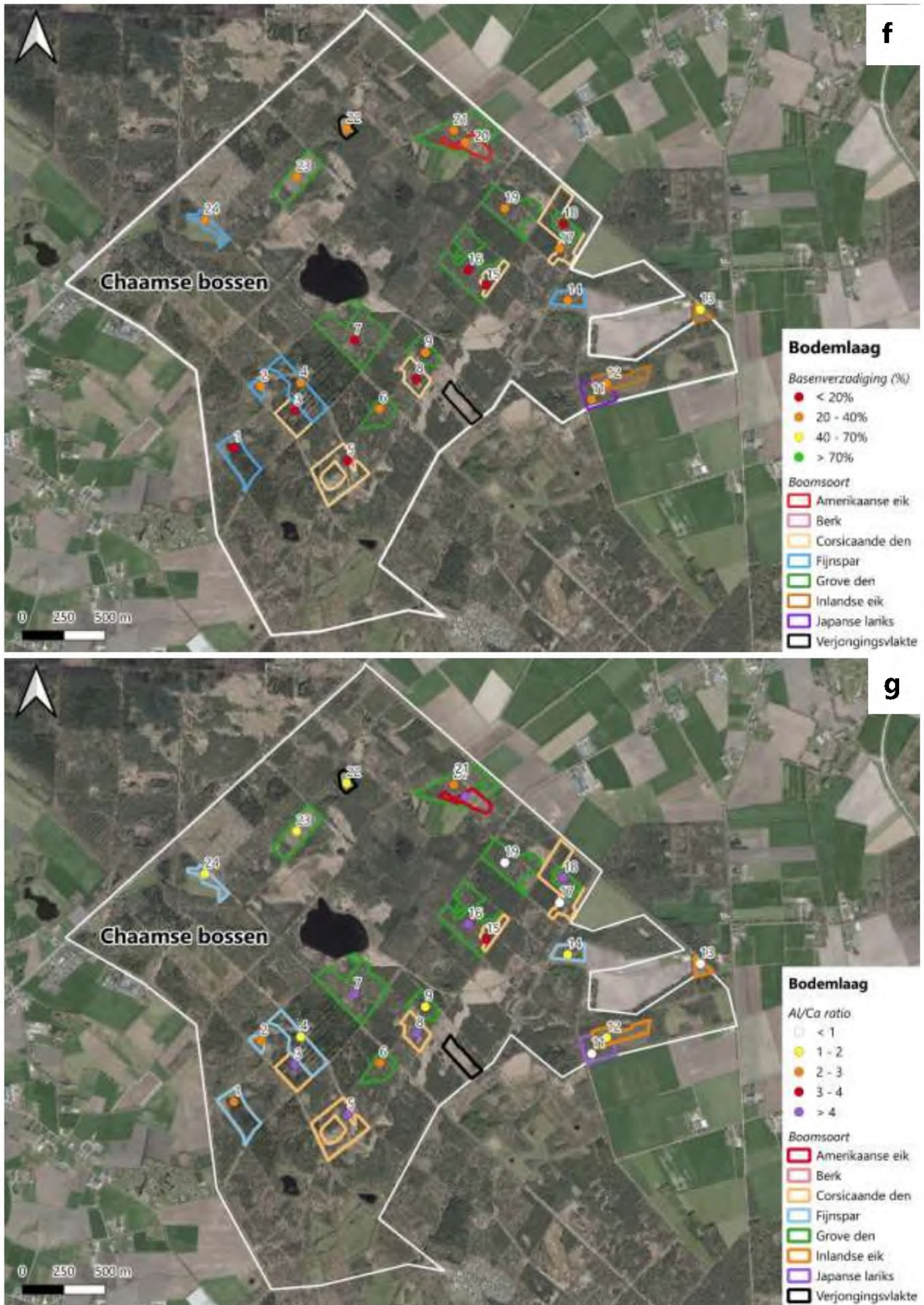
**Figuur 3.** Bodemkenmerken (humuslaag en minerale bodem op 20-40 cm) Chaamse bossen.



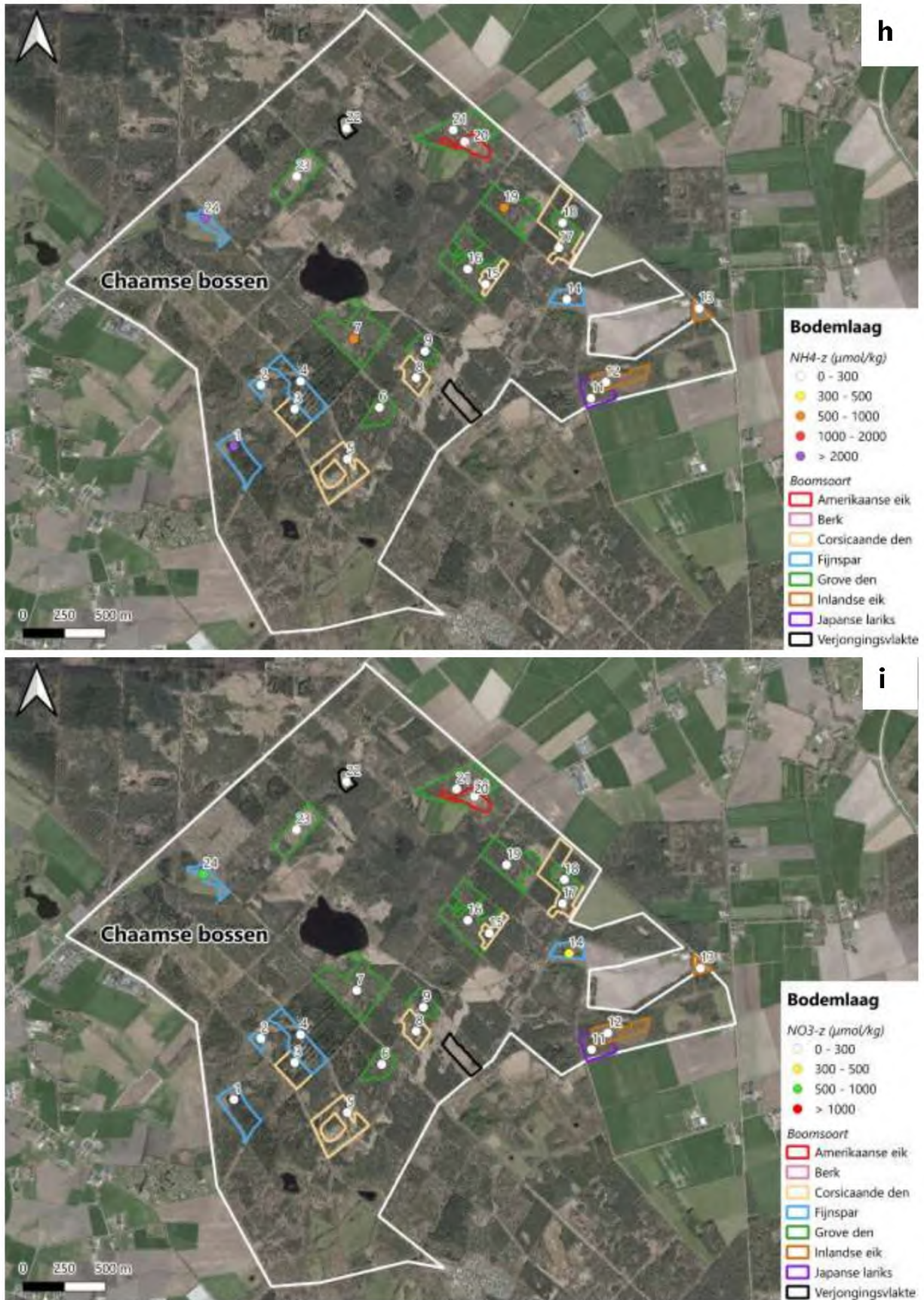
Figuur 3. Vervolg.



**Figuur 3.** Vervolg.



Figuur 3. Vervolg.



**Figuur 3.** Vervolg.

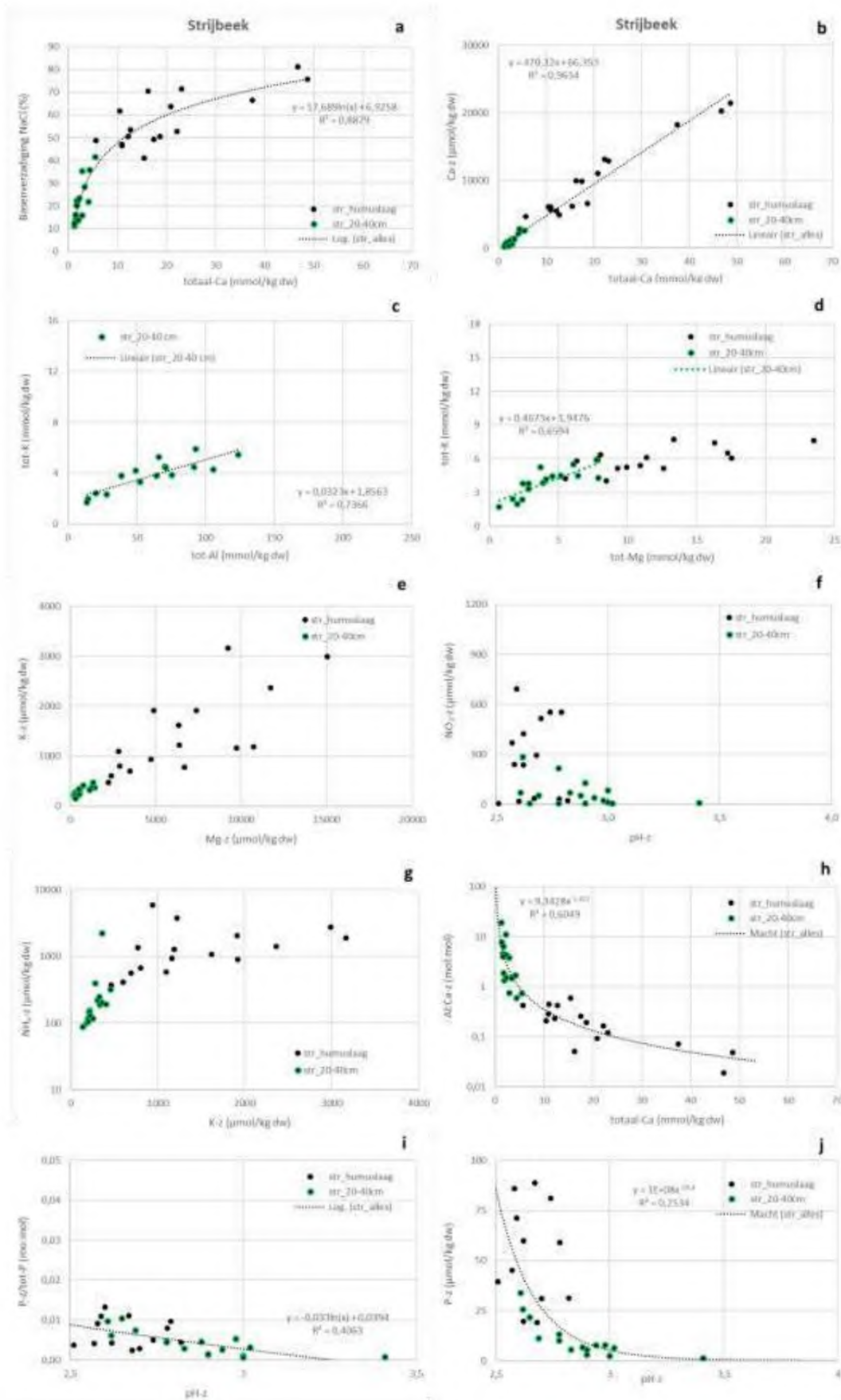
## 3.2 Strijbeekse heide

### 3.2.1 Bodemchemie

Correlaties tussen chemische bodemparameters in de humuslaag en de minerale zandbodem van de Strijbeekse heide worden gegeven in figuur 4. Uit de figuur blijkt dat de humuslaag, zoals verwacht, een hogere basenverzadiging (40-80%) heeft dan de minerale zandbodem eronder (0-40 %) (figuur 4a). De basenverzadiging werd bepaald door met de bodem uitwisselbaar calcium (Ca-z) en de totale concentratie Ca in de bodem (figuur 4a+b). Buffering vindt dus met name plaats door het oplossen van calciumcarbonaten in de ondergrond. Er was geen correlatie tussen de basenverzadiging en de concentraties aan totaal en uitwisselbaar kalium en magnesium in de bodem. De totale gehalten aan kalium en magnesium correleerden sterk met het totale aluminium gehalte (figuur 4c en 4d) hetgeen laat zien dat kalium en magnesium in de bodem vooral in lutumdeeltjes aanwezig zullen zijn in de minerale bodem. Verwerking van silicaatgesteente is, in tegenstelling tot het oplossen van kalk, een traag proces. Hoeveel kalium en magnesium er vrijkomt in de bodem zal vooral afhangen van het totale lutumgehalte en de zuurgraad van de bodem.

In bossen wordt atmosferisch stikstof efficiënt ingevangen en spoelt af naar de bosbodem waar het wordt opgemomen door plantenwortels en/of wordt genitrificeerd door microorganismen. Bij nitrificatie van ammonium worden nitraat en protonen (zuur) geproduceerd. Nitraat is erg mobiel en spoelt met het regenwater uit richting het grondwater. Het geproduceerde zuur reageert allereerst met carbonaten. Als de pH in de tijd daalt tot 6,8 gaat er in sterkere mate uitwisseling van protonen met basische cationen aan het bodemcomplex plaatsvinden (o.a.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  en  $\text{K}^+$ ). Cationen spoelen hierbij uit naar de diepere bodemlagen en er kan een tekort aan mineralen ontstaan in de bodem. Bij een hoge stikstofbeschikbaarheid kunnen bladeren en bast een ongunstige C:N, N:Ca en N:Mg ontwikkelen die ziekten en vraat door insecten bespoedigt en leidt tot kwijnende bomen. Bij een verdere bodemverzuring gaat bij een pH van 5,0 silicaatverwerking optreden ( $\text{Mg}^{2+}$  en  $\text{K}^+$  komen vrij) en bij een pH van 4,2 gaan aluminium- en ijzer(hydr)oxiden in oplossing. Bij het in oplossing gaan van aluminium- en ijzer(hydr)oxiden komen ook de fosfaten van aluminium- en ijzerfosfaatcomplexen vrij, waardoor de beschikbaarheid van fosfaat in zure bodems toeneemt (figuur 4i+j). Aluminium kan bij een lage pH (< 5) toxisch zijn voor plantenwortels (biota) afhankelijk van de totale concentratie en de aluminium:calcium ratio. Dit kan verdere opname van mineralen, waarvan een tekort is in de bodem, bespoedigen. Bij een extreem lage pH (< 4,2) wordt de nitrificatie door bacteriën geremd waardoor stikstof gaat ophopen in de bodem. In zeer zure bosbodems kan, in tegenstelling tot in heidebodems, nog steeds nitrificatie en zuurproductie op blijven treden door aanwezige schimmels (figuur 4f).

Indien we de minerale bodem van de Strijbeekse heide vergelijken met een bodemonderzoek naar eikensterfte in de Maasduinen (Lucassen et al., 2013) dan valt op dat de mediane basenverzadiging op de Strijbeekse heide lager is (21%) dan in de Maasduinen op locaties met eikensterfte en weinig vitale bomen (30%). De basenverzadiging op locaties met relatief vitale bomen in de Maasduinen bedroeg 40% en die op locaties met vitale bomen in Zuid-Noorwegen (op kalkarme graniet) bedroeg 75%. De mediane concentratie van de basische cationen Ca, Mg en K aan het bodemadsorptiecomplex was op de Strijbeekse heide lager (respectievelijk 580, 533 en 272  $\mu\text{mol/kg}$ ) dan in de Maasduinen (respectievelijk 2085, 861 en 1104  $\mu\text{mol/kg}$ ) en in Zuid-Noorwegen (respectievelijk 10408, 5967 en 2668  $\mu\text{mol/kg}$ ). Zowel het (mediane) totale calcium- als magnesiumgehalte van de minerale bodem was in de Chaamse bossen laag vergeleken met vitale bomen in de Maasduinen en in Zuid-Noorwegen (Ca: factor 7,9 en 15,1 lager; Mg: factor 2,3 en 17,2 lager). Het kaliumgehalte was op de Strijbeekse heide een factor 1,3 hoger dan in de Maasduinen en een factor 2 lager dan in Zuid-Noorwegen.



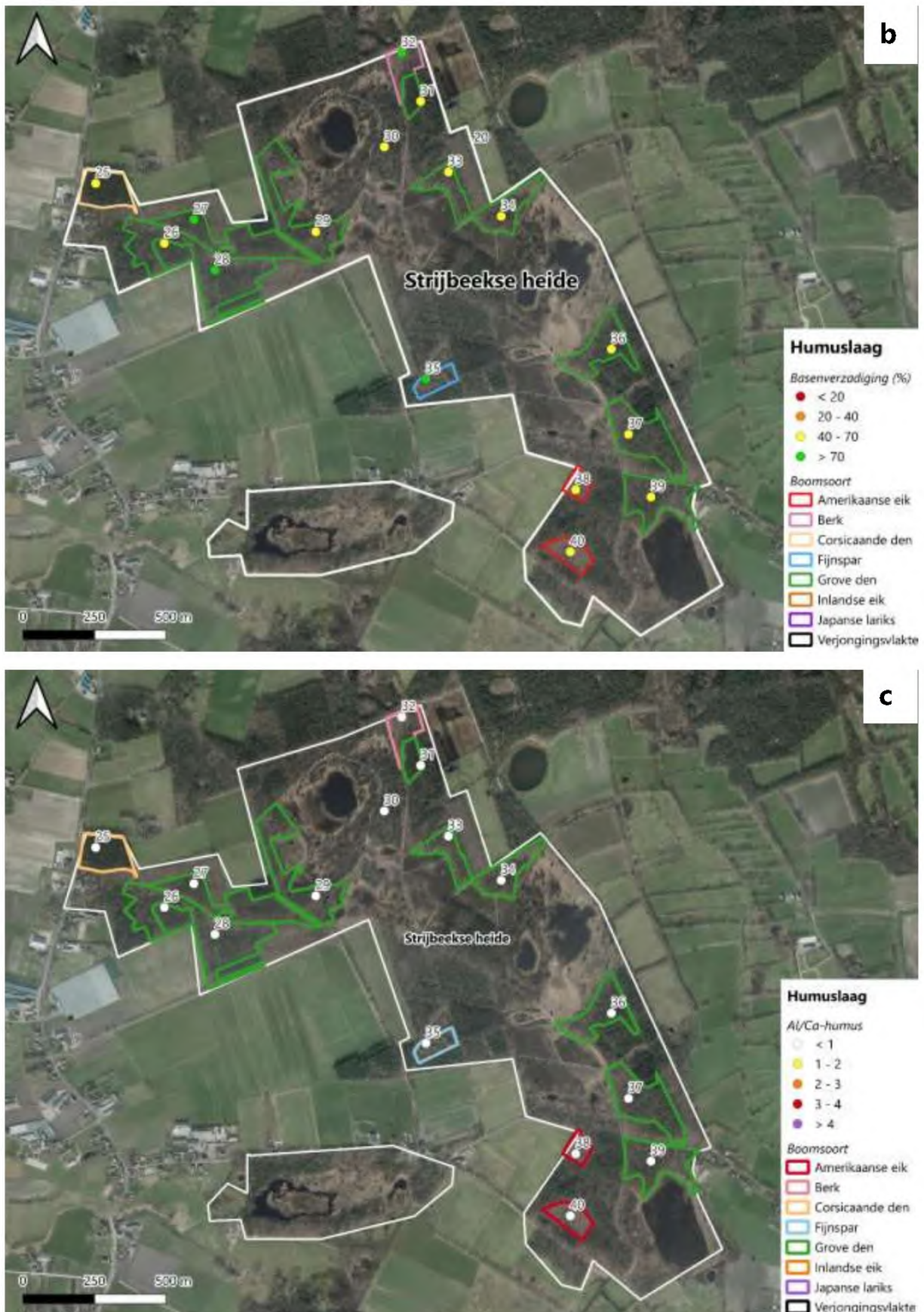
**Figuur 4.** Relaties tussen chemische bodemparameters in de humuslaag en minerale zandbodem van de Strijbeekse heide.

### 3.2.2 Bodemkenmerken in de ruimte

Belangrijke bodemparameters, zoals beschreven in paragraaf 3.2.1., worden ruimtelijk inzichtelijk gemaakt in figuur 5a-i. In de bemonsterde bospercelen van de Strijbeekse heide was een humuslaag met een maximale dikte van 12 cm aanwezig (figuur 5a). De basenverzadiging van de humuslaag was overal hoger dan in de minerale bodem (figuur 5b). Op een aantal locaties was deze 70% of hoger (locaties 27, 28, 32 en 35). De Al:Ca (zout) ratio van de humuslaag was overal laag. De minerale bodem had een hogere Al/Ca ratio die verspreid door het gebied ongunstig was ( $>3$ ). Vooral in het noordelijk deel van het gebied was de humuslaag plaatselijk zeer rijk aan ammonium en nitraat (figuur 5d-e). De minerale zandbodem onder de humuslaag was relatief arm aan stikstof met uitzondering van (de noordelijk gelegen) locatie 33 waar de minerale bodem nog een aanzienlijke concentratie ammonium bevatte (2200  $\mu\text{mol/kg}$ ). Er was geen patroon te vinden in bodemchemie gerelateerd aan boomsoort.



**Figuur 5.** Bodemkenmerken (humuslaag en minerale bodem op 20-40 cm) Strijbeekse heide.



**Figuur 5.** Vervolg.



**Figuur 5.** Vervolg.



**Figuur 5.** Vervolg.



**Figuur 5.** Vervolg.

#### 4. Discussie

Zowel in de Chaamse bossen als op de Strijbeekse heide heeft de minerale bodem een lage basenverzadiging (< 40 procent) die kenmerkend is voor natuur op pleistocene zandgronden waar problemen spelen waaronder het optreden van boomsterfte (zomereik) en verschijnselen als het niet meer verjongen van jeneverbesstruweel. De bodemanalysen indiceren dat de lage basenverzadiging thans vooral nog bepaald wordt door het calciumcarbonaat gehalte in de bodem en in mindere mate door magnesium- en kaliumhoudende lutumdeeltjes.

De basenverzadiging van de bodem correleerde in beide gebieden sterk met de bezetting van calcium aan het bodemcomplex. In beide gebieden was de bezetting van het bodemcomplex door calcium veel lager dan de bezetting door magnesium wanneer we de bodem vergelijken met relatief vitale boslocaties in de Maasduinen. Op de Strijbeekse heide was dit verschil iets sterker zichtbaar dan in de Chaamse bossen (factor 1,2). In de Chaamse bossen was de bezetting met calcium namelijk 2,5 maal lager en die met magnesium 1,3 maal lager vergeleken met de Maasduinen (factor 1,9 verschil). Voor de Strijbeekse heide was de bezetting door calcium 3,6 maal lager en door magnesium 1,6 maal lager vergeleken met de Maasduinen (factor 2,3 verschil). Deze verschillen kwamen overeen met verschillen in het totaal calciumgehalte van de bodem dat in de Chaamse bossen een factor 7 en op de Strijbeekse heide en factor 7,9 lager was dan in de Maasduinen.

Het is uit de wetenschappelijke literatuur bekend dat calcium en kalium een belangrijke functie hebben in de structuur van celmembranen, een signaalfunctie hebben in de plantafweer en ook het cambium aanzetten tot houtproductie. Calcium- en kaliumgebrek kunnen daarom leiden tot schade aan de celwand met als gevolg een verhoogde kans op het binnendringen van pathogenen en het weglekken van suikers en aminozuren naar de apoplast waardoor deze makkelijker beschikbaar worden voor pathogenen. Daarnaast leiden calcium- en kaliumgebrek tot een lagere houtproductie en werken mogelijk negatief op het afharden van knoppen voor de winter. Magnesium is een belangrijk bestanddeel van chlorofyl dat een cruciale rol speelt in de fotosynthese. Magnesiumgebrek remt de aanmaak van koolhydraten waardoor de fysiologische basisfuncties van een boom in het gedrang komen.

De data van het bodemonderzoek in de Chaamse bossen en Strijbeekse heide indiceren dat indien er voor gekozen wordt om mineralen aan te vullen in de vorm van steenmeel, dit steenmeel bij voorkeur een hoog gehalte aan verweerbaar calcium zou moeten bevatten. Er lijkt echter ook een tekort aan magnesium (en mogelijk aan kalium).

Er kan ook voor gekozen worden om klei aan te brengen. Zure klei heeft dezelfde werking als een steenmeel (verweerbare Ca, Mg en K mineralen). Gebufferde klei bevat daarnaast ook calcium en magnesium in de vorm van carbonaten. Het is van belang het carbonaatgehalte te weten omdat een te hoge dosis aan carbonaat kan leiden tot versnelde strooiselafbraak en verzuuring van de ondergroei.

Het toedienen van steenmeel leidt niet tot stikstofverliezen in de bodem. Hierdoor zullen de N:mineraal ratio's in de bomen slechts zeer beperkt afnemen waardoor deze gevoelig blijven voor insectenvraat (blad en hout) en ziektes. Uit onderzoek uitgevoerd in jeneverbesstruweel is bekend dat door het diepkalken van bodems (lokaal aanbrengen van dolocal in de diepte) de N:Ca ratio van de bomen (bladeren en bessen) wel sterk afnemen en dat dit vooral gestuurd wordt door een verminderde opname van stikstof (naast een verhoogde opnamen van calcium en magnesium). Een soortgelijke afname vindt niet plaats indien er oppervlakkig bekalkt wordt. De N:Ca ratio's van jeneverbesstruweel in de Boshuizerbergen (Limburg) daalde door het diepkalken binnen twee jaar tot waarden kenmerkend voor verjongende struwelen op verjongende referentielocaties in het buitenland. Na zeven jaar (drie opeenvolgende droge zomers inbegrepen) vond hier de eerste verjonging plaats die uiteindelijk resulteerde in vestiging van honderden kiemplanten (op oppervlakkig bekalkte bodem). Het zou de moeite waard zijn om in de Chaamse bossen en op de Strijbeekse heide ook uit te testen of diepkalken een soortgelijk positief effect heeft op andere boomsoorten. Het exacte fysiologische mechanisme is nog niet bekend, mogelijk wortelen de bomen dieper omdat ze preventief betere bodemlagen opzoeken (zonder aluminium bij lage pH) waardoor ze in theorie ook beter bestand zouden zijn tegen droogte. Het stroosiel dat wordt geproduceerd zal in ieder geval ook arm zijn aan stikstof.



## 5. Bijlage

**Bijlage 1.** Bostype, ondergroei, organisch stofgehalte, vochtgehalte en fractie drooggewicht van de humuslaag en minerale bodem op de veertig onderzochte locaties (ligging zie figuur 1).

type	code	laag	diepte	bostype	ondergroei	OS	vocht	kg DW
1	1A	humus	0-12	fijnspar, dood	pijpenstrootje, kruiden	40,8	52,9	0,4
2	1B	bodem	20-40	fijnspar, dood	pijpenstrootje, kruiden	10,0	20,1	1,0
3	2A	humus	0-6	eikenopslag, dode naaldbodem	pijpenstrootje, pitrus	19,7	40,1	0,6
4	2B	bodem	20-40	eikenopslag, dode naaldbodem	pijpenstrootje, pitrus	3,8	18,8	1,2
5	3A	humus	0-6	cor. den	pijpenstrootje	18,2	40,7	0,6
6	3B	bodem	20-40	cor. den	pijpenstrootje	2,4	22,7	1,3
7	4A	humus	0-12	fijnspar, half dood	pijpenstrootje, niet vlakdekkend	52,6	50,8	0,4
8	4B	bodem	20-40	fijnspar, half dood	pijpenstrootje, niet vlakdekkend	10,2	24,6	1,0
9	5A	humus	0-10	cor. den	pijpenstrootje	33,6	39,9	0,5
10	5B	bodem	20-40	cor. den	pijpenstrootje	8,2	20,5	0,9
11	6A	humus	0-3	grove den	pijpenstrootje	19,6	40,9	0,5
12	6B	bodem	20-40	grove den	pijpenstrootje	7,7	17,5	0,9
13	7A	humus	0-3	grove den, inl eik	pijpenstrootje	28,3	37,9	0,5
14	7B	bodem	20-40	grove den, inl eik	pijpenstrootje	7,8	18,8	0,9
15	8A	humus	0-3	cor. den	pijpenstrootje, bochtige smele, rankende helmbloem	39,1	40,6	0,4
16	8B	bodem	20-40	cor. den	pijpenstrootje, bochtige smele, rankende helmbloem	5,3	13,7	1,0
17	9A	humus	0-11	grove den	kaal, delen met mos	26,4	36,9	0,4
18	9B	bodem	20-40	grove den	kaal, delen met mos	15,0	24,8	0,8
19	10A	bruin zand	0-20	verjongingsvlakte	pijpenstrootje, bochtige smele, schapenzuring	6,9	17,6	0,9
20	10B	geel zand	30-40	verjongingsvlakte	pijpenstrootje, bochtige smele, schapenzuring	4,8	13,7	1,1
21	11A	humus	0-11	jap. lariks, berk	mos, pijpenstrootje, niet vlakdekkend	65,6	56,3	0,2
22	11B	bodem	20-40	jap. lariks, berk	mos, pijpenstrootje, niet vlakdekkend	10,4	19,5	0,9
23	12A	humus	0-7	inl. eik gemend met jonge beuk, berk	kaal, am. vogelkers	67,1	58,6	0,1
24	12B	bodem	20-40	inl. eik gemend met jonge beuk, berk	kaal, am. vogelkers	10,2	22,8	0,8
25	13A	humus	0-8	inl. eik gemend met hulst, am. vogelkers, vuilboom	varens, mos, niet vlakdekkend	42,1	54,3	0,3
26	13B	bodem	20-40	cor. den	pijpenstrootje	13,8	27,1	0,8
27	14A	humus	0-11	fijnspar, grove den, jap. lariks	varen, pijpenstrootje, niet vlakdekkend	41,4	54,0	0,3
28	14B	bodem	20-40	fijnspar, grove den, jap. lariks	varen, pijpenstrootje, niet vlakdekkend	11,0	23,8	0,8
29	15A	humus	0-7	cor. den	pijpenstrootje	36,8	39,5	0,3
30	15B	bodem	20-40	inl. eik gemend met hulst, am. vogelkers, vuilboom	varens, mos, niet vlakdekkend	7,4	17,6	1,0
31	16A	humus	0-10	grove den	pijpenstrootje	48,1	53,4	0,2
32	16B	bodem	20-40	grove den	pijpenstrootje	7,9	19,0	1,0
33	17A	humus	0-8	cor. den	pijpenstrootje	32,1	49,5	0,3
34	17B	bodem	20-40	cor. den	pijpenstrootje	4,3	15,5	1,2
35	18A	humus	0-8	grove den gemeng met am. eik, inl. eik	deels kaal, deels pijpenstrootje	36,6	42,9	0,4
36	18B	bodem	20-40	grove den gemeng met am. eik, inl. eik	deels kaal, deels pijpenstrootje	5,2	17,7	1,1
37	19A	humus	0-9	grove den gemend met am. Vogelkers/eik	pijpenstrootje, bosbes	75,6	67,1	0,2
38	19B	bodem	20-40	grove den gemend met am. Vogelkers/eik	pijpenstrootje, bosbes	26,6	44,6	0,7
39	20A	humus	0-8	am. eik gemend met grove den	pijpenstrootje	39,9	50,5	0,3
40	20B	bodem	20-40	am. eik gemend met grove den	pijpenstrootje	3,8	17,0	1,1
41	21A	humus	0-11	grove den gemend met inl. eik, berk, am. vogelkers	pijpenstrootje	73,9	63,9	0,2
42	21B	bodem	20-40	grove den gemend met inl. eik, berk, am. vogelkers	pijpenstrootje	10,8	19,1	0,9
43	22A	humus	0-7	jonge grove den, berk	pijpenstrootje, hei	21,8	38,8	0,4
44	22B	bodem	20-40	jonge grove den, berk	pijpenstrootje, hei	10,8	20,8	0,9
45	23A	humus	0-7	grove den	kaal	46,2	50,7	0,2
46	23B	bodem	20-40	grove den	kaal	9,1	16,2	1,0
47	24A	humus	0-11	kapvlakte fijnspar	kaal	47,7	58,8	0,2
48	24B	bodem	20-40	kapvlakte fijnspar	kaal	14,0	35,2	0,7
49	25A	humus	0-5	cor. den	kaal, pijpenstrootje	68,3	54,2	0,2
50	25B	bodem	20-40	cor. den	kaal, pijpenstrootje	17,9	23,5	0,7
51	26A	humus	0-5	grove den	kaal, pijpenstrootje	41,7	41,6	0,3
52	26B	bodem	20-40	grove den	kaal, pijpenstrootje	9,2	12,8	0,9
53	27A	humus	0-9	grove den	mos, am vogelkers	90,4	48,3	0,1
54	27B	bodem	20-40	grove den	mos, am vogelkers	7,9	10,1	0,9
55	28A	humus	0-8	grove den, gemend met loof	kaal, pijpenstrootje	48,4	50,7	0,2
56	28B	bodem	20-40	grove den, gemend met loof	kaal, pijpenstrootje	5,4	10,7	1,1
57	29A	humus	0-11	grove den, gemend met loof	mos, am vogelkers, pijpenstrootje	66,4	38,5	0,3
58	29B	bodem	20-40	grove den, gemend met loof	mos, am vogelkers, pijpenstrootje	6,9	10,9	1,0
59	30A	humus	0-11	grove den	pijpenstrootje	47,3	44,5	0,3
60	30B	bodem	20-40	grove den	pijpenstrootje	18,8	25,4	0,7
61	31A	humus	0-4	grove den	pijpenstrootje	38,7	45,1	0,2
62	31B	bodem	20-40	grove den	pijpenstrootje	2,9	6,2	1,2
63	32A	humus	0-5	berk	mos	37,6	49,1	0,2
64	32B	bodem	20-40	berk	mos	2,9	10,7	1,1
65	33A	humus	0-10	grove den, gemend met loof	varen, pijpenstrootje	27,9	38,9	0,4
66	33B	bodem	20-40	grove den, gemend met loof	varen, pijpenstrootje	6,9	14,6	0,9
67	34A	humus	0-6	grove den, gemend met loof	pijpenstrootje	25,3	37,1	0,5
68	34B	bodem	20-40	grove den, gemend met loof	pijpenstrootje	9,0	18,1	1,0
69	35A	humus	0-12	fijnspar, dood	varen, bramen, dood hout	47,9	62,6	0,2
70	35B	bodem	20-40	fijnspar, dood	varen, bramen, dood hout	8,4	25,5	1,0
71	36A	humus	0-5	grove den, gemend met loof	mos, varen	23,1	36,0	0,5
72	36B	bodem	20-40	grove den, gemend met loof	mos, varen	3,3	10,1	1,1
73	37A	humus	0-11	grove den, gemend met loof	varen, pijpenstrootje	23,9	31,9	0,5
74	37B	bodem	20-40	grove den, gemend met loof	varen, pijpenstrootje	5,6	13,8	1,1
75	38A	humus	0-10	am eik, grove den	kaal	42,8	45,2	0,3
76	38B	bodem	20-40	am eik, grove den	kaal	4,7	11,3	1,1
77	39A	humus	0-8	grove den, gemend met loof	mos, pijpenstrootje	77,4	60,8	0,2
78	39B	bodem	20-40	grove den, gemend met loof	mos, pijpenstrootje	9,1	19,4	0,9
79	40A	humus	0-5	am eik	pijpenstrootje	38,1	51,5	0,4
80	40B	bodem	20-40	am eik	pijpenstrootje	2,2	16,0	1,2

**Bijlage 2.** Concentratie plantenbeschikbaar fosfaat ( $\mu\text{mol/kg dw}$ ) en totale concentratie ( $\text{mmol/kg dw}$ ) aan elementen bepaald via een bodemdestructie op de veertig onderzochte locaties (ligging zie figuur 1).

type	code	laag	diepte	tot-Al	tot-Ca	tot-Cl	tot-Fe	tot-K	tot-Mg	tot-Mn	tot-Ni	tot-P	tot-S	tot-Si	tot-Zr	Olsen
1	1A	humus	0-12	76,1	12,0	50,6	29,8	7,3	7,1	0,3	1,2	7,4	22,7	14,2	0,7	505
2	1B	bodem	20-40	34,6	2,5	0,0	8,6	2,8	1,5	0,0	0,0	1,8	0,2	11,5	0,2	409
3	2A	humus	0-6	114,5	11,1	0,0	47,1	6,0	7,1	1,6	0,0	15,5	18,8	11,1	0,4	1551
4	2B	bodem	20-40	147,5	3,4	0,0	32,9	5,2	7,4	0,2	0,0	9,8	0,4	13,7	0,2	3627
5	3A	humus	0-6	92,7	2,3	4,8	38,2	6,0	5,5	0,1	0,8	4,9	10,3	12,7	0,2	570
6	3B	bodem	20-40	73,1	1,8	0,0	24,8	4,7	4,3	0,1	0,0	1,6	0,0	12,7	0,2	494
7	4A	humus	0-12	83,1	22,6	38,4	28,1	6,3	11,3	0,2	1,5	6,3	19,7	15,0	0,5	356
8	4B	bodem	20-40	145,4	4,2	0,0	36,8	6,7	9,1	0,1	0,0	2,7	2,5	14,2	0,2	463
9	5A	humus	0-10	111,9	4,6	27,3	31,1	6,8	7,9	0,2	0,3	5,5	16,6	12,8	0,3	317
10	5B	bodem	20-40	138,4	1,4	0,0	23,9	6,2	8,1	0,1	0,0	2,2	1,4	13,3	0,1	371
11	6A	humus	0-3	52,2	15,3	6,2	32,5	4,1	7,3	0,5	0,0	6,7	20,5	12,1	0,5	441
12	6B	bodem	20-40	44,1	2,2	0,0	27,0	2,2	2,0	0,2	0,0	2,2	0,4	11,4	0,1	459
13	7A	humus	0-3	121,4	4,4	14,9	25,4	6,4	7,6	0,2	0,0	4,1	9,2	14,2	0,3	293
14	7B	bodem	20-40	131,6	1,5	0,0	19,0	4,5	5,2	0,1	0,0	2,5	2,3	7,7	0,2	316
15	8A	humus	0-3	75,0	16,0	2,2	35,2	5,1	8,0	0,7	0,0	8,3	23,1	13,5	0,5	445
16	8B	bodem	20-40	90,4	1,9	0,0	33,7	4,4	4,8	0,2	0,0	3,0	0,0	13,1	0,1	681
17	9A	humus	0-11	59,3	14,9	16,3	22,2	4,3	5,6	0,2	0,0	6,2	19,9	11,5	0,4	338
18	9B	bodem	20-40	74,4	6,1	0,0	24,8	3,9	4,0	0,1	0,0	3,8	7,0	12,5	0,2	371
19	10A	bruin zand	0-20	137,1	3,2	0,0	64,0	6,1	8,1	0,2	0,0	3,8	0,9	12,3	0,2	614
20	10B	geel zand	30-40	182,1	2,6	0,0	68,2	6,8	8,9	0,2	0,0	3,5	0,0	12,1	0,1	510
21	11A	humus	0-11	67,9	28,4	20,2	28,5	5,2	10,3	0,6	0,0	9,2	30,7	13,3	0,6	287
22	11B	bodem	20-40	67,1	4,9	0,0	20,7	4,0	3,6	0,2	0,0	4,0	4,7	14,2	0,2	733
23	12A	humus	0-7	69,5	59,4	112,1	15,5	9,5	16,5	0,8	0,3	16,0	41,5	16,0	1,1	475
24	12B	bodem	20-40	138,3	4,2	13,2	19,5	6,4	7,4	0,2	0,0	4,2	5,3	13,4	0,2	567
25	13A	humus	0-8	38,5	32,3	16,1	23,2	7,3	9,9	1,0	0,0	11,3	31,9	11,5	0,5	724
26	13B	bodem	20-40	31,6	5,7	0,0	15,1	3,4	2,9	0,2	0,0	2,9	3,0	11,3	0,2	560
27	14A	humus	0-11	74,3	31,1	38,5	18,3	5,1	9,5	1,1	0,0	10,0	27,5	13,2	0,6	453
28	14B	bodem	20-40	109,4	4,2	8,6	12,0	4,8	4,5	0,3	0,0	5,0	5,4	12,9	0,2	1059
29	15A	humus	0-7	74,0	10,3	20,7	20,9	5,0	5,5	0,3	0,0	7,8	24,3	12,5	0,4	330
30	15B	bodem	20-40	64,7	2,5	0,0	11,0	3,7	2,5	0,0	0,0	2,6	1,4	12,4	0,2	347
31	16A	humus	0-10	62,0	15,3	41,1	28,8	5,5	12,6	0,4	0,1	7,9	31,0	11,9	0,5	309
32	16B	bodem	20-40	90,3	1,7	0,0	32,4	5,0	6,0	0,1	0,0	2,2	1,2	12,7	0,1	379
33	17A	humus	0-8	48,3	18,6	34,1	20,4	4,7	7,8	0,5	0,0	8,8	29,5	10,3	0,5	444
34	17B	bodem	20-40	13,6	1,4	0,0	3,4	1,7	0,6	0,0	0,0	0,9	0,0	6,6	0,1	232
35	18A	humus	0-8	109,2	14,4	20,5	42,6	7,4	10,2	0,5	0,0	9,0	29,5	14,0	0,5	491
36	18B	bodem	20-40	101,5	1,6	0,0	28,7	6,1	6,5	0,1	0,0	2,7	0,9	13,4	0,1	380
37	19A	humus	0-9	60,8	27,7	149,6	15,9	8,8	12,3	0,5	1,8	11,8	43,3	16,5	0,9	436
38	19B	bodem	20-40	127,8	3,7	0,0	26,5	6,4	8,5	0,1	0,0	3,3	5,6	14,0	0,2	396
39	20A	humus	0-8	144,6	28,4	46,8	37,9	14,2	27,2	0,8	0,5	8,5	27,6	14,3	0,8	301
40	20B	bodem	20-40	221,1	2,3	0,0	46,1	15,8	21,1	0,1	0,0	1,9	0,0	12,3	0,2	366
41	21A	humus	0-11	68,2	17,2	126,8	35,4	8,6	19,1	0,3	1,5	14,6	52,8	13,8	0,9	602
42	21B	bodem	20-40	78,6	1,7	0,0	16,8	5,6	5,6	0,1	0,0	1,7	0,0	11,9	0,1	343
43	22A	humus	0-7	88,1	16,0	22,3	47,8	6,1	9,0	0,7	0,0	7,6	18,0	12,4	0,7	472
44	22B	bodem	20-40	100,5	4,0	0,0	25,2	5,0	5,4	0,2	0,0	2,6	1,0	12,1	0,2	412
45	23A	humus	0-7	48,9	63,0	90,4	30,7	6,5	13,0	1,5	0,5	12,4	52,0	13,5	1,2	440
46	23B	bodem	20-40	74,7	4,7	0,0	37,6	4,4	5,0	0,4	0,0	2,7	1,2	12,7	0,5	403
47	24A	humus	0-11	56,5	27,7	63,3	25,6	5,2	10,9	0,7	0,0	11,0	38,2	23,3	0,8	505
48	24B	bodem	20-40	102,0	6,9	5,7	31,4	5,8	7,2	0,2	0,0	4,0	9,5	12,0	0,3	496
49	25A	humus	0-5	52,7	22,2	20,9	25,0	6,0	7,8	0,4	0,3	11,0	40,5	13,8	0,6	513
50	25B	bodem	20-40	52,7	4,2	0,0	23,5	3,3	2,8	0,1	0,0	4,2	7,4	12,5	0,2	583
51	26A	humus	0-5	68,2	15,4	34,1	33,9	6,3	8,0	0,4	0,2	11,0	34,5	12,6	0,6	595
52	26B	bodem	20-40	75,8	1,6	0,0	41,1	3,8	3,9	0,1	0,0	4,1	4,5	12,6	0,1	625
53	27A	humus	0-9	26,7	46,7	104,4	17,8	7,6	23,5	1,0	3,5	16,3	55,1	11,9	1,1	401
54	27B	bodem	20-40	14,5	2,9	0,0	8,5	1,9	2,0	0,0	0,0	2,1	1,5	5,5	0,2	396
55	28A	humus	0-8	73,6	23,1	13,0	24,3	7,4	16,3	0,5	0,4	10,9	39,8	11,9	0,6	446
56	28B	bodem	20-40	92,1	1,8	0,0	27,7	4,5	6,4	0,1	0,0	2,3	0,0	12,7	0,1	543
57	29A	humus	0-11	35,3	17,5	20,0	22,4	4,0	8,5	0,3	1,7	10,1	41,9	9,2	0,8	517
58	29B	bodem	20-40	14,0	1,9	0,0	7,9	1,7	0,7	0,0	0,0	1,5	0,0	6,9	0,1	411
59	30A	humus	0-11	29,7	20,8	39,4	19,7	5,2	9,9	0,4	1,0	9,5	39,2	11,8	0,8	453
60	30B	bodem	20-40	28,4	4,4	0,0	16,8	2,3	2,4	0,1	0,0	3,5	6,9	10,3	0,3	513
61	31A	humus	0-4	35,3	18,6	38,0	19,0	5,1	9,3	0,4	0,2	10,1	32,2	11,7	0,6	435
62	31B	bodem	20-40	49,4	1,6	0,0	22,8	4,2	4,1	0,1	0,0	1,4	0,0	12,0	0,2	299
63	32A	humus	0-5	33,7	16,3	33,1	16,2	5,4	10,9	0,4	0,0	7,4	24,0	11,5	0,6	429
64	32B	bodem	20-40	39,1	2,4	0,0	8,4	3,8	2,4	0,1	0,0	1,4	0,0	12,5	0,2	306
65	33A	humus	0-10	82,4	10,9	0,0	37,7	6,1	11,4	0,3	0,2	6,5	24,8	12,5	0,5	347
66	33B	bodem	20-40	93,2	3,4	0,0	35,6	5,9	7,8	0,1	0,0	2,1	2,3	12,2	0,2	278
67	34A	humus	0-6	89,2	11,0	0,0	64,8	5,9	7,8	0,3	0,0	7,7	19,9	10,0	0,2	504
68	34B	bodem	20-40	124,0	2,3	0,0	54,9	5,5	6,1	0,1	0,0	4,1	1,5	12,6	0,1	592
69	35A	humus	0-12	57,3	48,6	54,5	30,9	6,1	17,6	0,8	0,0	12,4	46,0	15,5	1,2	737
70	35B	bodem	20-40	70,9	5,5	0,0	81,2	4,5	5,2	0,2	0,0	3,1	3,5	12,7	0,2	689
71	36A	humus	0-5	53,2	12,2	17,2	22,3	5,8	6,3	0,3	0,0	7,9	20,9	11,1	0,5	916
72	36B	bodem	20-40	66,3	2,9	0,0	10,9	5,2	3,7	0,1	0,0	2,0	0,0	10,9	0,3	554
73	37A	humus	0-11	60,3	5,7	0,0	23,7	4,2	5,5	0,2	0,0	4,6	11,4	11,7	0,3	314
74	37B	bodem	20-40	64,6	1,4	0,0	11,6	3,8	2,9	0,0	0,0	2,0	0,0	10,8	0,1	456
75	38A	humus	0-10	57,9	12,7	49,3	30,1	6,5	17,2	0,3	2,4	10,6	39,0	12,1	0,6	459
76	38B	bodem	20-40	71,3	1,3	0,0	20,8	4,4	4,6	0,1	0,0	2,0	0,0	11,9	0,1	375
77	39A	humus	0-8	27,9	37,4	29,7	18,5	7,7	13,3	0,8	1,1	13,4	59,0	12,3	1,0	427
78	39B	bodem	20-40	20,3	1,8	0,0	12,8	2,4	1,7	0,1	0,0	3,0	4,4	8,2	0,2	475
79	40A	humus	0-5	69,8	10,5	0,0	32,1	5,1	12,6	0,2	0,0	7,0	17,6	12,0	0,5	504
80	40B	bodem	20-40	105,9	2,2	0,0	26,9	4,3	7,9	0,1	0,0	1,4	0,0	11,4	0,1	366

**Bijlage 3.** Basenverzadiging (%) en concentratie met oplosbare en met het bodemcomplex uitwisselbare concentratie aan mineralen bepaald aan de hand van een zoutextract (concentratie in  $\mu\text{mol/kg dw}$ ).

type	code	laag	pH extr	BV	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Al	Ca	Al/Ca	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
1	1A	humus	2,82	44,8	812,0	11238,6	1555,0	5587,1	0,3	15,1	3584,4	3706,0	65,7	157,4	335,7	453,4	201,9
2	1B	bodem	2,91	17,4	75,2	4506,9	1487,4	714,0	2,1	6,9	768,2	353,9	6,1	21,6	121,4	79,3	39,4
3	2A	humus	2,95	46,5	117,9	324,4	2401,4	5135,9	0,5	95,3	481,8	1572,2	957,0	158,0	215,3	122,2	123,5
4	2B	bodem	3,25	20,4	36,5	76,0	1736,7	712,5	2,4	14,0	197,9	169,4	99,2	64,4	99,8	55,4	15,8
5	3A	humus	2,95	18,7	26,2	327,2	3997,5	928,5	4,3	248,4	779,3	884,4	20,7	2,2	326,1	397,3	64,3
6	3B	bodem	3,18	6,3	5,7	88,3	2193,7	48,0	45,7	48,9	336,3	103,1	2,3	0,9	151,2	135,3	21,0
7	4A	humus	2,86	75,1	75,5	708,7	1805,7	16175,5	0,1	43,9	1642,3	7440,7	98,8	15,1	339,8	400,6	176,2
8	4B	bodem	2,97	37,5	54,6	284,2	2799,2	2393,3	1,2	14,8	632,1	1272,0	20,3	1,5	151,7	147,4	42,8
9	5A	humus	2,64	28,6	163,0	869,7	4157,8	2606,6	1,6	19,3	942,9	2143,8	39,9	9,0	247,6	424,3	93,1
10	5B	bodem	3,06	6,5	36,7	156,5	3314,1	164,3	20,2	13,6	241,6	186,8	3,5	1,3	157,6	187,7	10,7
11	6A	humus	2,70	52,4	113,1	472,2	2077,7	6876,4	0,3	17,9	341,0	3093,3	184,7	16,9	182,7	44,3	130,3
12	6B	bodem	3,01	22,2	70,2	109,4	2587,3	1057,8	2,4	21,7	132,3	534,7	26,9	2,6	126,8	32,2	32,1
13	7A	humus	2,84	42,5	195,9	1088,7	3756,3	4350,9	0,9	18,8	1100,5	2644,2	82,2	10,5	274,8	164,1	153,0
14	7B	bodem	3,00	10,6	53,7	527,2	3779,6	341,1	11,1	7,2	439,6	370,1	4,9	1,5	142,6	62,6	27,2
15	8A	humus	2,67	48,2	963,7	522,5	3271,4	6855,0	0,5	22,4	946,7	3298,6	242,0	62,0	251,8	146,1	103,3
16	8B	bodem	3,08	13,2	173,1	87,9	2530,5	441,4	5,7	13,4	227,1	256,4	15,3	5,8	121,4	46,9	9,8
17	9A	humus	2,54	54,6	363,3	271,8	1576,6	9222,9	0,2	7,4	604,6	2690,6	130,2	28,2	196,2	111,5	123,0
18	9B	bodem	2,67	26,7	124,5	147,9	2867,2	2396,3	1,2	13,8	289,8	702,5	24,6	6,5	128,2	81,4	40,5
19	10A	bruin zand	3,35	26,9	36,2	102,4	2262,7	1230,6	1,8	15,2	191,9	271,6	28,1	3,7	110,3	58,4	25,6
20	10B	geel zand	3,63	21,7	32,8	49,7	2112,2	725,8	2,9	15,1	151,6	208,5	20,0	1,7	126,1	38,3	15,7
21	11A	humus	2,54	67,7	1023,4	748,0	1294,2	20986,7	0,1	23,2	1366,9	8186,5	361,6	236,9	298,6	407,4	289,0
22	11B	bodem	2,62	28,4	283,7	153,9	2449,6	2457,2	1,0	9,0	213,7	761,9	32,5	64,5	145,6	147,4	38,6
23	12A	humus	2,54	73,2	3,7	475,0	791,4	27877,3	0,0	14,9	2048,1	9817,4	472,5	115,3	291,8	469,7	326,3
24	12B	bodem	2,89	30,9	4,9	118,0	3123,7	2316,2	1,3	29,4	421,7	795,1	18,7	10,9	121,2	67,4	38,4
25	13A	humus	2,70	70,9	1179,3	1124,1	552,0	15998,8	0,0	17,3	2490,1	5788,2	554,2	273,5	325,3	178,8	101,9
26	13B	bodem	2,76	44,4	248,1	107,2	775,2	2981,9	0,3	10,5	616,8	716,1	53,1	60,1	132,2	68,3	17,7
27	14A	humus	2,68	67,3	904,1	495,4	1669,5	17656,3	0,1	28,1	894,8	4802,0	427,2	429,6	260,7	365,9	194,4
28	14B	bodem	2,82	27,3	395,8	108,1	3514,4	2054,4	1,7	7,7	485,9	883,5	49,4	111,8	140,0	93,7	33,5
29	15A	humus	2,58	40,3	629,8	507,7	3154,4	5654,0	0,6	4,5	720,7	2318,4	138,7	44,9	267,4	134,4	106,2
30	15B	bodem	2,78	14,4	120,5	114,7	2631,0	719,5	3,7	3,1	222,5	355,6	12,9	5,6	121,3	64,6	24,1
31	16A	humus	2,59	60,9	888,3	1023,0	1391,4	11099,5	0,1	17,0	895,7	7787,5	236,8	49,7	354,0	202,6	156,9
32	16B	bodem	2,71	19,5	232,8	116,3	2392,7	589,6	4,1	11,8	243,1	1075,3	14,4	6,3	273,8	68,7	29,6
33	17A	humus	2,51	50,1	112,0	398,3	1732,0	9307,9	0,2	14,2	640,1	3761,3	183,7	42,2	197,0	59,2	118,4
34	17B	bodem	2,87	26,1	23,9	78,4	785,9	884,5	0,9	2,5	174,6	311,9	10,3	6,9	80,9	10,6	11,3
35	18A	humus	2,63	61,2	317,1	690,4	1977,6	10742,4	0,2	33,9	1456,0	5102,0	266,9	40,5	224,4	54,9	141,2
36	18B	bodem	2,89	13,6	12,7	74,9	2410,1	518,8	4,6	15,0	225,4	327,4	7,0	1,8	98,3	20,7	9,2
37	19A	humus	2,72	60,1	18,9	1969,9	1898,1	15270,0	0,1	50,4	2873,3	5209,9	159,2	48,9	348,7	301,1	320,5
38	19B	bodem	2,85	36,2	6,6	789,1	2690,8	3123,0	0,9	87,9	826,8	1476,8	19,4	5,2	204,7	159,1	95,4
39	20A	humus	2,88	61,7	0,5	175,6	3773,7	8787,6	0,4	36,7	1396,8	7580,1	196,9	7,9	281,6	256,5	126,2
40	20B	bodem	3,11	24,0	3,7	73,6	3535,4	675,8	5,2	9,9	637,7	1145,9	4,3	1,5	87,9	41,9	16,8
41	21A	humus	2,54	58,6	23,4	1786,4	1998,9	12523,3	0,2	37,9	2045,5	12406,3	158,7	136,9	473,3	631,0	340,9
42	21B	bodem	2,93	29,2	11,2	137,7	2045,3	810,4	2,5	12,4	403,2	1210,7	7,0	5,3	142,6	112,0	32,3
43	22A	humus	2,87	57,3	149,3	288,7	2026,4	6915,4	0,3	10,7	505,3	2366,8	186,9	22,6	260,7	49,7	142,8
44	22B	bodem	3,06	34,1	18,6	136,8	2691,0	2314,1	1,2	10,1	267,5	616,6	51,9	6,5	110,4	42,9	64,5
45	23A	humus	2,99	81,9	311,4	880,1	1231,2	23091,9	0,1	28,9	1864,6	7098,2	592,5	56,5	287,6	228,5	480,6
46	23B	bodem	3,10	36,4	10,2	98,9	1543,7	1420,5	1,1	7,8	339,9	661,1	30,7	1,8	95,0	44,0	89,4
47	24A	humus	2,87	70,9	2480,0	6165,2	606,1	16803,3	0,0	9,1	1287,1	7633,1	448,2	186,4	317,2	482,6	205,9
48	24B	bodem	2,90	29,2	698,3	2008,0	2398,7	2154,5	1,1	8,7	523,9	823,0	43,2	30,8	151,9	118,9	67,6
49	25A	humus	2,46	52,7	694,6	900,1	2155,1	13092,7	0,2	15,5	1919,4	4886,8	245,5	160,8	380,1	181,8	178,6
50	25B	bodem	2,62	21,7	282,5	185,0	3443,0	2091,0	1,6	16,1	338,8	573,9	22,7	25,4	219,2	204,5	51,0
51	26A	humus	2,57	41,1	368,8	589,2	3585,8	6123,2	0,6	65,1	1098,6	2824,1	132,7	45,3	324,6	235,1	139,8
52	26B	bodem	2,90	14,4	123,7	116,0	2842,9	639,5	4,4	30,0	204,5	363,2	12,1	5,3	140,4	76,8	23,4
53	27A	humus	2,74	81,1	550,9	2741,0	383,5	20288,9	0,0	16,3	2993,1	15047,9	489,2	81,2	365,7	314,5	269,7
54	27B	bodem	2,65	35,2	0,4	203,1	909,6	1228,1	0,7	16,4	362,5	1440,7	22,7	21,5	104,5	70,4	40,9
55	28A	humus	2,70	71,5	513,4	1413,7	1553,2	12844,2	0,1	26,2	2363,6	11729,6	215,6	30,9	632,9	244,7	124,2
56	28B	bodem	3,00	22,1	9,2	190,0	1849,1	295,1	6,3	32,8	408,0	800,1	2,7	2,2	112,5	51,8	11,3
57	29A	humus	2,37	49,2	248,5	3788,3	2542,7	9839,7	0,3	29,4	1221,1	6376,2	110,5	80,9	672,3	452,8	317,2
58	29B	bodem	2,69	22,1	48,9	391,6	1012,6	770,3	1,3	11,8	283,3	551,7	7,5	11,0	153,9	74,7	34,6
59	30A	humus	2,58	63,8	240,1	1068,1	1017,7	10990,8	0,1	24,0	1620,3	6348,1	132,3	85,9	307,5	105,3	242,1
60	30B	bodem	2,61	35,7	66,8	313,7	1573,7	2697,1	0,6	6,9	462,1	1362,6	23,2	33,6	164,6	40,7	70,3
61	31A	humus	2,62	50,4	422,1	672,7	1261,7	6585,7	0,2	22,9	801,9	2912,1	115,6	59,9	233,8	126,9	114,3
62	31B	bodem	2,88	15,9	49,5	98,4	1174,8	300,7	3,9	15,1	187,2	339,8	7,2	6,4	99,6	61,6	13,3
63	32A	humus	2,78	70,4	31,0	2070,5	508,4	9934,5	0,1	12,2	1914,8	7377,0	215,1	59,1	328,5	121,9	208,6
64	32B	bodem	2,98	23,2	18,6	104,4	774,4	517,5	1,5	4,5	210,9	274,3	7,0	7,5	74,0	90,5	10,0
65	33A	humus	2,59	46,4	692,7	5925,6	1608,8	5649,6	0,3	21,5	942,1	4710,5	121,4	71,2	410,1	466,8	150,5
66	33B	bodem	2,78	28,3	212,1	2192,9	1796,7	1237,9	1,5	25,6	363,3	1267,8	25,5	9,9	216,2	225,1	40,5
67	34A	humus	2,68	47,1	294,8	409,9	2696,7	6060,2	0,4	48,9	604,7	2408,5	143,7	19,1	200,8	112,5	56,0
68	34B	bodem	3,00	14,8	81,0	115,5	3686,3	871,6	4,2	18,5	261,9	299,2	13,9	2,1	117,9	32,5	8,2
69	35A	humus	2,79	75,7	551,0	1296,8	1042,0	21439,4	0,0	16,7	1188,7	10722,5	388,3	121,0	322,0	410,8	355,6
70	35B	bodem	2,94	41,5	36,5	217,8	1793,6	2464,9	0,7	18,5	314,8	1147,2	38,7	7,8	114,1	169,7	56,0
71	36A	humus	2,67	50,6	35,0	371,6	1273,5	5442,8	0,2	30,3	468,2	2243,3	105,5				



Toernooiveld 1  
Mercator III gebouw  
6525 ED Nijmegen

IBAN: NL23 RABO 0167 8984 93  
BTW: NL 811402496B01  
KvK: 09131250

024 212 2200  
[info@b-ware.eu](mailto:info@b-ware.eu)  
[www.b-ware.eu](http://www.b-ware.eu)

**Biogeochemical Water management  
& Applied Research on Ecosystems**

## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen



# Landschapsecologische systeemanalyse Liesbos

Hydrologische herstelmaatregelen Liesbos



## Colofon

Titel: Landschapsecologische systeemanalyse Liesbos  
Subtitel: Hydrologische herstelmaatregelen Liesbos  
Versie: Definitief 1.0  
Document nr.: 029-23-BWZ  
Datum uitgave: 7-12-2023  
Aantal pagina's exclusief bijlage: 65

Naam en adres opdrachtgever: Staatsbosbeheer  
Contactpersoon: [REDACTED] J  
Smallepad 5, 3811 MG te Amersfoort

Samenstellers: [REDACTED] J Stichting Bargerveen  
[REDACTED] J Bosgroep Zuid Nederland  
[REDACTED] J B-ware  
[REDACTED] J BWZ Ingenieurs

Projectleider: [REDACTED] J BWZ Ingenieurs

Akkoord voor uitgave [REDACTED] J BWZ Ingenieurs

Paraaf [REDACTED] J



Kantoorboerderij Rustenburg  
Lekdijk 15 | 4121 KG Everdingen  
[www.bwz-ingenieurs.nl](http://www.bwz-ingenieurs.nl)

Ingeschreven in het handelsregister van de Kamer van Koophandel te Tiel onder nr. 30232690



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>4</b>
1.1	Aanleiding.....	4
1.2	Doel .....	4
1.3	Ligging van het gebied.....	4
1.4	Aanpak LESA .....	5
<b>2</b>	<b>Klimaat(verandering)</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Geologie</b> .....	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Geomorfologie en reliëf</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Hydrologie</b> .....	<b>15</b>
5.1	Geohydrologische bodemopbouw .....	15
5.2	Regionale grondwaterstroming .....	15
5.3	Grondwaterstanden / stijghoogte van het grondwater.....	17
5.4	Trends in beschikbare peilbuisgegevens.....	19
5.5	Oppervlaktewatersysteem.....	20
5.6	Vernattingsmaatregelen .....	23
5.7	Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit.....	23
5.8	Waterbalans .....	26
<b>6</b>	<b>Bodem</b> .....	<b>29</b>
6.1	Bodemopbouw .....	29
6.2	Bodemchemie .....	30
<b>7</b>	<b>Vegetatie</b> .....	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>Fauna</b> .....	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>Mens</b> .....	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>Synthese en advies maatregelen</b> .....	<b>49</b>
<b>11</b>	<b>Literatuur</b> .....	<b>53</b>
<b>Bijlage I</b>	<b>Overzicht meetgegevens per peilbuis</b> .....	<b>55</b>
<b>Bijlage II</b>	<b>Peilbuizen en berekende GxG</b> .....	<b>65</b>
<b>Bijlage III</b>	<b>Trend neerslag en verdamping meteo-station Gilze Rijen per seizoen</b> .....	<b>68</b>
<b>Bijlage IV</b>	<b>Meetgegevens</b> .....	<b>70</b>
<b>Bijlage V</b>	<b>Vegetatie-opnamen</b> .....	<b>74</b>



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Het Liesbos ligt tussen Breda en Etten-Leur. Het is het enige bos in Nederland waar al sinds de 16e eeuw een gedocumenteerde teelt van hoge kwaliteit eikenhout plaatsvindt. Het bos wordt al vermeld vanaf 1268 en is rond 1620 uitgebreid tot de huidige omvang (Leenders, 2004). Sinds 1899 is het bos in eigendom en beheer bij Staatsbosbeheer (SBB). Naast de bosbouwkundige functie, vervult het gebied een belangrijke recreatieve functie voor de omgeving en komen in het gebied waardevolle natuurwaarden voor. Het gehele Liesbos is onderdeel van het Natuur Netwerk Brabant (NNB). Het wordt aangeduid als een A-locatie bos: waardevol wintereiken-beuken en eiken-haagbeuken boscomplex van leemgronden.

Het Liesbos bestaat grofweg uit:

1. Vochtige bossen op de rijkere beekerdgronden (66 ha)  
*op de ambitiekaart van het NNB aangeduid als 'haagbeuken- en essenbos' (N14.03)*
2. Drogere bossen op de armere veldpodzolgronden (101 ha)  
*op de ambitiekaart van het NNB aangeduid als 'Dennen-, eiken- en beukenbos' (N15.02)*

Op de cultuurhistorische waardenkaart van de provincie Noord-Brabant wordt de beplanting van het Liesbos en zijn omranding zeer hoog gewaardeerd. De verschillende dreven worden in deze waardenkaart redelijk hoog tot zeer hoog gewaardeerd.

Kenmerkend voor het Liesbos was het eikenhaagbeukenbos met een goed ontwikkelde voorjaarsflora met o.a. bosanemoon, vogelkers-essenbos en elzenbroekbos. Omdat Staatsbosbeheer een achteruitgang van de voorjaarsflora signaleerde en verdroging hier een oorzaak van kon zijn, is in 2001 door KIWA (Schrama et al., 2001) en in 2003 en 2004 door Arcadis (Voeten, 2003 en Gerner & Otten, 2004) onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om de hydrologische situatie in het gebied te herstellen cq. te verbeteren. Deze onderzoeken hebben geleid tot uitvoering van een aantal concrete vernattingsmaatregelen in het gebied (aanleg stuwen, verondieping watergangen), maar deze zijn deels weer ongedaan gemaakt, na het optreden van wateroverlast en geconstateerde afname van de boomvitaliteit. Deze maatregelen en aanpassingen zijn echter niet goed gedocumenteerd en de gewenste effecten voor herstel van het bos zijn niet bereikt.

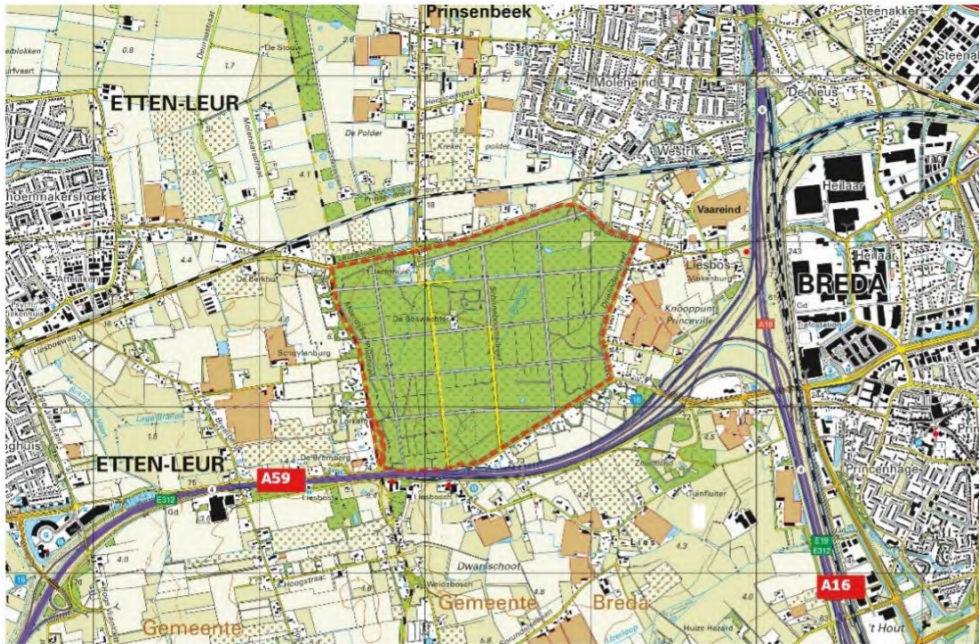
## 1.2 Doel

Staatsbosbeheer heeft de ambitie om de floristische rijkdom langs de beeklopen in het gebied te herstellen, met behoud van het cultuurhistorische beheersysteem voor hoogwaardige eikenteelt in het gebied. Voorliggende Landschapsecologische Systemanalyse (LESA) is bedoeld om op gestructureerde wijze in beeld te brengen op welke wijze het gebied functioneert ten aanzien van bodem, watersysteem en vegetatie, en wat dit voor randvoorwaarden, knelpunten en/of kansen geeft voor de gewenste natuurontwikkeling in het gebied. Dit moet leiden tot een advies voor de mogelijke hydrologische (herstel)maatregelen om het Liesbos te revitaliseren en uitwerking te geven aan de hiervoor benoemde ambitie van Staatsbosbeheer.

## 1.3 Ligging van het gebied

Het Liesbos ligt tussen Breda en Etten-Leur. Aan de noordzijde ligt de spoorlijn tussen deze plaatsen. Aan de zuidzijde ligt de A58 en aan de oostkant de A16 en de HSL. Langs de wegen direct rondom het bos liggen huizen en agrarische gronden, met name (glas)tuinbouw en akkerbouw. De totale oppervlakte van het Liesbos is bijna 200 hectare.





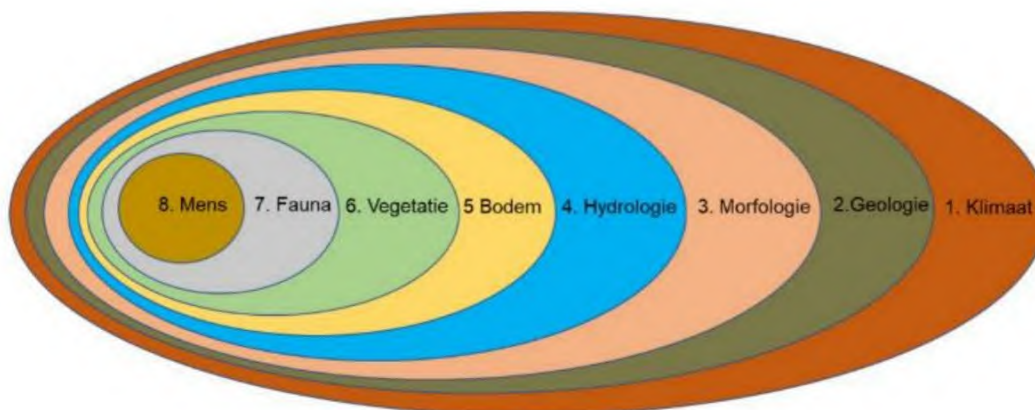
Figuur 1.1 Ligging en begrenzing van het Liesbos.

#### 1.4 Aanpak LESA

De Landschapsecologische systeemanalyse (LESA) heeft als doel om inzicht te geven hoe een gebied is ontstaan, hoe het functioneert en welke processen bepalend zijn voor het voorkomen van flora en fauna in een gebied. Hierbij wordt kennis over o.a. geo(morfo)logie, bodemkunde, hydrologie, ecologie en historisch grondgebruik in een samenhangende analyse geïntegreerd, waarbij het landschap op verschillende schaalniveaus, in onderlinge samenhang wordt beschouwd. Dit zorgt voor een stapsgewijze, systeemgerichte aanpak waarmee een goed beeld wordt verkregen van de landschapsecologische relaties in een gebied.

Voorliggende LESA is uitgewerkt op basis van de landschappelijke 'bouwstenen' die zijn weergegeven in

Figuur 1.2. Voor de uitwerking van deze bouwstenen is bureau-onderzoek uitgevoerd en zijn nadere analyses gedaan met de beschikbare informatie en gegevens. Ook is een terreinbezoek gedaan en is veldonderzoek uitgevoerd naar de waterkwaliteit en de bodemchemie in het gebied.



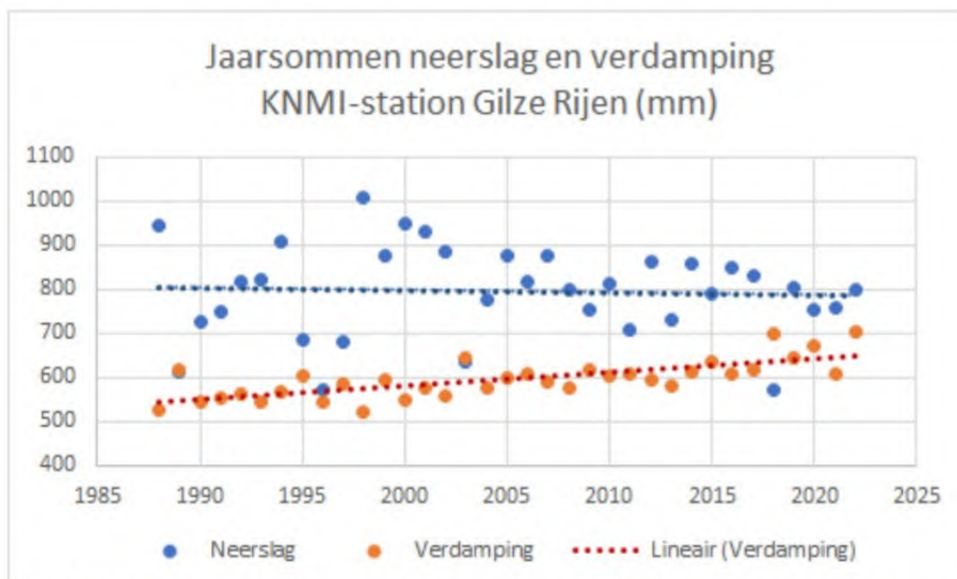
Figuur 1.2 Overzicht landschappelijke bouwstenen voor de LESA



## 2 Klimaat(verandering)

Het klimaat bepaalt de weersomstandigheden in een gebied met variaties in o.a. neerslag, verdamping en temperatuur. De klimatologische omstandigheden zijn op korte termijn niet direct te beïnvloeden, maar in de afgelopen jaren is duidelijk geworden dat op wereldwijde schaal sprake is van klimaatverandering en dat we daar bij de ruimtelijke inrichting van Nederland ook rekening mee moeten houden. Voor het toekomstig functioneren van het Liesbos en de mogelijkheden en randvoorwaarden ten aanzien van hydrologisch herstel is het daarom belangrijk om de mogelijke klimaatveranderingen in ogenschouw te nemen, met name ten aanzien van de mogelijke veranderingen in neerslaghoeveelheden en neerslagpatroon.

Voor KNMI-meteostation Gilze Rijen, gelegen op ruim 15 kilometer ten oosten van het Liesbos, zijn de beschikbare neerslag- en verdampingsgegevens in beeld gebracht en is bekeken of deze een bepaalde trend laten zien. In Figuur 2.1 is een overzicht gegeven van de jaarsommen van de gemeten neerslag en verdamping per jaar over de periode 1988-2022 (vanaf 1988 zijn daggegevens van de verdamping beschikbaar). Hieruit volgt dat de hoeveelheid neerslag op jaarbasis vrijwel gelijk is gebleven (vrijwel geen trend) en dat de verdamping toeneemt (stijgende trend).

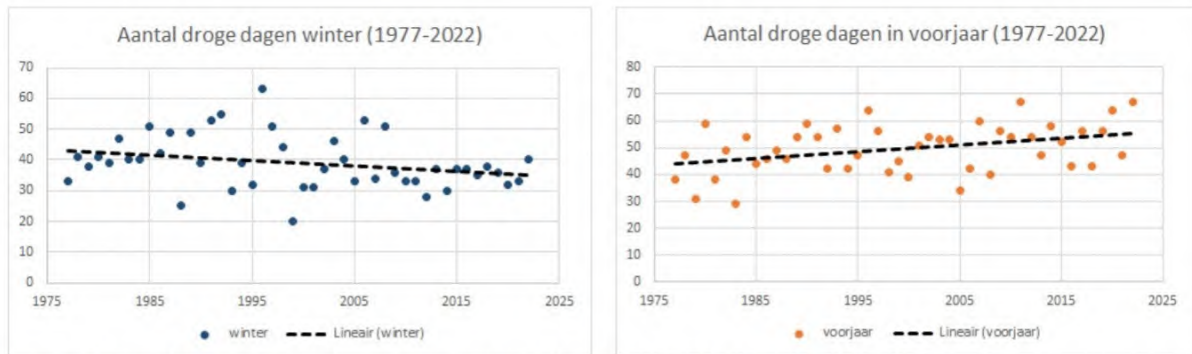


Figuur 2.1 Jaarsommen neerslag en verdamping KNMI-station Gilze Rijen periode 1988-2022

Wanneer in meer detail naar het verloop van neerslag en verdamping wordt gekeken, dan is te zien dat de hoeveelheid neerslag in de winter en de zomer een (licht) stijgende trend laat zien en in het voorjaar en in mindere mate de herfst, een (licht) dalende trend (Zie figuren bijlage III). Ten aanzien van de verdamping is in alle seizoenen een (licht) stijgende trend zichtbaar.

De mate van natheid/droogte wordt bepaald door het verloop van de som van neerslag en verdamping per dag (netto neerslagoverschot). Uit de beschikbare meetgegevens voor KNMI-statio Gilze Rijen blijkt dat het netto neerslagoverschot in de wintermaanden vrijwel gelijk blijft (geen trend) en dat dit in het voorjaar, de zomer en de herfst afneemt (dalende trend). Als gekeken wordt naar het aantal droge dagen per seizoen dat blijkt dat dit voor de winterperiode afneemt en voor het voorjaar en de zomer toeneemt (Figuur 2.2).





Figuur 2.2 Overzicht aantal droge dagen per seizoen KNMI-station Gilze Rijen, periode 1977-2022

Voorgaande trends sluiten in hoofdlijnen aan op de klimaatveranderingen zoals die door het KNMI worden verwacht. Hoewel de neerslaghoeveelheid in bepaalde perioden kan toenemen (winter, zomer), geldt ook dat de verdamping en het aantal droge dagen toenemen en het neerslagoverschot afneemt. Dit heeft tot gevolg dat in het voorjaar en de zomer rekening moet worden gehouden met langere perioden van droogte en toenemende neerslagtekorten. In de winter kunnen door toenemende neerslag juist langere perioden van natheid optreden. Het effect is dat perioden met neerslagtekort of droogte langer worden en dezelfde hoeveelheid neerslag in veel kortere perioden valt en wordt afgevoerd, waardoor er in het zomerseizoen tekorten ontstaan.

In onderstaande tabel is een samenvattend overzicht gegeven van de afgeleide trends voor KNMI-station Gilze Rijen.

Tabel 2.1 Samenvatting afgeleide 'klimaatrends' voor KNMI-station Gilze Rijen, periode 1977/1985-2022

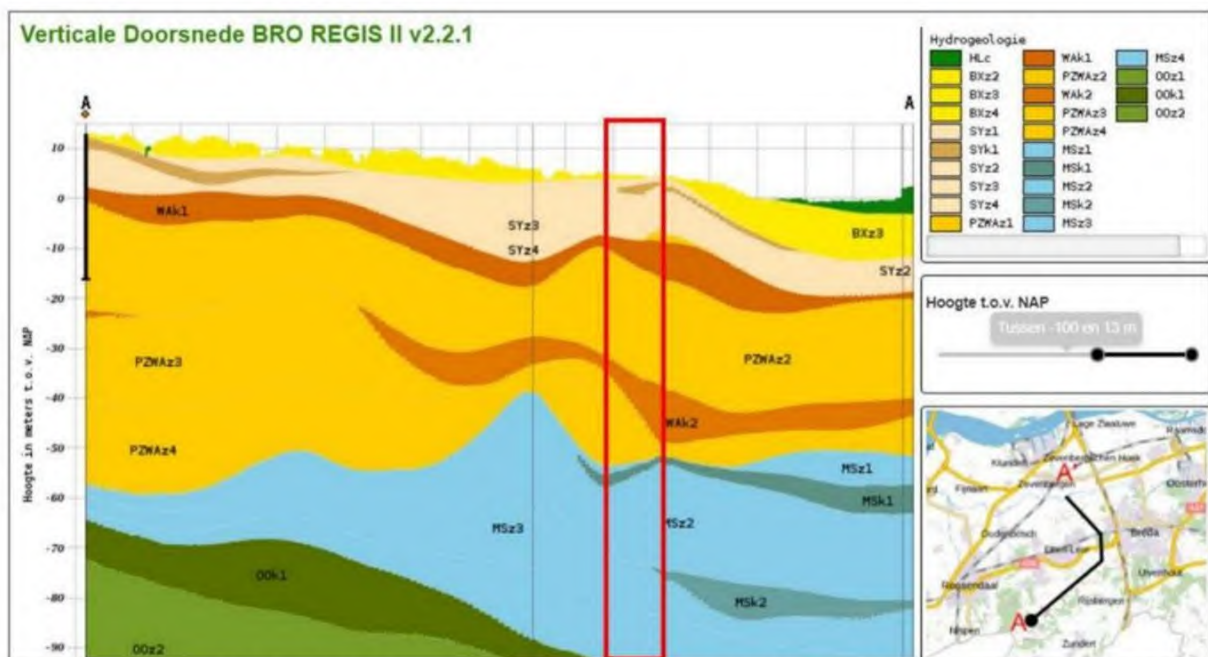
Seizoen	KNMI-station Gilze Rijen, trend over aangegeven periode			
	Neerslag	Verdamping	Netto neerslagoverschot	Aantal droge dagen
	1977-2022	1985-2022	1985-2022	1977-2022
Winter	Toename	Toename	Gelijk	Afname
Voorjaar	Gelijk	Toename	Afname	Toename
Zomer	Toename	Toename	Afname	Toename
Herfst	Gelijk/lichte afname	Toename	Afname	Gelijk



### 3 Geologie

Het Liesbos ligt aan de rand van het zuidelijk zandlandschap. Lengteprofielen in Dinoloket van het REGIS II model (Figuur 3.1 en Figuur 3.2) geven aan dat de eerste vijftig meter van de ondergrond afwisselend bestaat uit zand en zandige klei- of leemlagen. Op een enkele plaats komen zandige veenlenzen voor (Schrama et al., 2001). Het dunne dekzandpakket in de hogere delen van het Liesbos, wordt gerekend tot de Formatie van Boxtel (laagpakketten van Wierden en Kootwijk). Daaronder liggen zandige en kleiige eenheden die tot de Formatie van Stramproy en vervolgens de Formaties van Waalre en van Peize worden gerekend. Vanaf circa 50 meter onder maaiveld ligt de Formatie van Maassluis, een mariene afzetting die hoofdzakelijk bestaat uit fijn tot matig grof zand (goed waterdoorlatend), met bovenin een dunne, kleiige laag.

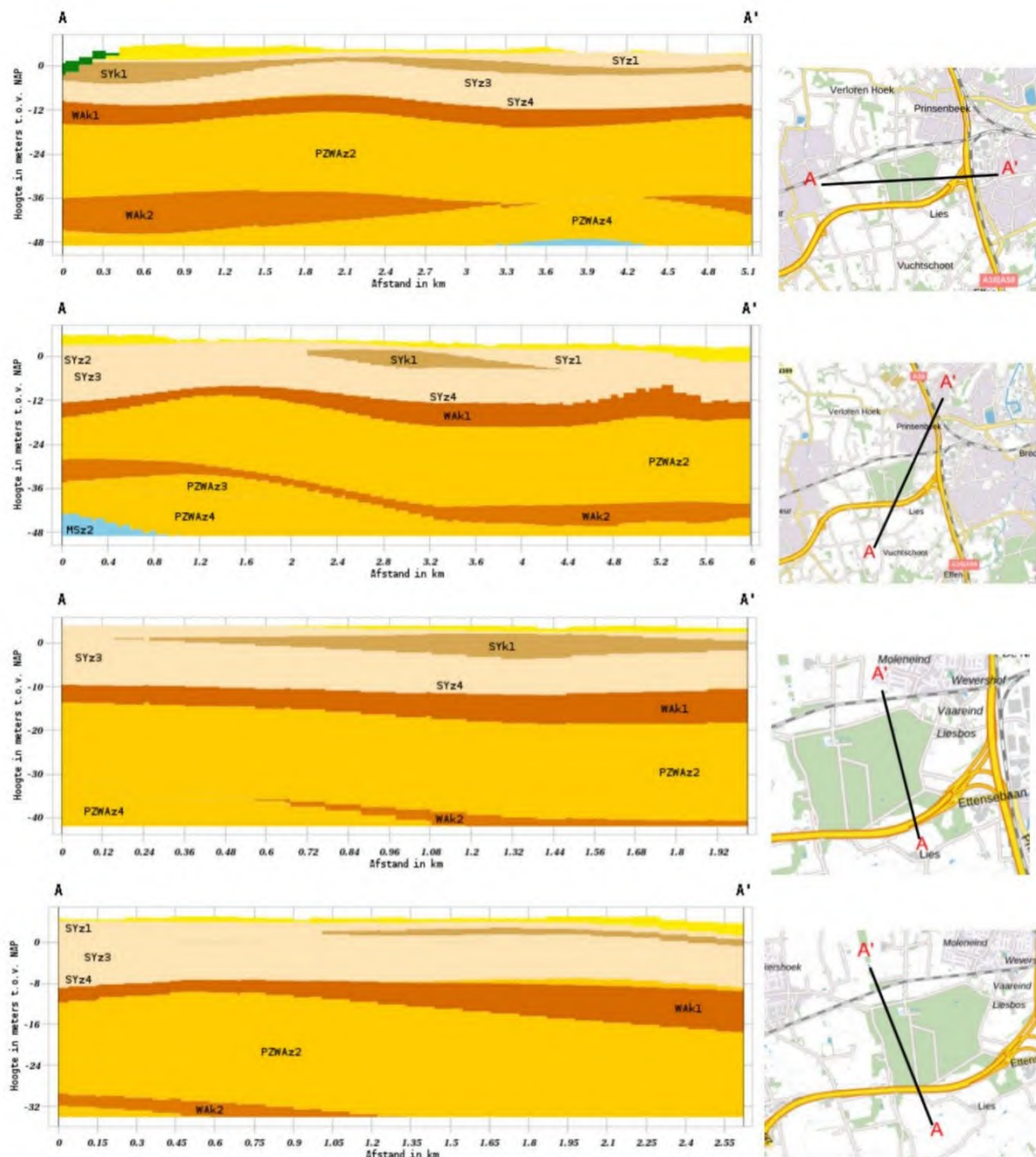
Dinoloket -REGIS II geeft één boorprofiel in het Liesbos. Deze heeft een zandige kleilaag (Formatie van Stramproy) tussen 7,60 m – 15,40 m onder maaiveld in de natte laagte in de noordoostelijke hoek van het Liesbos. De twee boorprofielen aan de noordelijke en zuidelijke buitenrand van het Liesbos hebben een zandige kleilaag (Formatie van Waalre) op 12,90 m – 20,20 m resp. 13,00 m – 14,00 m onder maaiveld.



Figuur 3.1 Lengteprofiel van de eerste negentig meter van de ondergrond onder en rondom het Liesbos. De positie van het Liesbos is met het rode kader aangeduid. (Bron: Dinoloket, REGIS II model)

BX = Formatie van Boxtel, derde zandige eenheid / laagpakketten van Wierden en Kootwijk  
 SY = Formatie van Stramproy: z1= eerste zandige eenheid, k1=eerste kleiige eenheid  
 WAK1 = Formatie van Waalre, eerste kleiige eenheid  
 PZWAz2 = Formatie van Peize en Formatie van Waalre, tweede zandige eenheid  
 MS = Formatie van Maassluis



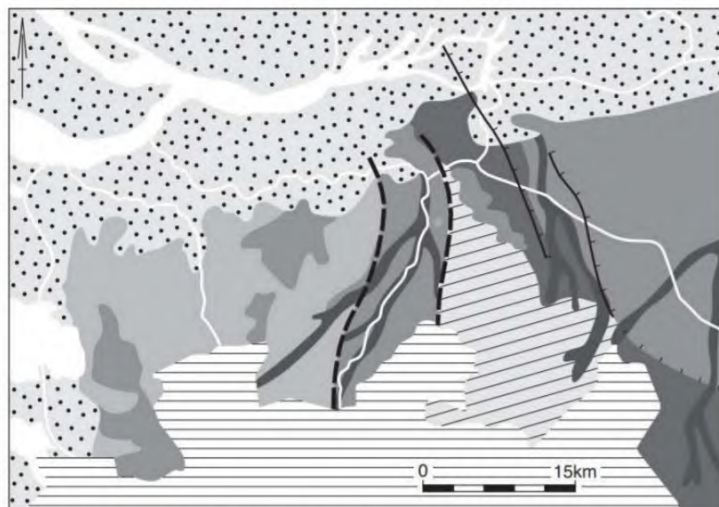


Figuur 3.2. Lengteprofielen van de eerste tientallen meters van de ondergrond onder en nabij het Liesbos. (Bron: Dinoloket, REGIS II model)

De toelichting bij de bodemkaart Blad 50 West en Blad 44 West beschrijft dat in de Pleistocene afzettingen in later tijd een aantal diepe geulen zijn uitgesleten door grotere of kleinere riviertjes vanuit het midden van België. Een zeer brede en zeer diepe geul loopt van noord naar zuid door het gebied. De westrand van dit zogenaamde Dal van Breda loopt op slechts enkele honderden meters ten westen van het Liesbos, de oostgrens ligt iets ten oosten van Breda, bij Ulvenhout. Zie Figuur 3.3. Deze geul is door latere opvulling in het terrein niet meer herkenbaar, maar de estuariumafzettingen beginnen hier pas op grote diepte; op het diepste punt zelfs op circa 25 m benden maaiveld. In de REGIS II-dwarsprofielen wordt dit niet zichtbaar, maar in de toelichting bij de bodemkaarten Blad 50 West en Blad 44 West is dit weergegeven in een dwarsdoorsnede. Zie Figuur 3.4 en Figuur 3.5. Het dal is opgevuld door fluviaatle afzettingen van Midden-Belgische rivieren en daarbovenop dekzand en



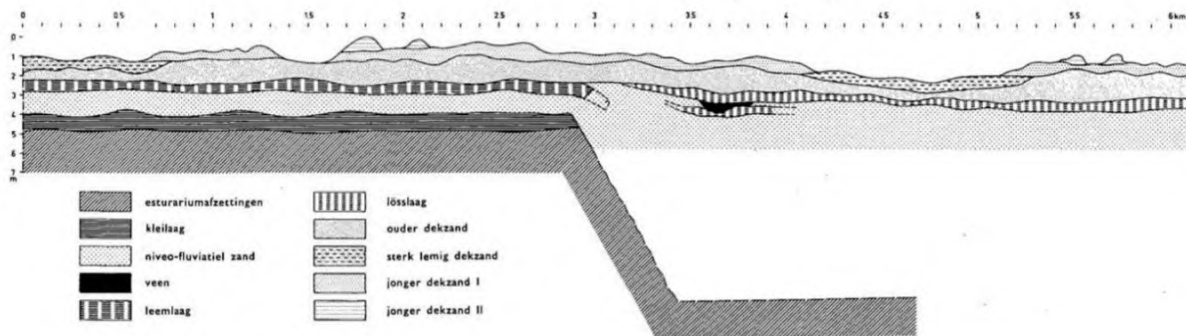
leem (gerekend tot Formatie van Twente, nu Formatie van Boxtel), dat door de wind is afgezet in het Weichselien.



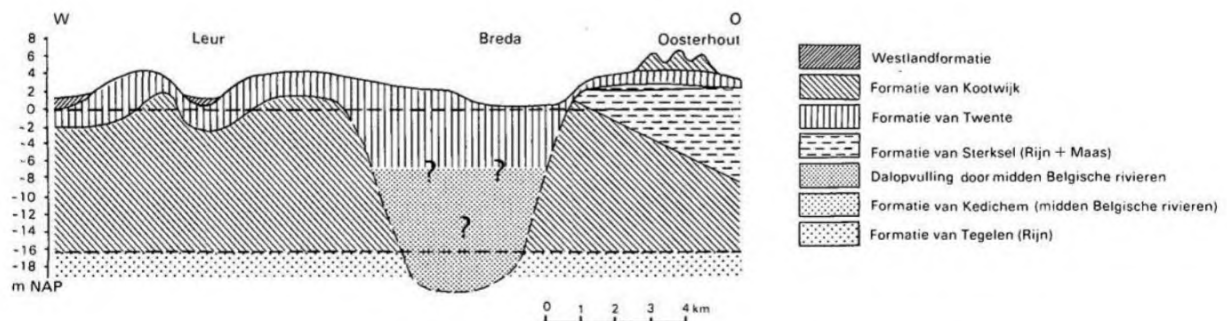
Afb. 3.1 Geologisch overzicht. Het dal van Breda wordt begrensd door Vroeg-Pleistocene afzettingen (naar Spek 1999, afb. 2).

- Formatie van Tegelen
- Formatie van Kedichem
- Formatie van Sterksel
- Formatie van Twente
- Formatie van Singraven
- Formatie van Duinkerke
- Dal van Breda
- Breuken
- niet oekarteerd

Figuur 3.3. Geologisch overzicht van West-Brabant, waarin het zeeleilandschap en het zuidelijk zandlandschap, met daarin het Dal van Breda zijn weergegeven (Uit: Brandenburgh & Kooistra).



Figuur 3.4. Schematische dwarsdoorsnede door het gebied van kaartblad 50 West, waarin het in de estuarine afzetting uitgesleten Dal van Breda en de bovenste 5 m van dekzand- en lössafzettingen zijn weergegeven (Uit: Stiboka - toelichting bij bodemkaart 50 West).

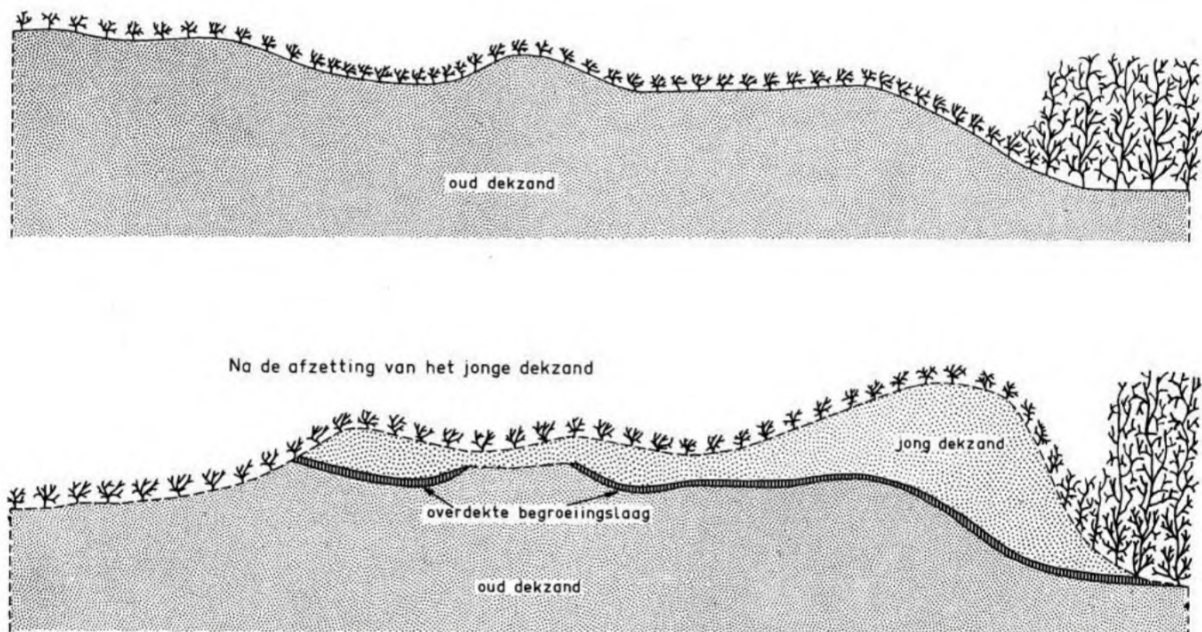


Figuur 3.5. Schematische geologische doorsnede door het gebied van kaartblad 44 West, waarin Dal van Breda is weergegeven, uitgesleten in de Formatie van Kootwijk en opgevuld met Formatie van Twente en daaronder dalopvulling door midden Belgische rivieren (Uit: Stiboka - toelichting bij bodemkaart 44 West).



De toelichting bij de bodemkaart Blad 50 West beschrijft dat in de grote erosievalei bij Breda onder een dunne laag ouder dekzand een tot een halve meter dikke lössleemlaag voorkomt, “die in het Liesbos binnen boorbereik ligt”. Het materiaal vertoont overeenkomst met de Zuid-Limburgse löss, nl. een groot percentage deeltjes tussen 16 en 50 micron. Wel is sprake van een veel groter percentage fijn zand. Het is wellicht geen zuivere windafzetting, zoals de echte löss, maar verspoelde löss met een bijmenging van fluviatiel zand.

Van Oosten (1967) toont een dwarsprofiel van de bovenste 4 meter van de bodem vanaf de westrand van het Dal van Breda tot iets voorbij de westrand van het Liesbos (Figuur 3.7). Hierin is het ook van elders bekende verschijnsel zichtbaar dat leemarme en vaak iets grovere zanden uit het Laat-Glaciaal, die dicht langs de bodem verplaatst werden, voor de (in die tijd nattere) begroeide plaatsen tot staan kwam. Het jongere dekzand heeft aan de westelijke rand van het Liesbos een rug gevormd en heeft het destijds natte en begroeide sterk lemige dekzand niet overdekt (Figuur 3.6). Ook Waenink (1963) beschrijft deze dekzandrug en de ontstaanswijze in de toelichting bij de bodemkartering van het Liesbos.



Figuur 3.6. Schematische voorstelling van de afzetting van jong dekzand bovenop oud dekzand (Overgenomen uit Waenink, 1963). De afzetting van het springende of rollende zand kwam aan de west- en noordzijde van het Liesbos tot stilstand tegen de barrière die de toenmalige sterkere begroeiing in het lage gedeelte van het Liesbos vormde.

#### Naamgeving Liesbos

De naam Liesbos duikt voor het eerst in de geschiedenis op in 1279 als het "bossce van Lies" (Ludwig, 1981). Volgens Leenders (2004) wijst de naam Liesbos op natte omstandigheden en deze auteur geeft de volgende toelichting op de herkomst van de naam Liesbos: "Lies kan staan voor Gele Lis (*Iris pseudacorus*), een plant met lange bladeren, welke in het water en aan waterkanten groeit. Ook planten met blad gelijkend op dat van de Gele Lis werden lis, lies genoemd, zoals prei, lelies etc. Verder liesgras en rietgras, twee grote grassoorten die op moerassige plaatsen groeien."





Fig. 1 — Overzichtkaart van westelijk Noordbrabant  
 a. Situatie van de profielen (fig. 2, 3, enz.) en van de pollendiagrammen (diagr. I, II enz.); b. grens tussen zand en zeeklei; c. zeer globale grens van het Dal van Breda, tevens westelijke begrenzing van de loessafzetting.

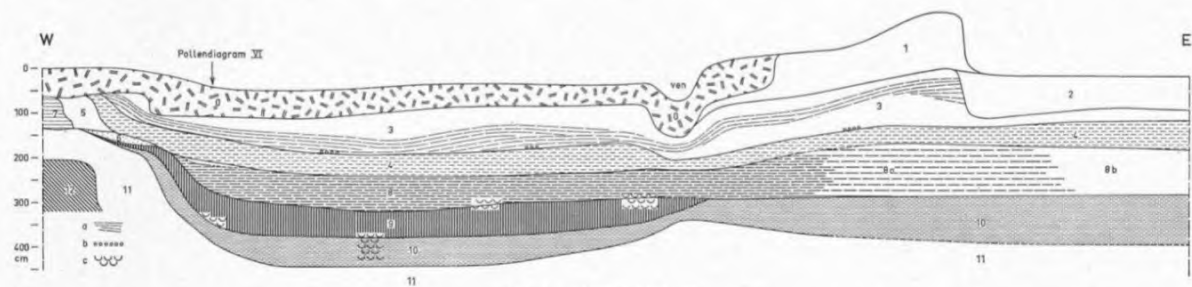


Fig. 6 — Profiel Liesbosch  
 0. cultuurdek; 1. Jonger dekzand I, niet lemig, matig fijn; 2. Ouder dekzand, sterk lemig, zeer fijn; 3. Ouder dekzand, zwak lemig, zeer fijn; 4. loess, gerijpt, lichtgrijs en roestig; 5. zwak lemig, zeer fijn zand; 6. niet lemig, matig fijn tot matig grof zand met enige grindjes; 7. Laag van Wouwe; 8. loess, ongerijpt, donkergrijs en humeus tot venig; 9. veen; 10. loess, ongerijpt, donkergrijs en humeus tot venig; 11. niet lemig, matig fijn zand; 12. oud-pleistocene klei; a. sterk lemige banden; b. grindvloertje; c. moeraskalk.

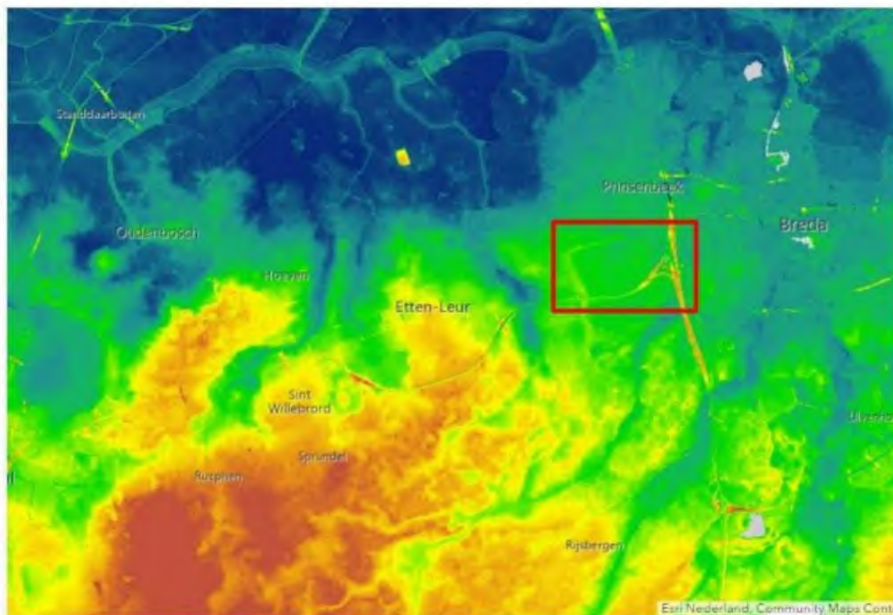
Figuur 3.7. Boven: Ligging van het Liesbos en van dwarsprofiel 6 uit Van Oosten (1967) (in rode cirkel) ten opzichte van de rand van het zand- en zeekleilandschap en de westelijke rand van het Dal van Breda. Onder: Dwarsprofiel 6 uit Van Oosten (1967) waarin de ondergrond tot een diepte van 4 m is weergegeven en o.a. de westelijke dekzandrug (1=jong dekzand) en het sterk lemige en zeer fijne oudere dekzand (2) onder het Liesbos zijn weergegeven.



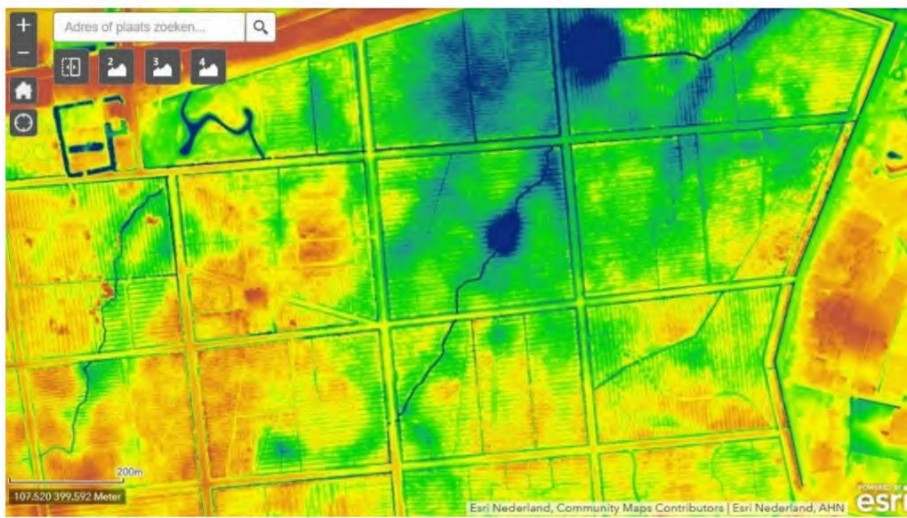
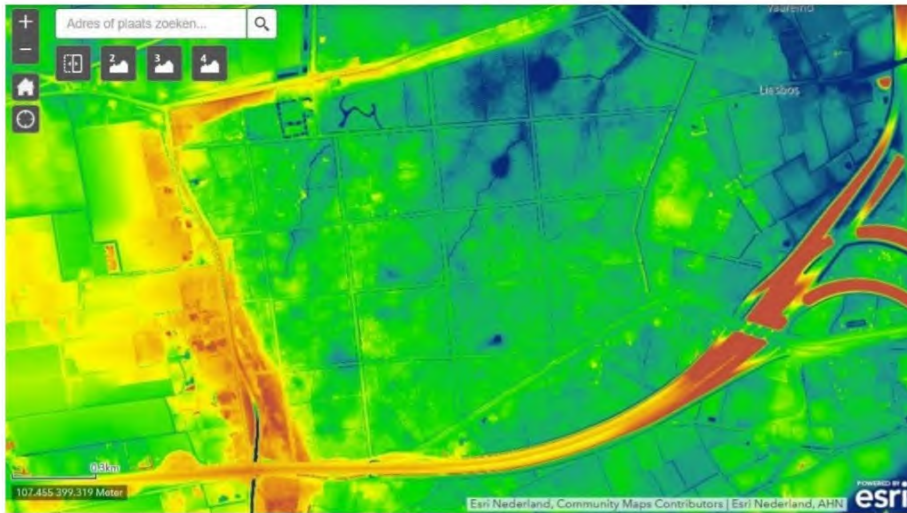
## 4 Geomorfologie en reliëf

Het Liesbos ligt in een ondiepe kom in het zuidelijk zandlandschap, waarvan het maaiveld richting Vlaanderen oploopt. Aan de west- en oostzijde, op enige afstand van het Liesbos, liggen geulen in het maaiveld die afwateren naar de Mark. De maaiveldhoogte bij het Liesbos neemt van zuidwest naar noordoost af. In het zuidwesten bedraagt de maaiveldhoogte 6,0 m +NAP en in het noordoosten 3,6 m +NAP. De westelijke en noordelijke rand van het bos zijn relatief hoog vanwege een smalle dekzandrug met een maaiveldhoogte die vanaf het zuiden naar het noordoosten afneemt van 7 tot 5m +NAP. Het noordoosten van het Liesbos is relatief laag. Centraal door het bos zijn twee beekdalletjes te onderscheiden die richting het noordoosten afwateren, waarbij in het reliëf in het noordoostelijke lagere deel van het Liesbos, aan weerszijden van de oostelijke beek, nog twee parallel gelegen laagtes aanwezig zijn.

Door de aanleg van lanen en rabatten is in het Liesbos een duidelijk antropogeen reliëf aanwezig (Figuur 4.2). De rabatten of rillen in de opstanden liggen enkele decimeters hoger dan het oorspronkelijke maaiveld. De geulen die daarbij tussen de rabatten zijn gegraven, liggen weer enkele decimeters lager dan het oorspronkelijke maaiveld. Het maaiveld in de opstanden kan dus op enkele meters afstand 0,50 m tot 0,75 m, plaatselijk zelfs meer, in hoogte verschillen (Gerner & Otte, 2004).



Figuur 4.1. Maaiveldhoogte van het Liesbos en omgeving (AHN).



Figuur 4.2. Maaiveldhoogte in het Liesbos. Boven: het hele bosgebied. Onder: detail, waarop de beide beekdalletjes, lanen en rabatten zichtbaar zijn. (Bron: AHN)

## 5 Hydrologie

### 5.1 Geohydrologische bodemopbouw

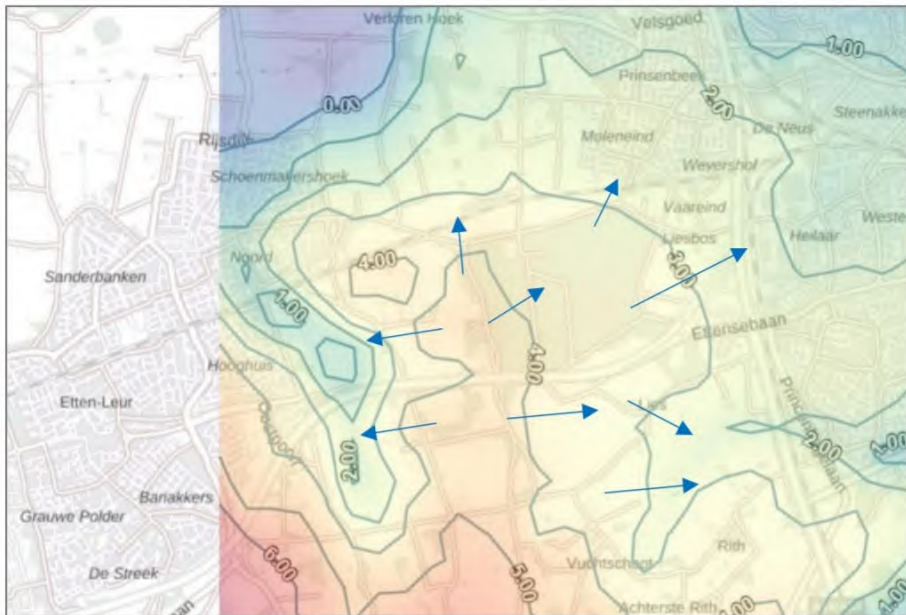
De geohydrologische bodemopbouw van het REGIS II-model (Dinoloket.nl) laat zien dat de bovenste 12,5 meter van de ondergrond (van ca. +5 tot -7,5 mNAP) overwegend uit zand bestaat van de formaties van Boxtel en Stramproy. Op een diepte van circa +2 mNAP bevindt zich een dunne kleiige eenheid van de formatie Stramproy. Deze laag is zo'n 2 tot 3 meter dik en heeft een geohydrologisch weerstand van 0 tot meer dan 100 dagen. Deze laag is echter niet in het gehele gebied aanwezig. Onder deze zandlagen bevindt zich op een diepte van circa -7,5 mNAP een kleilaag van de formatie van Waalre. Deze heeft een dikte circa 2,5 tot 7,5 meter en de geohydrologische weerstand van deze kleilaag bedraagt zo'n 1000 tot 5000 dagen. In Figuur 5.1 is deze geohydrologische bodemopbouw weergegeven aan de hand van een uitsnede van het REGIS II model voor een locatie centraal in het Liesbos.



Figuur 5.1 Uitsnede geohydrologisch model voor locatie centraal in het Liesbos

### 5.2 Regionale grondwaterstroming

Volgens de isohypsenkaarten van het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) is de grondwaterstroming in de bovenste meters van het bodemprofiel (modellaag 1, Formatie van Stramproy, dieptebereik van +3,70 tot +1,13 mNAP) (bron: [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl)) hoofdzakelijk in oostelijke tot noordoostelijke richting gericht. Dit is weergegeven in Figuur 5.2. Volgens deze isohypsenkaart is de stijghoogte van het ondiepe grondwater aan de westzijde van het Liesbos ruim + 4 mNAP en aan de (noord)oostzijde circa + 3 mNAP. Van west naar oost is dus sprake van een stijghoogteverlies van ruim 1 meter.



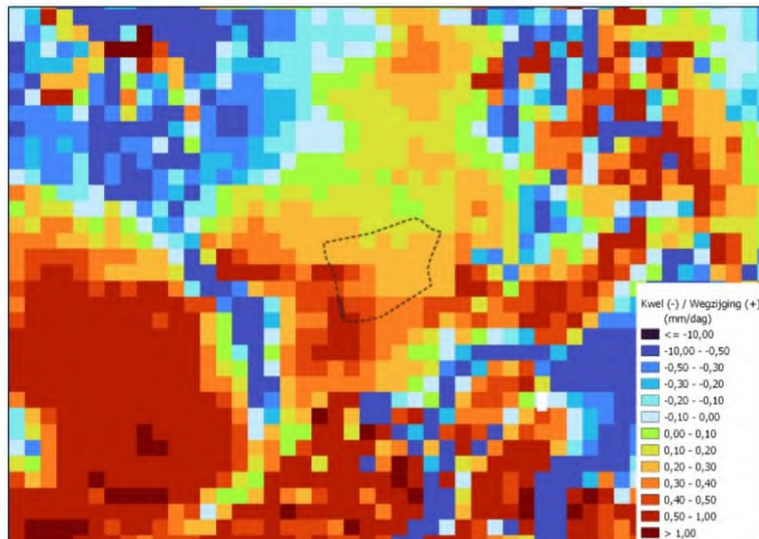
Figuur 5.2: Isohypskaart Landelijk Hydrologisch model voor modellaag 1 (dieptebereik van +3,70 tot +1,13 mNAP) (bron: [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl))

De isohypskaart voor modellaag 2 van het LHM (Formatie van Stramproy, dieptebereik +0,04 tot -5,09 mNAP) is redelijk vergelijkbaar met die voor modellaag 1. De isohypskaart voor modellaag 3 Formatie van Peize Waalre, dieptebereik -12,54 tot -22,20 mNAP (onder de kleilaag van de Formatie van Waalre) geeft wel een ander beeld. Ter hoogte van het Liesbos verloopt de stijghoogte in deze laag van circa +3 mNAP in het zuidwestelijk deel tot circa +2 mNAP in het noordoostelijke deel. Daarmee ligt de stijghoogte in dit diepere watervoerende pakket duidelijk lager dan de stijghoogte in de bovengrond. Aan de westzijde van het Liesbos is dit verschil zo'n 1 tot ruim 1,5 meter, aan de oostzijde zo'n 0,8 tot 1 meter. Dit sluit aan op wat Schrama et al. (2001) hierover hebben aangegeven. De grondwaterstroming in deze laag is noordoostelijk tot noordelijk gericht. Zie Figuur 5.3.



Figuur 5.3: Isohypskaart Landelijk Hydrologisch model voor modellaag 3 (dieptebereik van -12,54 tot -22,20 mNAP) (bron: [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl))

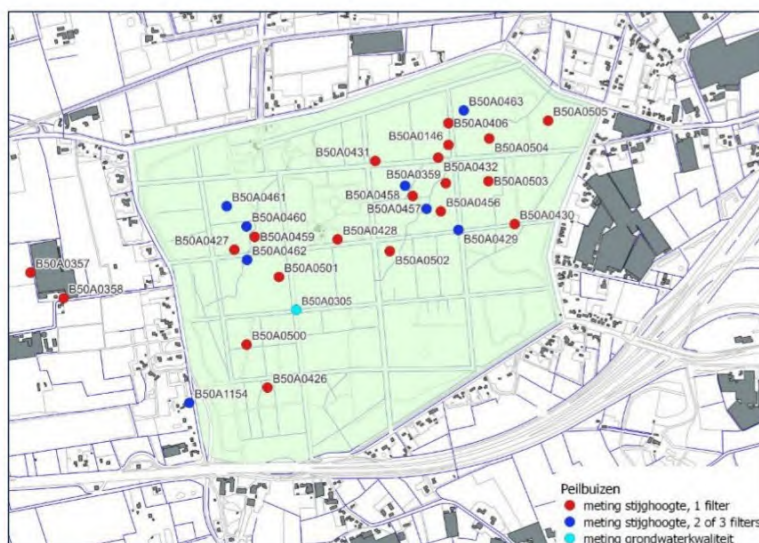
Het voorgaande betekent dat regionaal gezien sprake is van een continue, neerwaarts gerichte grondwaterstroming van het ondiepe grondwater naar het diepere grondwater (wegzijing). Indien in het Liesbos sprake is van 'kwelverschijnselen', dan is dit ondiepe, lokale kwel als gevolg van variaties in maaiveldhoogte en lokaal aanwezige versturende (weerstandbiedende) bodemlagen. Dat er regionaal gezien sprake is van een wegzijingssituatie in het Liesbos, blijkt ook uit de kwel-/infiltratiekaart van het Landelijk Hydrologisch Model. Zie Figuur 5.4. Bij het Liesbos is volgens deze kaart sprake van een wegzijing van 0 tot circa 0,5 mm/dag. Kwel is o.a. terug te zien ten westen van het Liesbos (laagte tussen Etten Leur en het Liesbos) en ten noordwesten van het Liesbos (noordelijk van Etten Leur)



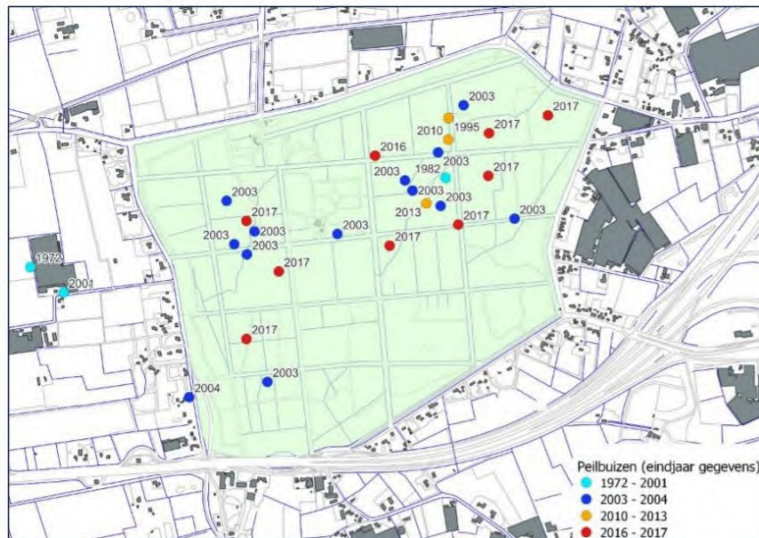
Figuur 5.4 Overzicht kwel-/infiltratiekaart Landelijk Hydrologisch Model in de omgeving van het Liesbos (- waarden: kwel, +-waarden: infiltratie)

### 5.3 Grondwaterstanden / stijghoogte van het grondwater

In het Liesbos ligt een relatief groot aantal peilbuizen, waarmee de grondwaterstand/stijghoogte van het grondwater voor kortere of langere tijd is bemeaten. De meest recente gegevens van de beschikbare peilbuisgegevens dateren uit 2017. Zie Figuur 5.5 voor de ligging van de peilbuizen en Figuur 5.6 voor de einddatum van de meetgegevens per peilbuis. In bijlage 1 is een overzicht gegeven van de gemeten grondwaterstanden/stijghoogte per peilbuis.



Figuur 5.5 Overzicht ligging peilbuizen in Liesbos



Figuur 5.6 Overzicht einddatum meetgegevens peilbuizen Liesbos

Op basis van de beschikbare meetgegevens is per peilbuis de GHG (Gemiddeld Hoogste grondwaterstand), de GLG (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand) en de GG (Gemiddelde Grondwaterstand) bepaald. Zie bijlage 2 voor de resultaten hiervan. In bijgaand kader is beschreven op welke wijze de GxG-bepaling heeft plaatsgevonden.

#### Toelichting op GxG-bepaling

De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) is berekend als rekenkundig gemiddelde van de drie hoogste meetwaarden per jaar, uitgaande van een meetfrequentie van 2 x per maand (omstreeks 14<sup>e</sup> en 28<sup>e</sup> dag in een maand). Hierbij zijn alleen de jaren meegeteld waarbij voor de natte maanden 'voldoende' meetgegevens beschikbaar waren. Voor een juiste GxG-bepaling dient de GxG eigenlijk over een periode van minimaal 8 jaar bepaald te worden. In dit geval was dit voor veel peilbuizen niet mogelijk en is de GxG op basis van een kleiner aantal jaren bepaald.

De Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) is op vergelijkbare wijze als de GHG bepaald, maar in dit geval zijn de drie laagste meetwaarden per jaar gebruikt. Bij droogval van een peilfilter is de onderzijde van het peilfilter aangehouden als niveau van de grondwaterstand. Omdat de grondwaterstand in werkelijkheid dieper uitgezakt zal zijn, zal bij veel peilbuizen de daadwerkelijke GLG daarom lager liggen dan nu berekend.

De Gemiddelde grondwaterstand (GG) is bepaald als gemiddelde van alle beschikbare meetwaarden in een jaar, uitgaande van een meetfrequentie van 2x per maand. Een jaar is alleen meegeteld als over het jaar verspreid voldoende meetgegevens beschikbaar waren.

Uit de meetgegevens blijkt dat de fluctuaties van de grondwaterstand meestal redelijk groot zijn (verschil tussen GHG en GLG meer dan 1 meter). In natte situaties komt de grondwaterstand redelijk dicht onder het maaiveld. Bij het merendeel van de peilbuizen ligt de GHG op 0,3 tot 0,6 meter beneden maaiveld. Uitschieter is peilbuis B50A0457, waarbij de berekende GHG duidelijk boven het maaiveld ligt. Voor de GLG geldt dat deze bij de meeste peilbuizen tussen 1 en 2 meter beneden maaiveld ligt. Omdat veel peilbuizen in droge perioden ook kunnen droogvallen, zal de werkelijke GLG, zoals in bovenstaande toelichting is aangegeven, vaak lager liggen dan nu berekend.

Over de snelheid van de veranderingen in de grondwaterstand geven Schrama et al. (2001) aan: "Vanaf het moment dat er een neerslagtekort optreedt, dalen de grondwaterstanden in anderhalve maand tijd tot het niveau van de laagste grondwaterstanden. Zodra er weer sprake is van een noemenswaardig neerslagoverschot, stijgen de grondwaterstanden snel. Het niveau van de hoogste grondwaterstanden wordt meestal binnen 1 maand bereikt. De snelle stijging wordt veroorzaakt door de slechte doorlatendheid van de bodem en de ondergrond en het geringe bergingsvermogen van de bodem". De bodem bestaat namelijk over het algemeen uit sterk lemig, uiterst fijn en zeer fijn zand.



De perioden met de laagste grondwaterstanden zijn relatief kort. De laagste grondwaterstanden komen gedurende 1 tot 2 maanden voor. De hoogste grondwaterstanden komen gedurende  $\pm$  7 maanden voor.”

#### 5.4 Trends in beschikbare peilbuisgegevens

Reeds in de jaren '50 van de vorige eeuw werd door Van Leeuwen (1956) gesproken over veranderingen in het Liesbos als gevolg van verdroging. Schrama et al. (2001) constateerden het optreden van verdrogingseffecten: afname van het areaal en de kwaliteit van vochtige en natte bostypen. Verdroging werd door Schrama et al. (2001) geweten aan de volgende oorzaken:

- peilverlagingen in de directe omgeving,
- toename van het aantal waterlopen in het bos,
- daling van de stijghoogten onder de slecht doorlatende lagen van Kedichem en Tegelen.

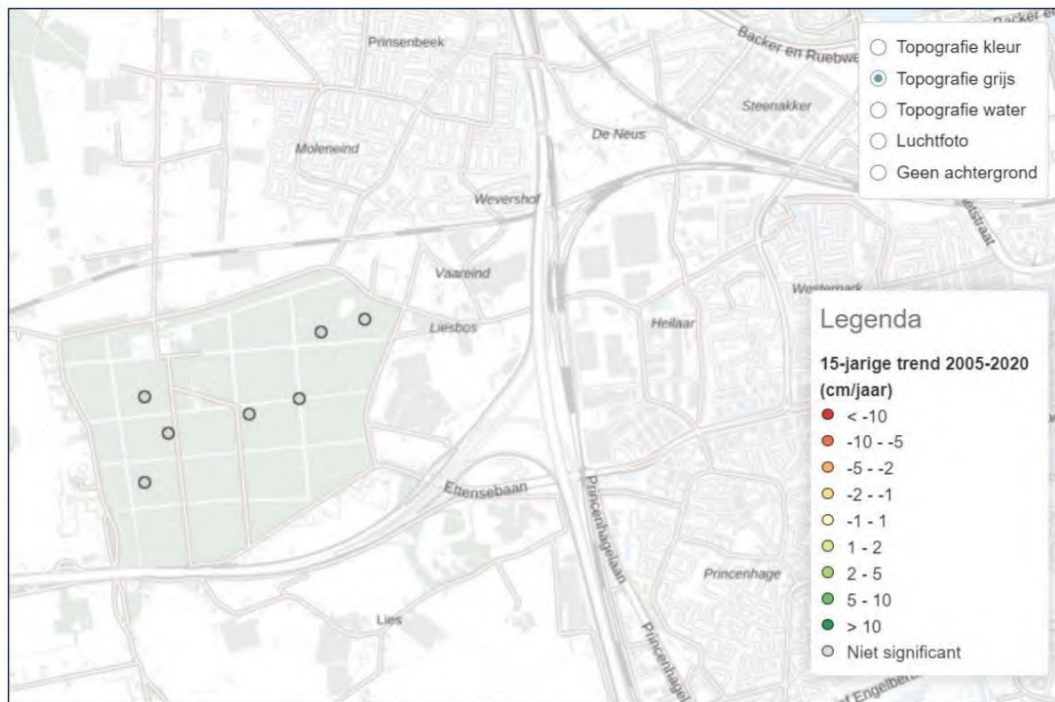
Op basis van de actueel beschikbare peilbuisgegevens in DINO-loket voor het Liesbos is nagegaan of hierin een verdrogingstrend zichtbaar is. De uitkomst hiervan is dat er geen sprake lijkt van een eenduidige trend. De meest recente meetgegevens lopen slechts door tot in 2017. Dit betekent dat de laatste (relatief zeer droge) jaren niet zijn meegenomen in deze trendbepaling. Ook is bij de trendbepaling geen rekening gehouden met de perioden van droogval in de peilbuisreeksen. Belangrijk is verder dat de meeste meetreeksen pas beginnen in 1989 of daarna (Bijlage 1), terwijl al in de jaren 1950 sprake lijkt te zijn van verdroging. Twee peilbuizen die wel gegevens vanaf de jaren '50 tot 1972 of 1973 hebben (B50A0357 ten westen van het Liesbos en B50A0359 in het oostelijke beekdalletje) vertonen wel een licht dalende trend, veroorzaakt door het dieper wegzakken van de grondwaterstand in meerdere zomers in de tweede helft van de meetperiode. Ook de meetreeks van peilbuis B50A0146, eveneens in het oostelijke beekdalletje, laat dieper wegzakken van de grondwaterstand zien in de jaren tussen 1990 en 2007, dan in de jaren '70 en '80. In deze peilbuis zien we na 2007 de effecten van vernattingsmaatregelen duidelijk terug.

Volgens de uitgevoerde trendanalyses op [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl) voor de periode 2005-2020 is geen sprake van een significante trend bij de peilbuizen waarvoor voldoende meetgegevens beschikbaar waren voor het uitvoeren van een trendanalyse. Zie Figuur 5.7. In bijgaand kader zijn de uitgangspunten voor deze trendbepaling beschreven. Deze periode beslaat echter niet de voorgaande decennia, waarin kennelijk al verdroging optrad.

##### Werkwijze trendbepaling peilbuisgegevens op [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl):

- Omdat de geschatte trend representatief moet zijn voor de betreffende 15-jarige of 25-jarige periode, wordt alleen een trend geschat indien de periode tussen de eerste en laatste meting minimaal 80% van de trendperiode beslaat;
- Alleen reeksen met meer dan 20 metingen in de trendperiode worden geanalyseerd;
- Waardes groter dan 5x de mediane absolute afwijking ten opzichte van de reeksmediaan worden beschouwd als uitschieters en worden niet meegenomen in de analyse;
- De meetreeks wordt geresampled naar maandelijkse waarden op basis van de mediaan. Vervolgens wordt de voorwaarde gesteld dat de reeks maximaal 30% missende waarden mag hebben;
- Indien niet aan genoemde voorwaarde wordt voldaan, dan wordt de reeks opnieuw geresampled, maar dan naar kwartaalbasis. Indien de reeks dan nog steeds niet voldoet aan genoemde voorwaarde, wordt geen trend geschat;
- De geresamplede reeks wordt vervolgens getoetst op seizoensaliteit. Op basis daarvan en de reeksfrequentie (in verband met autocorrelatie) wordt de betreffende trendtest gekozen en uitgevoerd;
- Als een significante trend wordt gedetecteerd, dan wordt de trendhelling berekend;
- Tenslotte wordt het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de trendhelling berekend conform Helsel et al. (2020), paragraaf 10.1.4.





Figuur 5.7 Resultaten trendanalyse periode 2005-2020 (bron: [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl))

Schrama et al. (2001) vermelden dat sinds 1989 in (extreem) droge perioden de stijghoogten onder de slecht doorlatende lagen van Kedichem en Tegelen dieper wegzakken dan daarvoor. “De laagste grondwaterstanden daarentegen zijn nauwelijks (< 0,1 m) veranderd. Het verschil tussen de grondwaterstanden en de stijghoogten in deze perioden is met 0,7 m toegenomen tot + 2,5 m.”

De grondwaterstandmetingen in een landbouwbuis 500 m ten westen van het Liesbos geven sinds 1969-1970 een daling van de hoogste grondwaterstanden aan van circa 0,5 m (peilbuis 50AL0003). In een landbouwbuis op 800 m ten noordoosten van het Liesbos lijken na 1975 de hoogste grondwaterstanden zo'n 0,2 tot 0,3 m lager te zijn dan daarvoor (peilbuis 44CL0020). Daarom concluderen Schrama et al. (2001) dat de drainagebasis in de omgeving van het Liesbos in de afgelopen decennia is verlaagd. Deze veranderingen hebben niet tot een duidelijke grondwaterstandverandering midden in het Liesbos geleid. De hoogste en laagste grondwaterstanden nabij het beekje in vak 16 zijn sinds 1953 niet veranderd.

## 5.5 Oppervlaktewatersysteem

In het Liesbos ontspringen van nature een tweetal beekjes welke deels nog hun natuurlijke loop hebben, ondank de later aangelegde structuur van lanen en rabatten (Leenders, 2004). Zie Figuur 5.8. De afwatering van beide beken is van zuidwest naar noordoost gericht. De diepte van de beide beeklopen is nu circa 1,2 - 1,6 m ten opzichte van maaiveld (Leenders, 2004) en lokaal kan dit ook nog wat dieper zijn. Uit analyse van oudere kaarten van het gebied kan worden afgeleid dat de beken in de loop der tijd stroomopwaarts zijn verlengd en dat een stelsel van sloten, greppels en rabatten is aangelegd (De Jong, 2023). In de jaren 1892-1910 werd het slotennet in het Liesbos uitgebreid en werd vooral aandacht besteed aan een hoofdafwateringssloot die het water uit het Liesbos in noordoostelijke richting afvoert naar de Mark (Waenink 1963).

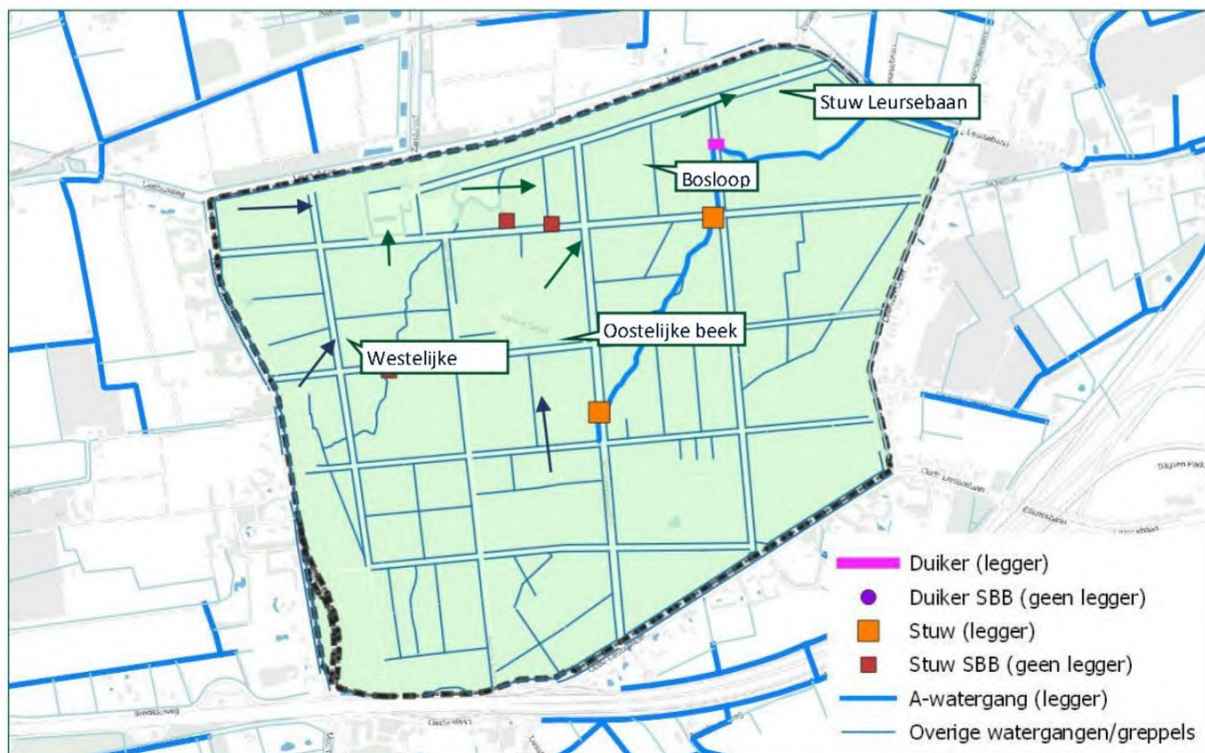
De westelijke beek stroomt richting de Engelse tuin en watert daarvandaan via een gegraven watergang af richting het oosten, waar deze samenkomt met de oostelijke beek (Figuur 4.2). De waterpartij van de Engelse tuin heeft een stuw, die overloopt naar de west-oost lopende watergang. De oostelijke beek is nog wel volledig aanwezig. Bij de kruising van de Torendreef en de Morteldreef komt de waterafvoer van de westelijke en oostelijke beek samen in de Bosloop.



De Bosloop verzamelt de waterafvoer van het gehele Liesbos en komt aan de noordoostzijde van het bosgebied uit bij de Koevoort. Bij de hier gelegen stuw verlaat het overtollige water het Liesbos en wordt dit via de hier gelegen A-watergang in noordoostelijke richting naar Prinsenbeek afgevoerd (via duiker onder Leursebaan). De stuw bij de Koevoort/Leursebaan bepaalt het afvoerniveau van de Bosloop. In de praktijk vindt er door het waterschap geen peilbeheer plaats via deze stuw (mondelijke mededeling [REDACTED] WBD). De gebiedsbeheerder van SBB heeft aangegeven wel enig peilbeheer te voeren via deze stuw. In natte omstandigheden verlaagt hij de stuw soms om te natte omstandigheden in het lage deel van het bos tegen te gaan. Dit is verder niet gedocumenteerd.

Naast deze eindstuw liggen in de oostelijke beek ook nog twee andere stuwen. Deze zijn aangelegd in het kader van de vernattingsmaatregelen die in 2004 zijn uitgevoerd. Deze stuwen zijn ook opgenomen in de legger van het waterschap. De gebiedsbeheerder van SBB heeft aangegeven in natte omstandigheden soms het afvoerniveau van de stuw bij de Schoneboomsdreef (legger-stuw) en de Torendreef (stuw SBB) tijdelijk te verlagen. Ook in de westelijke beek is nog een stuw aanwezig, die is aangelegd als onderdeel van de vernattingsmaatregelen uit 2004.

Oppervlaktewaterafvoer vindt alleen plaats via de eerdergenoemde stuw bij de Koevoort/Leursebaan. Volgens Gerner & Otte (2004) is alleen bij een deel van bosvak 15 sprake van een eigen afvoer naar de watergang aan de oostgrens van het Liesbos. Deze watergang in oostelijke richting heeft een diepte van 1 tot 1,5 m ten opzichte van het maaiveld. In droge perioden kan het waterpeil in het gebied zakken, zodat er geen waterafvoer meer plaatsvindt over de stuw aan de Leursebaan. Bij verder zakken van het waterpeil vallen de sloten en beken op veel plaatsen droog, behalve in de lage delen van het gebied.



Figuur 5.8 Overzicht oppervlaktewatersysteem Liesbos

Naast de benoemde beekjes en de Bosloop liggen langs bijna alle wegen/paden in het gebied rechte watergangen/greppels die zorgen voor ont- en afwatering van de aanliggende percelen. Deze watergangen/greppels zijn niet altijd watervoerend. In droge perioden kunnen deze ook langere of kortere tijd droog staan. De diepte hiervan varieert gemiddeld tussen de 0,6 en 0,8m, echter enkele

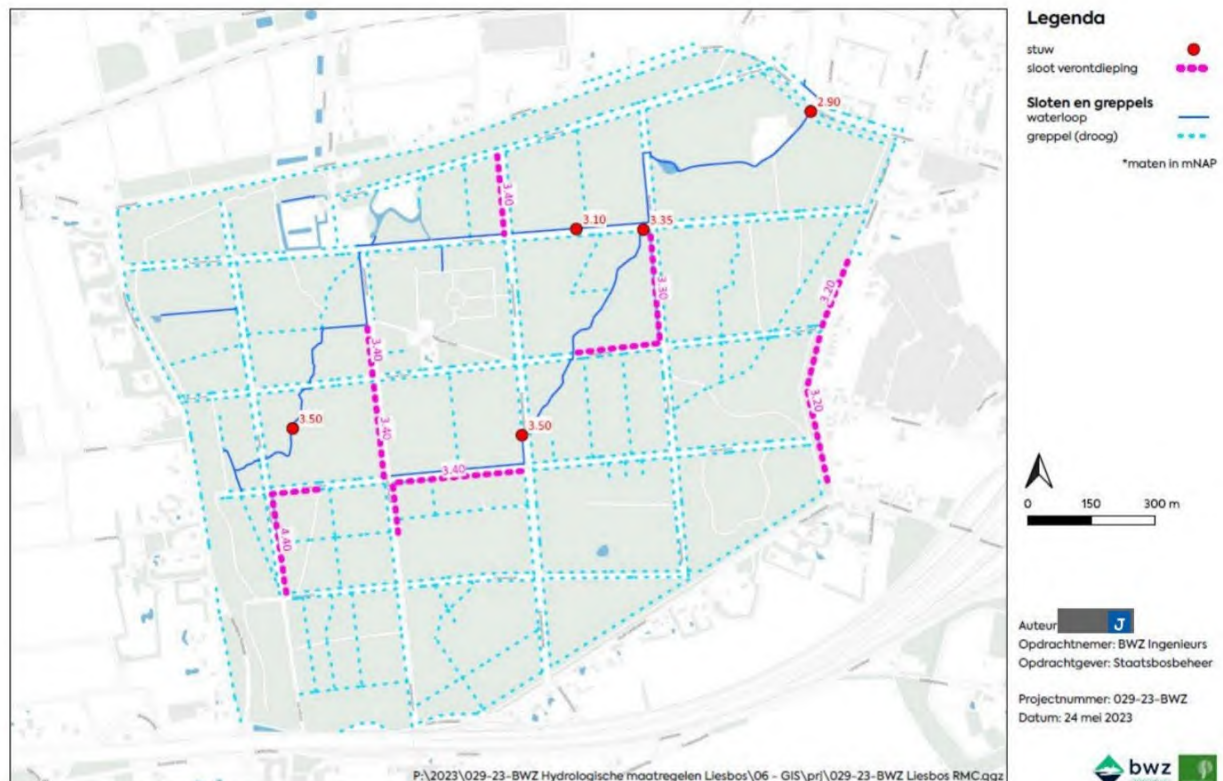




gelegen tunnelbak onder de A58 door (nabij de weg 'Jachthuisdreef') is een bronbemaling aanwezig, maar deze heeft een eigen afvoer naar het rioolstelsel van de gemeente.

## 5.6 Vernattingsmaatregelen

In vervolg op het rapport *Onderzoek naar vernatting van het Liesbos ten bate van de natuurwaarden* (Gerner & Otte, 2004) en de hierin voorgestelde maatregelen voor vernatting zijn ook daadwerkelijk verschillende inrichtingsmaatregelen uitgevoerd, waaronder aanleg van stuwen, en verondieping van watergangen. In Figuur 5.10 is een overzicht gegeven van de voorgestelde inrichtingsmaatregelen van het plan uit 2004. Het is bekend dat de uitvoering in de praktijk anders is geweest. Dit is echter niet goed gedocumenteerd.



Figuur 5.10 Maatregelvoorstel van Arcadis (2004) voor het Liesbos.

In 2010/2011 hebben de uitgevoerde maatregelen geleid tot zeer natte omstandigheden in het noordelijk deel van het bosgebied. De aangelegde stuwputten (spoelbakken) bleken verstopt geraakt, waardoor in dit deel van het gebied inundatie optrad. Hierna heeft SBB nieuwe duikers langs de constructies aangelegd. De aanleghoogte van de duikers is daarbij 'op gevoel' bepaald, de hoogte van de duikers is toen niet ingemeten. Ook zijn de sloten toen geschoond door SBB. Het bodemniveau is daarbij niet gewijzigd t.o.v. de herinrichting (Mededeling

## 5.7 Grond- en oppervlaktewaterkwaliteit

Gegevens van de oppervlaktewaterkwaliteit in de Bosloop en Bosplas tonen sterke fluctuaties in de waterkwaliteit. Schrama et al. (2001) geven aan dat dit wellicht duidt op perioden met een grote invloed van regenwater en afstroming daarvan vanuit de omringende bosvakken versus perioden met dominantie van grondwater.

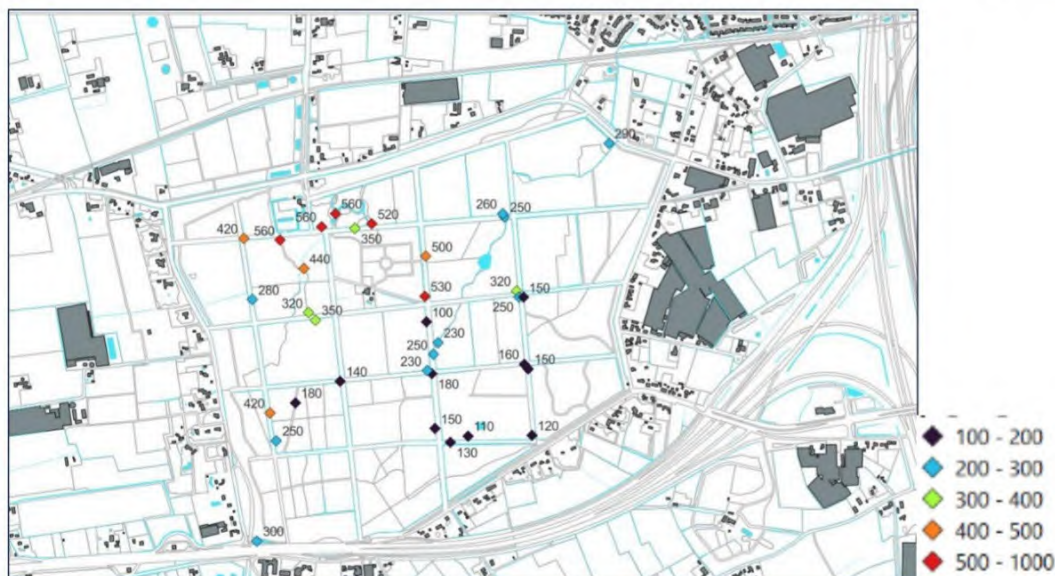
Bij het gezamenlijke veldbezoek dat voor deze LESA heeft plaatsgevonden op 3 mei 2023 heeft een medewerker van SBB J metingen uitgevoerd van de pH en de EGV van het oppervlaktewater. De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 5.11 en Figuur 5.12. In het



zuidelijk deel is een duidelijk lagere pH gemeten dan in het noordelijk deel. Ditzelfde geldt voor de EGV.



Figuur 5.11 Overzicht resultaten pH-metingen veldbezoek d.d. 03-05-2023 ((metingen uitgevoerd door  SBB)



Figuur 5.12 Overzicht resultaten EGV-metingen veldbezoek d.d. 03-05-2023 (metingen uitgevoerd door  SBB)

Op 31 mei 2023 is een meetronde uitgevoerd waarbij peilbuizen en oppervlaktewateren zijn bemonsterd. Er is een aantal peilbuizen uit het oude netwerk teruggevonden en van nieuwe sloten voorzien. Dit betreft vrijwel uitsluitend peilbuizen die nog tot 2017 zijn gevolgd (zie figuur 5.5 in paragraaf 5.3). De voorlopige resultaten staan in Tabel 5.1. Op 28 augustus 2023 is deze ronde herhaald. Veel buizen en oppervlaktewateren stonden toen echter droog (zie bijlage IV).



Tabel 5.1 Samenstelling van grond- en oppervlaktewater in het Liesbos op 31 mei 2023. Op 4 locaties (A-D) is oppervlaktewater bemonsterd en er zijn 10 peilbuizen bemonsterd. Gegevens in micromol per liter, voor EGV in microsiemens per centimeter en zuurgraad als pH. Ligging peilbuizen zie Figuur 5.5.

Code	Omschrijving	Diepte	pH	EGV	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	PO <sub>4</sub>	P	K	Fe	S	Mg	Ca	Na	Cl	Al	Zn
		onderkant buis (cm)	Zuurgraad	Gelendend vermogen	Bicarbonaat	Nitraat	Ammonium	Orthofosfaat	Fosfor	Kalium	Ijzer	Zwavel (sulfaat)	Magnesium	Calcium	Natrium	Chloride	Aluminium	Zink
A	N-bermsloot noordelijke O-W laan thv buis 431		7,1	598	4734	4	57	1,2	3,9	89	47	111	473	2302	936	1362	0	0
B	oostelijke bosloop 107520/399491 geen stroming		6,8	309	2166	1	90	0,4	1,6	49	71	89	210	1197	517	590	11	0
C	westelijke beekloop thv buis 460		7,2	507	4273	1	82	0,8	2,9	73	73	117	383	2094	728	968	0	0
D	watergang thv poel NO 107679/399921		7	355	2502	4	58	0,7	3,2	62	82	129	295	1322	619	802	7	0
429	ZO van oostelijke loop, bij kruispunt	170	5,8	309	336	495	4	0,4	0,7	6	8	493	303	794	864	848	66	8
429B	ZO van oostelijke loop, bij kruispunt	240	6,8	622	4908	52	2	0,6	2,2	6	3	530	442	2820	531	625	8	1
431	Langs noordelijke laan, tussen 2 lopen	170	5,2	153	141	5	7	1,5	5,9	14	46	301	70	191	676	464	121	16
460A	Vogelkers-Essenbos	180	5,4	1056	183	3	2	0,8	3,0	14	9	1515	643	1973	4524	7057	70	59
460B	Vogelkers-Essenbos	274	6,2	487	1612	7	2	0,4	0,8	9	2	878	472	1567	932	1279	2	0
500	Stroomopwaarts v westelijke loop	125	5,7	122	699	1	16	1,2	13,8	21	619	46	74	314	228	161	116	3
501	oost van westelijke loop	189	4,3	105	25	10	2	0,6	1,4	11	28	82	28	23	424	433	152	2
502	Bovenkant oostelijke loop	275	4,4	77	20	1	2	0,2	0,5	9	21	89	26	48	319	265	79	1
504	Noordoost	138	4,8	109	71	0	2	0,4	1,9	8	131	100	57	110	485	441	162	6
505	Uiterst noordoost	122	4,5	123	29	152	2	0,2	0,7	11	5	188	39	74	336	382	212	5

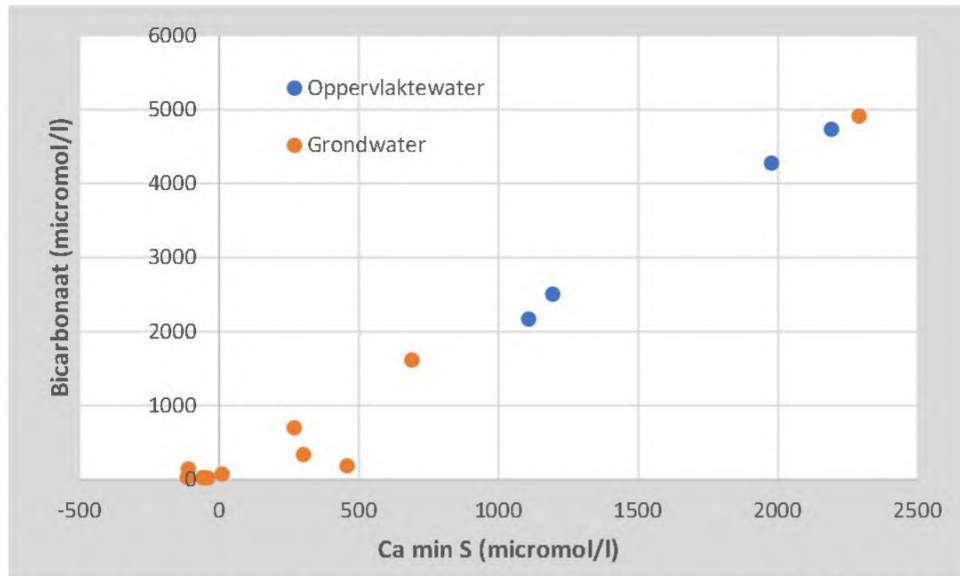
Het grondwater is over het algemeen nauwelijks tot zwak gebufferd. Alleen in de diepere filters van buis 429 en buis 460 is matig tot sterk gebufferd grondwater aangetroffen. Het filter van deze buizen bevindt zich meer dan 2 meter beneden maaiveld. In de ondiepere lagen (boven de leemlaag) is het grondwater slechts zwak gebufferd. Dit wijst er op dat het goed gebufferde grondwater het maaiveld nooit bereikt en eerder een neerwaartse beweging vertoont. Het grondwater is over het algemeen niet bijzonder ijzerrijk, met uitzondering van peilbuis 500. Dat is opvallend, want deze buis staat mogelijk in de aanvoerroute van grondwater richting het nog goed ontwikkelde Essen-vogelkers bos in het westelijke beekdal. Hier zijn in de bodem hogere ijzergehalten gevonden (paragraaf 6.2). Uitspoeling van grote hoeveelheden nitraat is alleen gemeten in peilbuis 429 (ondiep filter).

De geringe buffering van het oppervlakkige grondwater vormt een flink contrast met de goede buffering van het oppervlaktewater. Het is nog niet helemaal duidelijk waar deze goede buffering vandaan komt. Het is mogelijk dat in natte tijden toch dieper grondwater uit de diepere bodemlagen wordt geperst en vervolgens de afvoerende watergangen bereikt. Echter, het is ook mogelijk dat een deel van de buffering in het oppervlaktewater het gevolg is van reductieprocessen die plaatsvinden in de vaak met blad gevulde watergangen. Figuur 5.13 laat zien dat er voor beide watertypen een goede correlatie is tussen de hoeveelheid calcium en de bicarbonaat-buffering, wat suggereert dat oplossen van calciumcarbonaten het dominante proces is in het genereren van de buffering. Een deel van de buffering komt ook door reductieprocessen, wat ook leidt tot verhoogde concentraties ammonium en ijzer. Maar de concentraties ammonium en ijzer zijn niet hoog genoeg om daar alle buffering mee te verklaren. Het is hiermee waarschijnlijk dat een aanzienlijk deel van de gemeten buffering het gevolg is van uittreden van goed gebufferd grondwater.

De lage pH die gemeten is in de zuidelijke helft van het bos (Figuur 5.11), laat zien dat daar in ieder geval geen of weinig buffering in het oppervlaktewater zit. Uittreden van goed gebufferd grondwater lijkt hiermee beperkt tot de stroomafwaartse helft van de twee beekdalletjes in het gebied.

Op 28 augustus was alleen oppervlaktewater aanwezig in de diepe sloot aan de noordoostkant; de afvoersloot van het oostelijke beekdal. De buffering was hier nog steeds goed. Van de peilbuizen was er alleen nog water aanwezig in buis 460 (de diepe), 501, 504 en 505. Opvallend was dat in de eerste drie buizen de buffering in augustus beduidend hoger was. Vooral in buis 501 was dit verschil opvallend: 1256 micromol bicarbonaat per liter tegen 25 eind mei. Het lijkt er sterk op dat in de winterperiode het neerslagoverschot leidt tot het overheersen van inzijging van zuurder water uit de toplagen, terwijl in de zomer het meer gebufferde grondwater weer wat verder in het profiel reikt.



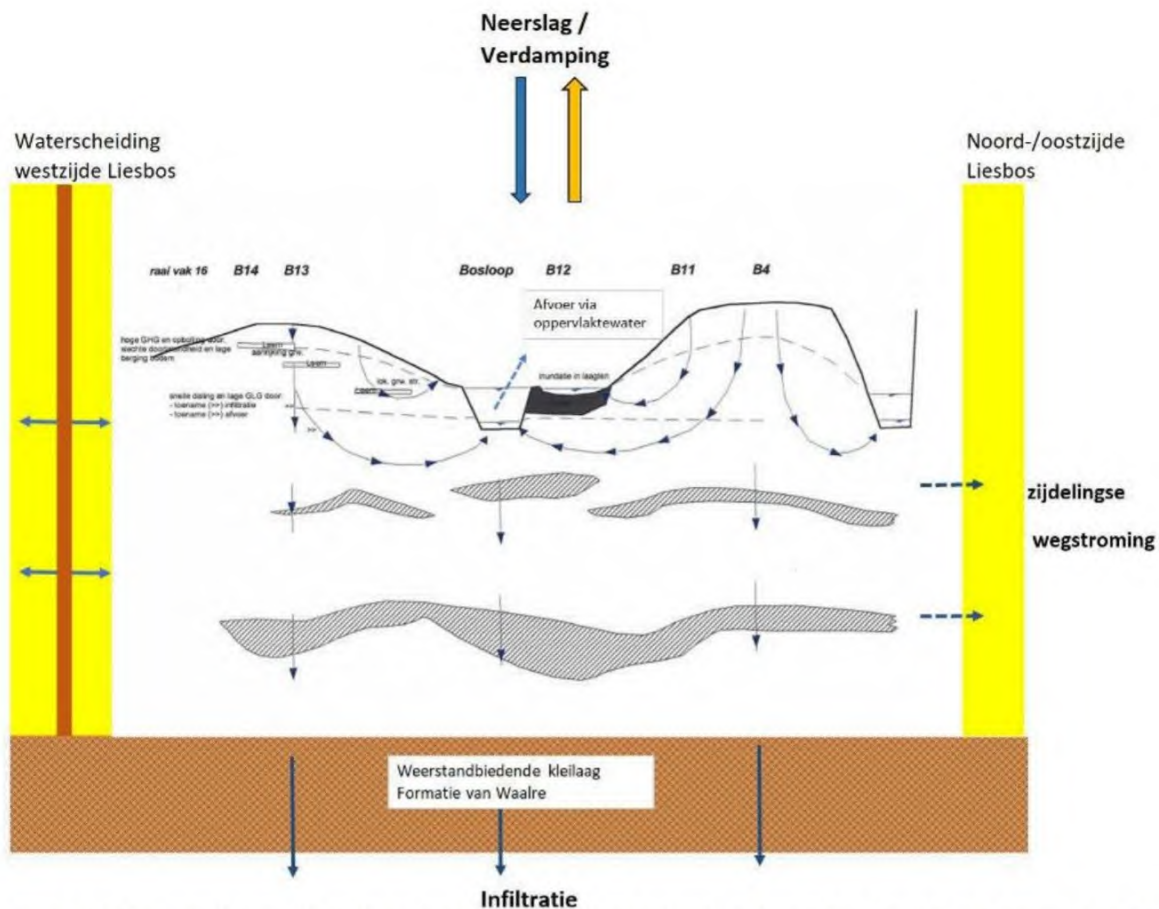


Figuur 5.13 Correlatie tussen de calciumconcentratie en de bicarbonaat buffering in de grond- en oppervlaktewatermonsters van 1 juni 2023. De calciumconcentratie is gecorrigeerd voor de hoeveelheid zwavel, omdat zwaveloxidatie in de bodem kan leiden tot mobilisatie van calcium van het kation-uitwisselingscomplex.

## 5.8 Waterbalans

Het hydrologisch functioneren van het Liesbos is op basis van voorgaande analyse schematisch samengevat in Figuur 5.14. De enige watertoevoer naar het gebied vindt plaats via de neerslag. Toestroming van grondwater vindt niet of nauwelijks plaats en er is ook geen sprake van toevoer van oppervlaktewater.

Waterverlies vanuit het gebied vindt plaats via verdamping, wegzijging van grondwater naar de ondergrond, en afvoer van water via het oppervlaktewatersysteem. Mogelijke is ook sprake van enige ondiepe wegstroming van grondwater naar het omliggende gebied in noordelijke/oostelijk richting.



Figuur 5.14 Schematisch overzicht hydrologisch functioneren Liesbos (mede gebaseerd op figuur 8 uit Schrama et al., 2001)

Hiervan uitgaande bestaat de waterbalans voor het Liesbos dus uit de volgende posten:

In	Uit
Neerslag	Verdamping
(?)overschot bemaling tunnelbak	Wegzijing naar diep grondwater
	Zijdelingse afstroming
	Oppervlaktewaterafvoer

Op basis van de beschikbare gebiedsinformatie en algemene kentallen is een waterbalansmodel opgesteld voor het gebied als geheel, waarbij is uitgegaan van de hiervoor benoemde in- en uitgaande waterstromen. Voor neerslag en verdamping is hierbij uitgegaan van de neerslag- en verdampingsgegevens van KNMI meteo-station Gilze Rijen over de periode 2008-2022. Als resultante van het waterbalansmodel zijn berekeningen uitgevoerd naar het grondwaterstandsverloop in het gebied. De uitkomsten hiervan zijn getoetst aan de gemeten grondwaterstandsgegevens van peilbuis B50A0502. Dit is een peilbuis die redelijk centraal in het Liesbos is gelegen.

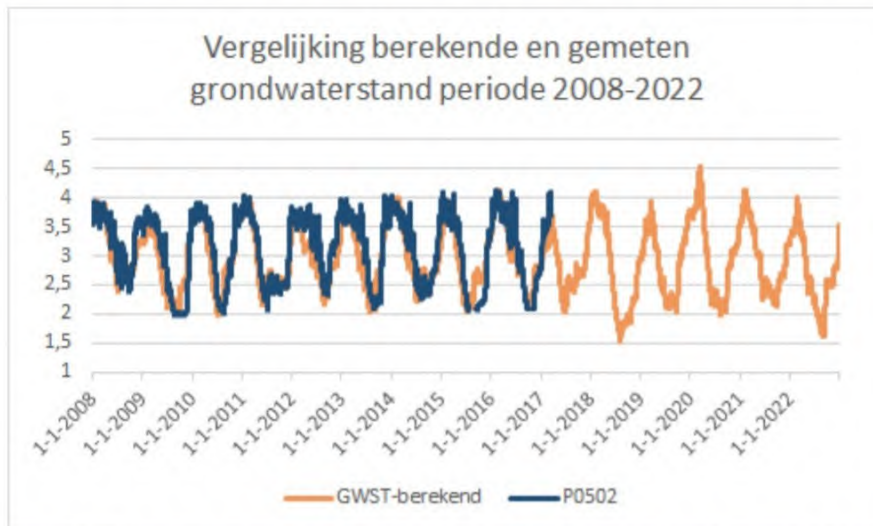
Overige uitgangspunten waterbalansmodel:

- Gewasfactor 1,3 t.o.v. Makkink-verdamping. Bij verlaagde grondwaterstanden beneden +2,6 mNAP is een reductiefactor gehanteerd.
- Bergingscoëfficiënt: 0,15
- Wegzijing gemiddeld 0,3 mm/dag (gebaseerd op kwelkaart NHI, zie Figuur 5.4)



- Zijwaartse afstroming gebaseerd op afstroming op verhang van 1 meter per 1300 meter over lengte van 1600 meter, over een dikte van 12,5 meter en uitgaande van een doorlatendheid van 7,5 m/dag.
- Afvoer via oppervlaktewater als waterpeil hoger is dan +3,4 mNAP.

In Figuur 5.15 is het berekende en gemeten grondwaterstandsverloop weergegeven. Dit maakt duidelijk dat het waterbalansmodel het verloop van de gemeten grondwaterstand redelijk goed volgt.



Figuur 5.15 Vergelijking berekende grondwaterstand met grondwaterbalansmodel en gemeten grondwaterstand bij peilbuis B50A0502

De gemiddelde jaarbalans op basis van de uitgevoerde berekeningen, is samengevat in Tabel 5.2. Dit maakt duidelijk dat neerslag en verdamping veruit de grootste waterstromen vormen voor het gebied, met neerslag als IN-post voor het gebied en verdamping als UIT-post.

Tabel 5.2 Berekende indicatieve waterbalans Liesbos

In	Hoeveelheid gemiddeld per jaar (mm)	Uit	Hoeveelheid gemiddeld per jaar (mm)
Neerslag	850	Verdamping	677
bemaling tunnelbak (*)	-	Wegzijing naar diep grondwater	81
		Zijdelingse afstroming	13
		Afvoer via oppervlaktewater	79
<b>TOTAAL IN</b>	<b>850</b>	<b>TOTAAL UIT</b>	<b>850</b>

(\*) Uit indicatieve berekeningen naar de mogelijke omvang van de bemaling van het verharde oppervlak van de tunnelbak aan de Moerdijkse Postbaan is naar voren gekomen dat de omvang van dit debiet naar verwachting maximaal circa 1 mm/jaar bedraagt. Hierbij geldt dat een groot deel van dit debiet in de huidige situatie al zal infiltreren naar de ondergrond en het Liesbos indirect zal voeden.



## 6 Bodem

### 6.1 Bodemopbouw

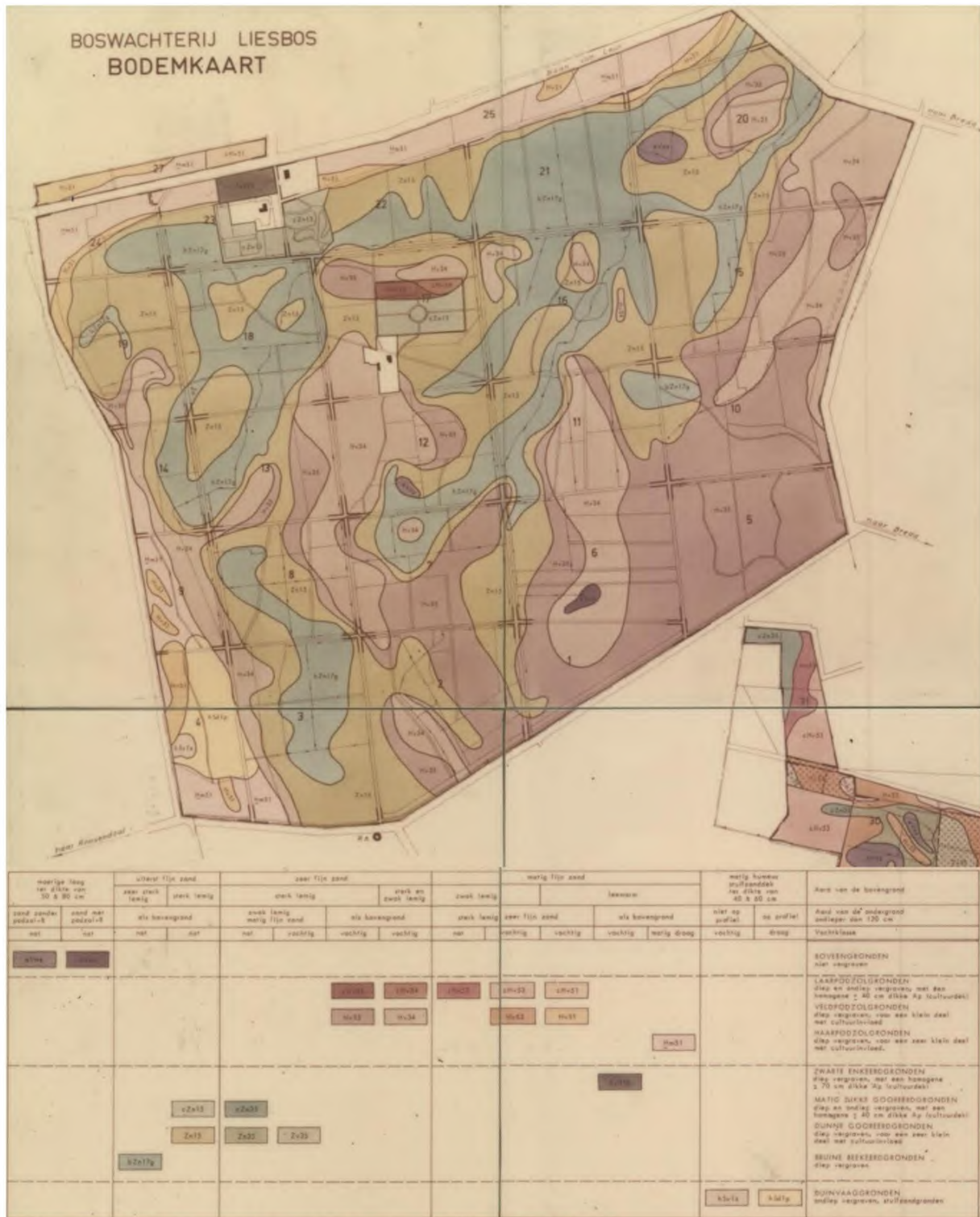
Op de hoge randen van het Liesbos liggen hoofdzakelijk veldpodzolgronden (Waenink, 1963 en Stiboka, 1983; Figuur 6.1). Deze bestaan voornamelijk uit sterk en zwak lemig zeer fijn zand. In de zuidwesthoek komen ook duinvaaggronden voor en aan de uiterste randen haarpodzolgronden. In de laagten liggen gooreerdgronden en beekerdgronden. In de noordoosthoek en op een tweetal andere plaatsen komen boveengronden voor (moerige lagen). De beekerdgronden bestaan uit zeer sterk lemig uiterst fijn zand en de gooreerdgronden uit sterk lemig uiterst fijn zand. Ten oosten en zuidoosten van het Liesbos liggen hoge zwarte enkeerdgronden. Verder liggen om het bos laarpodzolgronden (Waenink, 1963 en Stiboka, 1983).

Bij de bodemkartering die werd uitgevoerd voor het onderzoek van Voeten (2003) zijn bij bosvakken die op dat moment vitaal waren twee verschillende typen basisprofielen aangetroffen.

Type 1 betreft opgeworpen bodem op rabatten. Dit type is als volgt beschreven: “De licht zavelige ondergrond is uit de gecreëerde 'sloten' op de toen aanwezige (zwarte) toplaag geworpen. In dit profiel is helemaal onder in de vaak grijze en met roest gevlekte originele ondergrond te zien, met daarop het restant van de (zwarte) toplaag van voor de ophoogwerkzaamheden. Daarop bevindt zich een laag geel, licht zavelig materiaal uit de ondergrond, met daarbovenop de nu actieve toplaag met veel dood organisch materiaal en humus. Het opgeworpen gele basismateriaal in dit profiel neigt vaak naar bruin door inspoeling van humus uit de nieuwe toplaag. De wortels van de bomen zijn met name actief in de bovenste laag van dit profiel. In de geel tot bruine opgeworpen tussenlaag is de wortelactiviteit vaak veel minder. Ook in de oude toplaag, die zich meestal rond de 80-100 cm-mv bevindt, is wortelactiviteit van de bomen aanwezig. Daaronder worden zeer zelden tot nooit wortels aangetroffen. Invloeden van grondwater (GHG) zijn hier vaak in terug te vinden (roestvorming). Door het gewicht van het opgeworpen materiaal is de oude toplaag wel verdicht: dit leidde in sommige gevallen tot stagnatie van hemelwater waardoor er roestverschijnselen in de geel tot bruine tussenlaag aangetroffen worden.”

Type 2 betreft het originele bodemprofiel. Dit type is als volgt omschreven: “In een ongestoorde situatie is er een scherpe grens tussen de donkere bovenlaag, waarin zich de actieve wortels bevinden, en de gele, zwak lemige ondergrond, waarin de grondwaterspiegel stijgt en daalt (roestverschijnselen). In de ondergrond worden zeer zelden of nooit wortels aangetroffen. De dikte van de zwarte toplaag varieert van 40 tot 80 cm: met name in de buurt van watervoerende sloten en in de lageregelegen delen van de Liesbos is de donkere toplaag steeds dunner.”





Figuur 6.1. Bodemkaart van de boswachterij het Liesbos (Waenink, 1963).

## 6.2 Bodemchemie

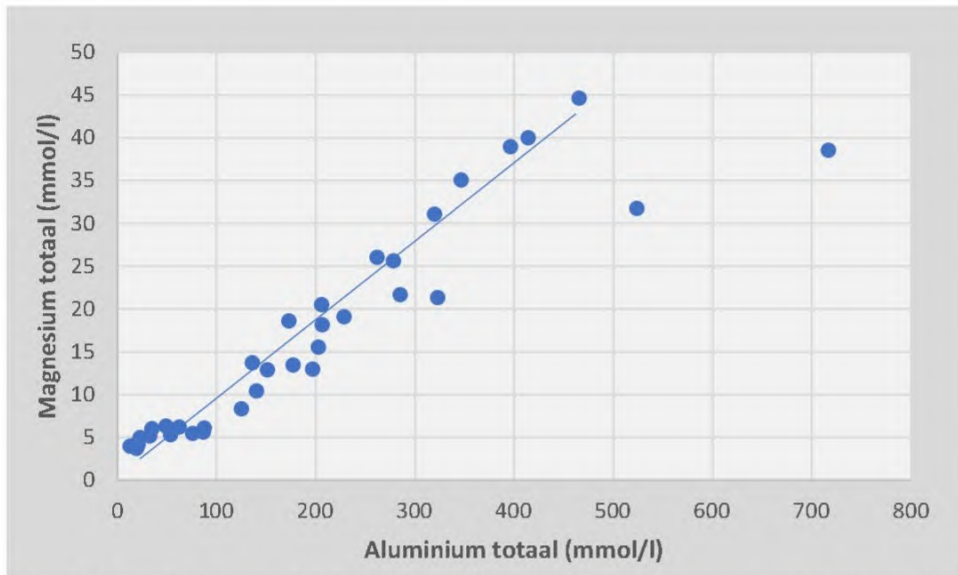
### 6.2.1 Processen in de bodem afgeleid uit correlaties

De bodemsamenstelling van het Liesbos is in augustus 2023 onderzocht door op 22 locaties bodemmonsters te verzamelen. Op sommige locaties is alleen een toplaag verzameld, op de meeste locaties zijn 2 diepten verzameld. Op deze locaties is ook een vegetatie-opname gemaakt, zodat een



duidelijke relatie kan worden gelegd tussen bodemsamenstelling en vegetatie. Voor een overzicht van de analysedata en van de vegetatie-opnamen, zie bijlage IV en V.

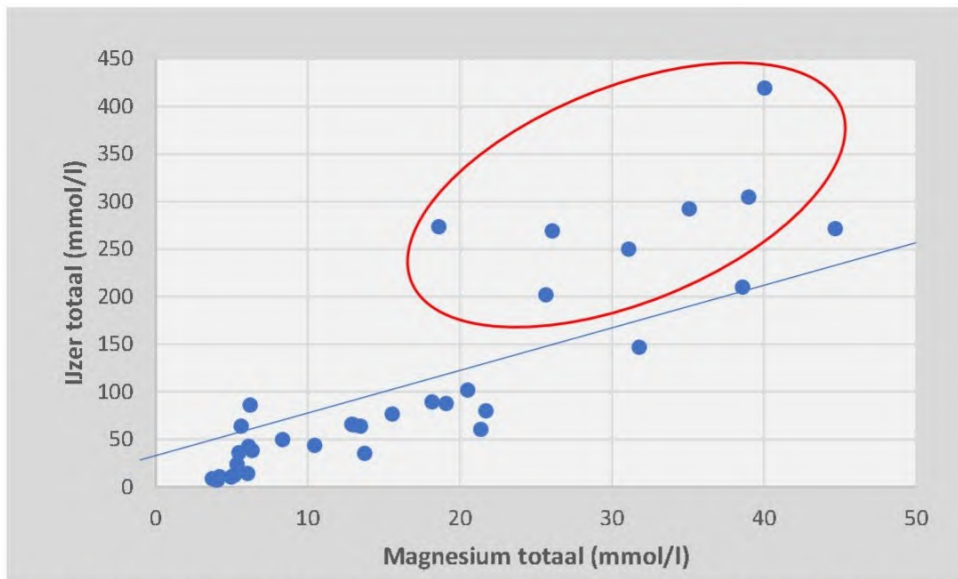
De factor die het meest bijdraagt aan variatie in de bodemsamenstelling is het leemgehalte van de bodem. Van de bodems zijn geen korrelgroottes gemeten, zodat het leemgehalte niet exact is bepaald. Wel zijn er elementen die vrijwel uitsluitend in de fijnere bodemfractie voorkomen en daarmee een goede indicatie geven voor het leemgehalte. Dit is doorgaans het geval voor de totale hoeveelheid verweerbaar aluminium. Ook magnesium, en in onbemeste situaties kalium, zijn elementen die vooral in deze fijne bodemfractie voorkomen.



Figuur 6.2 Correlatie tussen de totale hoeveelheid verweerbaar aluminium en magnesium in de bodems die op 15 augustus 2023 zijn verzameld in het Liesbos.

Voor de bodems van het Liesbos is een goede correlatie gevonden tussen aluminium en magnesium (Figuur 6.2). Echter, enkele punten wijken af door een hoog aluminiumgehalte. Dit zijn vooral de twee punten in het natste deel van de oostelijke beek. Waarschijnlijk is of was hier ook sprake van aanvoer van aluminium met het oppervlaktewater, wat vervolgens neerslaat op deze relatief goed gebufferde locaties. Magnesium lijkt in dit geval de meest stabiele indicator voor het leemgehalte.

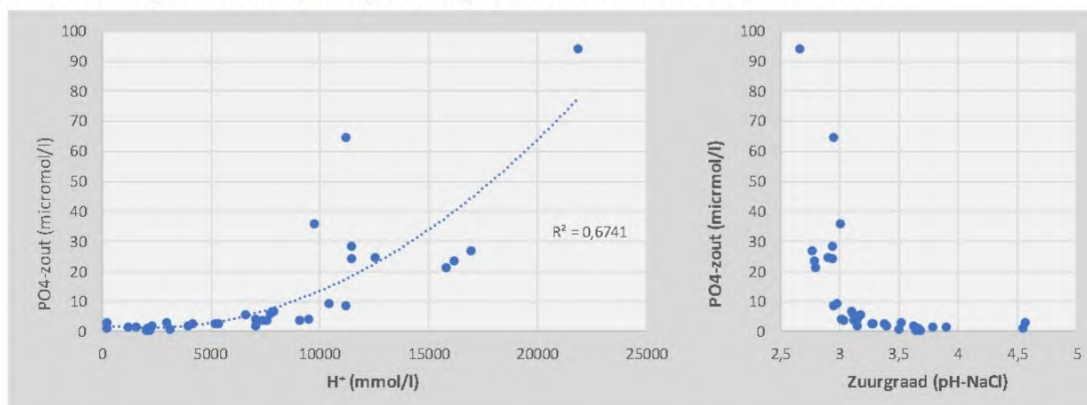
Ook het ijzergehalte is doorgaans sterk gecorreleerd aan het leemgehalte; de leem bevat ook ijzer. Wanneer we een correlatie maken tussen magnesium (als maat voor leem) en totaal ijzer, komt een opmerkelijk beeld naar voren (Figuur 6.3). Voor de meeste punten is er een goede correlatie tussen het leemgehalte, afgeleid uit magnesium, en het ijzergehalte. Echter, op 7 punten is duidelijk meer ijzer aangetroffen. Deze zijn alle afkomstig uit het nog goed ontwikkelde vochtige bos in het westelijke beekdal. Dit duidt er op dat hier in het verleden niet alleen leem is afgezet, maar vervolgens ook nog extra ijzer. Vermoedelijk doordat er ergens in het verleden sprake is geweest van aanvoer van ijzerrijk grondwater en vervolgens neerslag van ijzerhydroxiden.



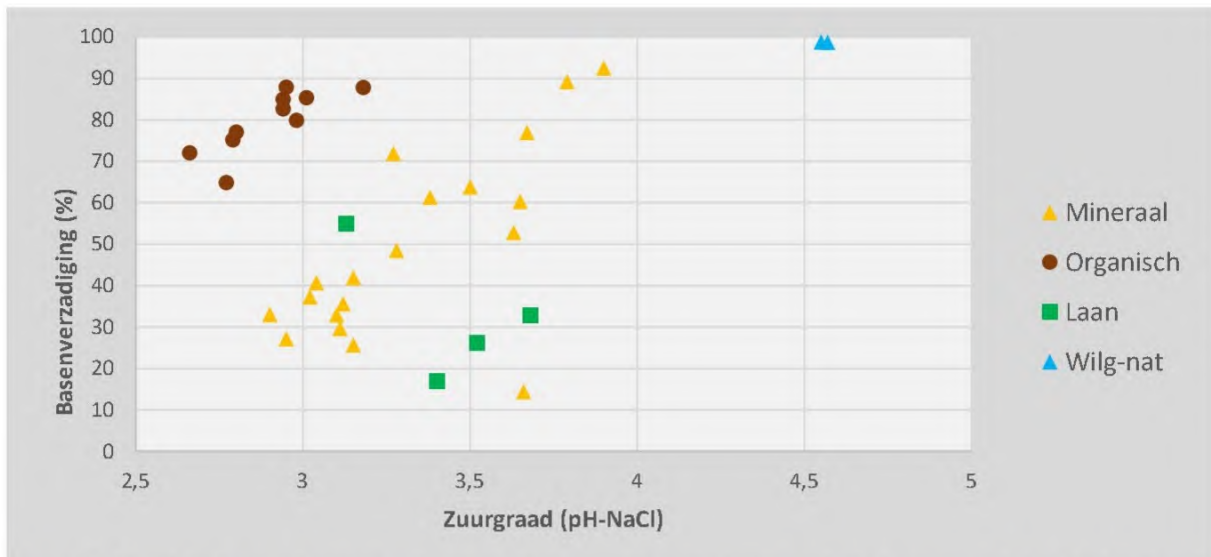
Figuur 6.3 Correlatie tussen de totale hoeveelheid verweerbaar magnesium en ijzer in de bodems die op 15 augustus 2023 zijn verzameld in het Liesbos.

In de min of meer minerale bodem (< 10% organisch stof) bepaalt de verhouding tussen ijzer en fosfor in belangrijke mate de beschikbaarheid van fosfaat. Op de meeste plekken is ongeveer 10-20x zo veel ijzer aanwezig als fosfor. Voor een goede fosforbinding is minstens 10x zo veel ijzer als fosfor nodig, dus er is voldoende ijzer aanwezig om fosfaat te binden. In de lemige, natte delen van het westelijk beekdalletje is de Fe:P ratio 30-50, dus hier is de fosfaatbinding nog aanzienlijk beter.

Uit een onderzoek naar de herstelmogelijkheden van verdroogde vochtige bossen kwam naar voren dat verdroging in deze bostypen leidt tot verzuring en dat deze verzuring vervolgens leidt tot fosfaatmobilisatie (Brouwer et al., 2022; Brouwer & Van Duinen, 2023). Ook in het Liesbos bleek een heel duidelijk verband aanwezig tussen verzuring en fosfaatmobilisatie (Figuur 6.4). Wanneer de zuurgraad onder pH 3,1 komt, vindt een sterke mobilisatie van fosfaat plaats. In het genoemde onderzoek lag deze drempel ongeveer bij  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  3,5. Dit verschil in drempelwaarde kan diverse oorzaken hebben. Het aandeel calcium-gebonden fosfaat is in het Liesbos laag, dit wordt doorgaans al bij wat hogere pH gemobiliseerd. Ook het hoge ijzergehalte kan mogelijk bijdragen aan een betere fosforbinding, waardoor pas bij zeer lage pH fosformobilisatie plaatsvindt.



Figuur 6.4 Correlatie tussen de zuurgraad en de beschikbaarheid van fosfaat in de bodems die op 15 augustus 2023 zijn verzameld in het Liesbos. Links zuurgraad uitgezet als protonenconcentratie, rechts als  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$ .



Figuur 6.5 Correlatie tussen de zuurgraad en de op basis van het zoutextract geschatte basenverzadiging. De locaties zijn verdeeld in 4 groepen: mineraal = boslocaties met max. 12,2% organisch materiaal. Organisch = boslocaties met min. 20,8% organisch materiaal. Laan = bermen van lanen. Wilg-nat = struwelen van grauwe wilg.

De belangrijkste botanische waarde van het Liesbos bestaat uit de ondergroei van allerlei voorjaarsplanten. Deze komen doorgaans voor op goed gebufferde bodem met een  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  van 4 of hoger en een basenverzadiging van >90%. Figuur 6.5 laat duidelijk zien dat deze voorwaarden in het Liesbos niet meer worden gehaald. De  $\text{pH}_{\text{NaCl}}$  is overal beneden de 4, behalve in twee natte wilgenstruwelen. De basenverzadiging is vooral nog hoog in de dikke strooisellagen, maar deze zijn door het strooisel en de lage pH ongeschikt voor voorjaarssoorten. De minerale bodem heeft alleen op de meest lemige plekken nog een basenverzadiging van rond de 90%. Opvallend is dat ook de lanen een zeer lage basenverzadiging kennen, wat samenhangt met het zeer lage gehalte organisch stof. Uitzondering is een locatie met een meer humeuze bodem, maar die heeft weer een zeer lage pH. Het is uit de pH en basenverzadiging niet duidelijk waarom veel bijzondere bossoorten nog vooral in de lanen voorkomen. Het lijkt er op dat het hogere leemgehalte in de lanen belangrijk is, ondanks dat dit niet (meer) leidt tot een hogere pH en basenverzadiging. Wel komt heel duidelijk naar voren dat het Liesbos vrijwel overal zover verzuurd is dat de bodem ongeschikt geworden is voor het merendeel van de hier ooit voorkomende voorjaarsplanten.

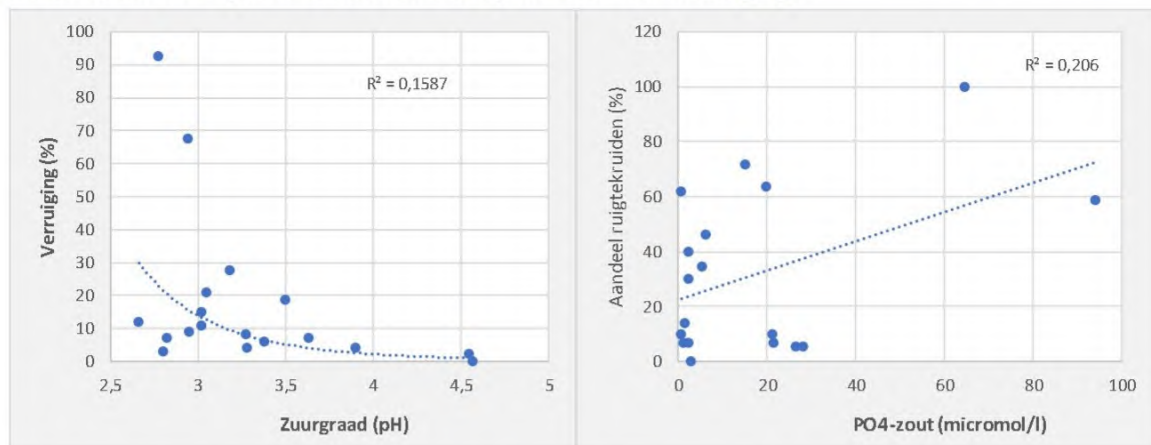
### 6.2.2 Verbanden tussen samenstelling bodem en vegetatie

Op alle locaties is tijdens het verzamelen van de bodems ook een vegetatie-opname gemaakt. Vanwege het late tijdstip zijn waarschijnlijk een aantal voorjaarsplanten onderschat of gemist, op de minst zure locaties. Vervolgens is gekeken welke verbanden er zijn met de bodemsamenstelling; hiervoor zijn de opnamen in de lanen uitgesloten. Deze verbanden zijn over het algemeen niet heel sterk, wat er op duidt dat er nog andere factoren zijn die de vegetatiesamenstelling in de ondergroei bepalen. Dit zijn bijvoorbeeld boomsoort, beschaduwing en vochttoestand. Opvallend is dat de sterkste (minst zwakke) verbanden goed aansluiten op de analyse in de vorige paragraaf, namelijk verzuring en hiermee gepaard gaande fosfaatmobilisatie tot soortenverlies en verrijking leiden.

In Figuur 6.6 is links het opgetelde bedekkingspercentage van alle ruigteplanten uitgezet tegen de zuurgraad. Er is een duidelijke trend van meer ruigtesoorten bij een lagere pH. Het is discutabel of adelaarsvaren een indicator van verrijking is en meegenomen moet worden in deze analyse. Maar ook zonder deze soort blijft een verband over tussen zuurgraad en verrijking (excel correlatiecoëfficiënt van -0,31 zonder en -0,40 met adelaarsvaren). Een andere manier om verrijking uit te drukken is als aandeel van ruigtekruiden in de ondergroei (Figuur 6.6, rechts). Dan is de sterkste (minst



zwakke) correlatie gevonden met de hoeveelheid zout-extraheerbaar fosfaat. Verzuring en fosfaatmobilisatie lijken dus van invloed op de mate van verruiging.

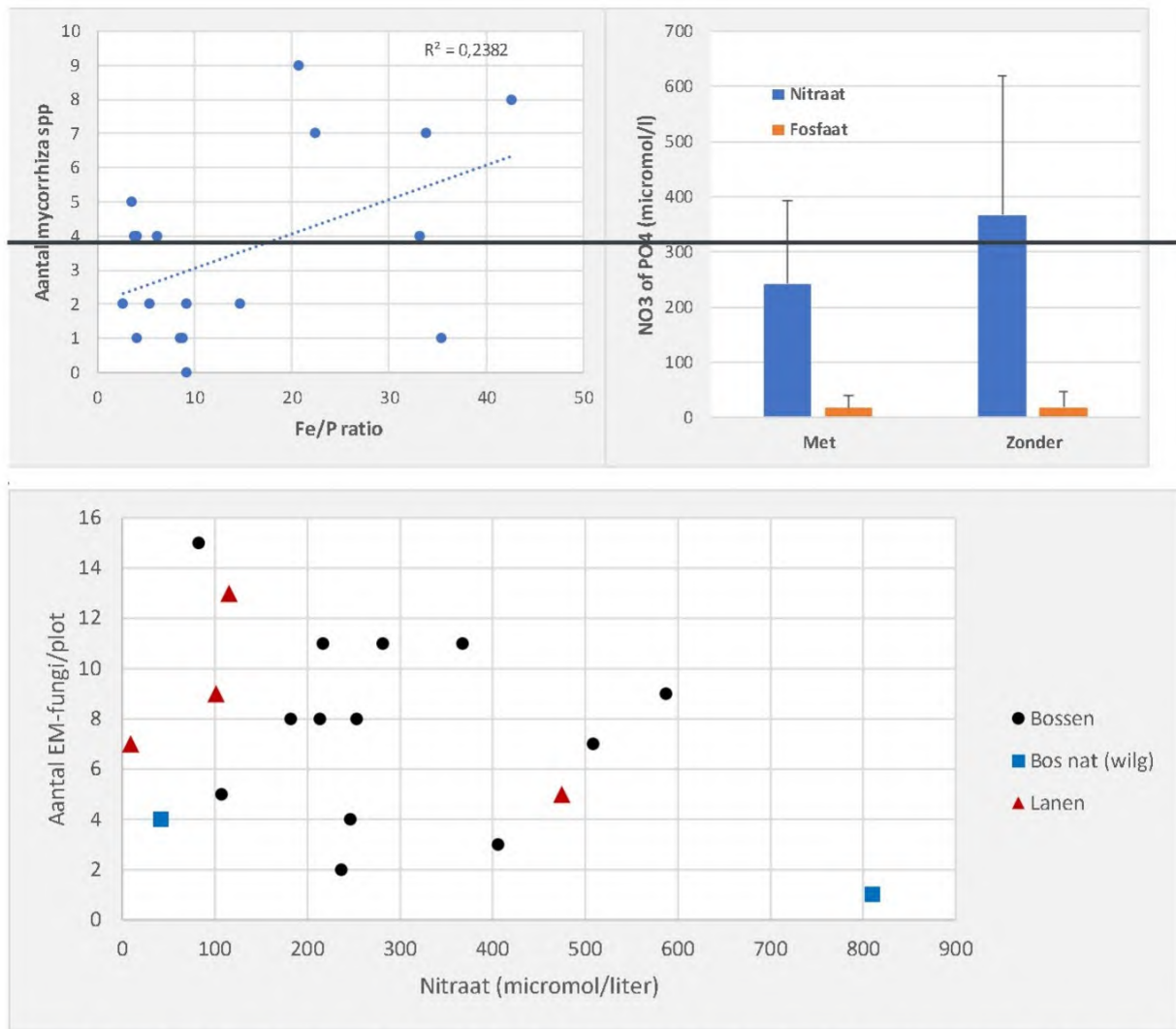


Figuur 6.6 Links: correlatie tussen zuurgraad en de opgetelde bedekking van bramen, brede stekelvaren, grote brandnetel, pitrus en adelaarsvaren. Rechts: correlatie tussen de zout-extraheerbare fosfaatfractie in de bodem en het aandeel van genoemde ruigtekruiden (exclusief adelaarsvaren) in de ondergroei.

Vooraf in schaduwrijke situaties is het aantal hogere planten in de ondergroei van bossen vaak zeer beperkt. Het loont dan om paddenstoelen te gebruiken als indicatoren. De meeste plots zijn 2x bekeken voor de paddenstoelen; twee plots die slechts 1x konden worden bezocht zijn niet in de berekeningen meegenomen. In dit geval is gekeken naar het aantal soorten paddenstoelen dat ectomycorrhiza vormt met bomen. Deze samenwerking wordt vooral aangegaan door de boom om aan voldoende stikstof te komen. Voor de bossen is er echter slechts een zwakke correlatie gevonden met de makkelijkst beschikbare vorm: nitraat (Figuur 6.7). Eigenlijk springt alleen de locatie er uit die laag in de zure bovenloop van het westelijke beekdal ligt. Hier zijn maar liefst 15 soorten gevonden. Wel opvallend is de lage stikstofconcentratie in een drietal lanen, vermoedelijk omdat daar weinig blad blijft liggen. Het aantal mycorrhiza-paddenstoelen is hier ook relatief hoog. Op 1 locatie is de gele stekelzwam (*Hydnum repandum*) gevonden, een stikstofgevoelige soort die grotendeels uit onze bossen verdwenen is. De twee natte wilgenbossen zijn apart weergegeven, door de natte bodem is de paddenstoelenrijkdom hier laag. Wel zijn ook hier meer mycorrhiza-paddenstoelen gevonden in het bos met lage nitraatconcentraties.

Relatief stikstofgevoelige soorten die zijn aangetroffen, zijn: roodbruine slanke amaniet (*Amanita fulva*), eekhoornbrood (*Boletus edulis*), kleine berkenboleet (*Leccinum schistophyllum*), kruidige melkzwam (*Lactarius camphoratus*), modderbekerzwam (*Peziza limnae*), nitreuze elzesatijnzwam (*Entoloma politum*), wilgezompzwam (*Alnicola salicis*), stekelspoorvezelkop (*Inocybe calopus*) en sterspoorvezelkop (*Inocybe margaritispora*). Dit zijn merendeels ook rode lijst soorten. Hierbij moet vermeld worden dat die gevoeligheid relatief is, de werkelijk stikstofgevoelige soorten zijn helaas vrijwel compleet uit de Nederlandse bossen verdwenen. De locaties met stikstofgevoelige soorten hebben gemiddeld een duidelijk lagere beschikbaarheid van nitraat. Vaak zijn het natte of vochtige locaties, dit bevordert de nitrificatie & denitrificatie van stikstof waardoor dit wordt afgevoerd als gasvorming stikstof.





Figuur 6.7 Correlatie tussen de hoeveelheid zout-extraheerbaar nitraat en het aantal soorten waargenomen ectomycorrhizapaddenstoelen in de plots.

### 6.2.3 Voorlopige conclusies water- en bodemchemie

Het Liesbos heeft in de bovenste meter op veel plekken een leembodem. Deze bevat momenteel nauwelijks buffering meer; de pH en basenverzadiging zijn vrijwel overal te laag voor plantensoorten van vochtige, gebufferde bossen met een voorjaarsflora. De verzuring leidt tevens tot mobilisatie van fosfaat dat aan ijzer en mogelijk ook calcium is gebonden. De combinatie van stikstofdepositie en fosfaatmobilisatie leidt tot toename van braam en stekelvaren en afname van mycorrhizapaddenstoelen.

Het grondwater is veelal zwak tot nauwelijks gebufferd en hiermee niet geschikt om de vereiste buffering (na hydrologisch herstel) weer te herstellen. Niettemin is het oppervlaktewater in de afvoergangen wel goed gebufferd en lijkt het er op dat deze sloten wel periodiek water ontvangen dat door contact met diepere leemlagen goed gebufferd is geraakt. Gezien de veel mindere buffering van ondiepere lagen is het echter waarschijnlijk dat het opstuwten of dempen van deze watergangen niet zal leiden tot de aanvoer van dieper, gebufferd grondwater naar de wortelzone.

## 7 Vegetatie

Leys (1961, Figuur 7.1) constateert op basis van zijn vegetatiekartering van het Liesbos dat we hier hebben te maken met “een vegetatiekundig zeer interessant boscomplex met veel variatie”. “Een ander zeer belangrijk aspect zijn de grote bodemkundige verschillen die zich vooral openbaren in de gradiënten van droge en natte, alsmede oligotrofe (arme) en eutrofe (rijke) bodemtypen. De verschillen, die in het vegetatiepatroon optreden, blijken zeer nauw gecorreleerd met de bodemkundige onderscheidingen.” De vennen in het Liesbos geven eveneens aan dat we in het bos te maken hebben met grote variatie: “De voedselrijkdom van deze vennen is per ven uitermate verschillend en wisselt van arm tot zeer rijk.” Er zijn vennen met een vegetatie van een rietmoeras tot een broekbos, terwijl andere vennen een dominante vegetatie van Pijpenstro hebben.

Schrama et al. (2001) geven de volgende omschrijving van de vroegere vegetatie van het Liesbos, gebaseerd op de beschrijving door Van Leeuwen (1956) en de kartering van Leys (1961). Van Leeuwen (1956) beschreef drie bostypen, die ook nu nog als zodanig zijn te herkennen:

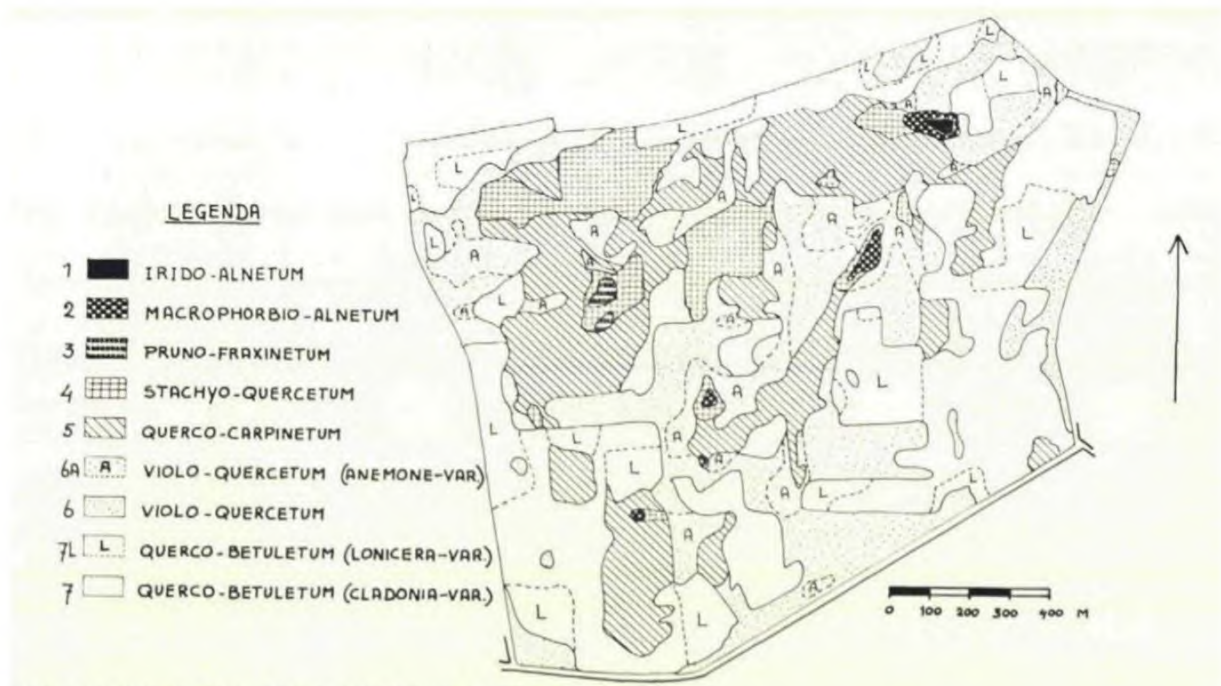
- Arm eiken-berkenbos (Querceto-Betuletum), op de relatief hooggelegen gronden (type 7 in kaartje Leys 1961)
- Het Violeto-Quercetum dat verwant is aan het eiken-beukenbos (Fago-Quercetum) (type 6 in kaartje Leys 1961), of Bosanemoonrijke vormen van het eikenhaagbeukenbos (type 5 in kaartje Leys 1961); dit bostype nam destijds het grootste oppervlak in van het Liesbos.
- Rijk andoorn-eikenbos (Stachyeto-Quercetum), verwant aan het huidig onderscheiden Vogelkers- en Kamperfoelie rijke eiken-haag-beukenbos (StellarioCarpinetum) (type 4 in kaartje Leys), voornamelijk op laag gelegen sterk lemige plaatsen in het bos.

Schrama et al. (2001): “De overheersende bostypen van het Liesbos wijzen van oudsher op een nat/vochtig tot droog milieu met een naar verhouding goede basenvoorziening op de drogere standplaatsen tot een zeer goede basenvoorziening op de nattere standplaatsen. Gemeenschappen van echt natte standplaatsen zijn van oudsher in beperkte mate vertegenwoordigd (type 1 en 2 in kaartje van Leys, 1961).” Op basis van vergelijking met de vegetatiekartering in 1996 (Everts, 1997) wordt geconcludeerd dat vochtig-droge tot droge bostypen overheersen. “De hoofdverspreiding van het Eiken-haagbeukenbos ligt in het centrale en westelijke deel van het bos. Ze is hier gebonden aan de laagste delen van het bos waar de ondiep liggende leemlaag nabij het maaiveld ligt. Het Eiken-beukenbos komt eveneens voornamelijk in het centrale deel van het bos voor, veelal het vochtiger Eiken-haagbeukenbos flankerend. Echt beekbegeleidend bostype is thans nog het Elzenbroek met o.a. Moeraszegge. We zien dat dit bostype voornamelijk nog de basenminnende en deels kwelindicerende soorten herbergt als Moeraszegge, Stijve zegge, Elzenzegge, Bittere veldkers en Waterviolier. Een deel van de soorten wijst op toestroom van grondwater uit het freatisch of eerste watervoerend pakket.”

Waenink (1963) schrijft dat het huidige afwateringssysteem over het algemeen vrij redelijk voldoet. Groeistoornissen als gevolg van te hoge grondwaterstanden werden niet geconstateerd. “De vochtvoorziening tijdens de vegetatieperiode van het bos is bij de laag gelegen gronden in deze boswachterij steeds voldoende, omdat het grondwater zelden buiten het bereik van de boomwortels zal wegzakken. Op de hoger gelegen gronden kan het grondwater in de zomer soms ver beneden de hoofdbewortelingszone dalen. Voor de vochtvoorziening is het bos dan aangewezen op het regenwater dat als hangwater in de bovengrond aanwezig is. Gewoonlijk is dit onvoldoende zodat de groei gering zal zijn als gevolg van een tekort aan water.”

Op de rabatten staan nu nog de oude beuken en eiken. Tussen de rabatten ligt het maaiveld lager (rabatsloten). Doordat de omstandigheden hier anders zijn, staan hier ook andere boomsoorten.

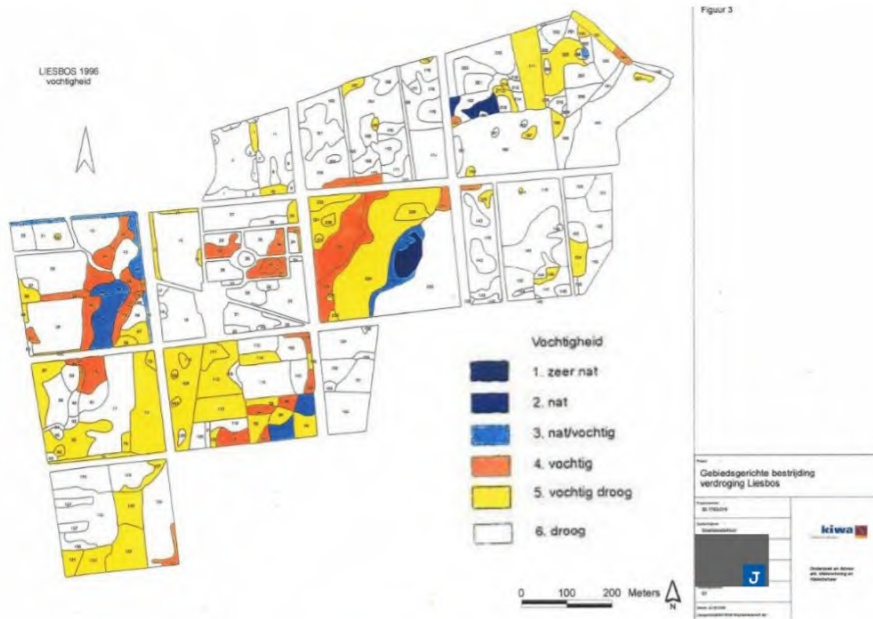




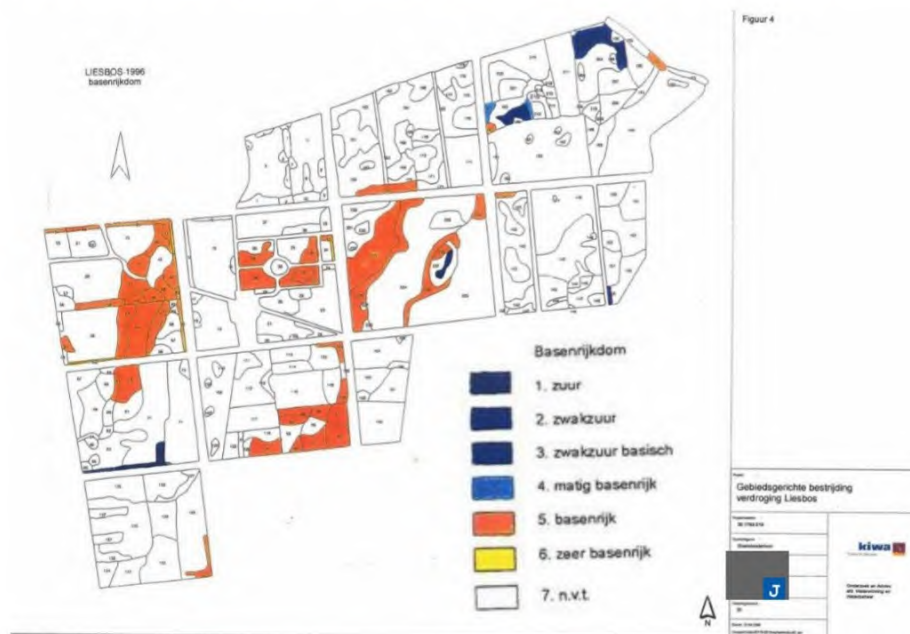
Figuur 7.1. Vegetatiekaart van het Liesbos van Leys (1961).

Schrama et al. (2001) vervaardigden een aantal kaarten op basis van de indicatiewaarde van de vegetatietypen en een verschilkaart ten opzichte van de kartering van Leys (1961). “De vegetatie geeft aan dat het Liesbos tegenwoordig (=1996) in belangrijke delen een droog karakter heeft. Slechts plaatselijk zien we dat het nat is, met name in een tweetal kommen langs de beek in het noordoostelijk deel van het bos. Vochtig-natte tot vochtig-droge omstandigheden zijn weliswaar algemeen maar toch relatief beperkt. Deze omstandigheden doen zich vooral voor langs de flanken van de beekjes die door het bos lopen in het centrale en het westelijk deel van het bos.” (Figuur 7.2) “De vochtig tot natte bossen hebben een relatief hoge basenverzadiging (Figuur 7.3) die waarschijnlijk op een iets lager niveau ligt dan in het Ulvenhoutse bos. In het noordoostelijk deel van het Liesbos zien we plaatselijk basenarme tot zure standplaatsen.”

Figuur 7.4 toont de verschilkaart voor de vochtindicatie, of opgetreden verdroging op basis van een kaartvergelijking tussen de vegetatiekaart uit 1961 (Leys, 1961) en de kaart uit 1996 (Everts, 1997), waarbij alleen is gekeken binnen de reeks nat tot vochtig (1-4). Op beperkte schaal is vernatting vastgesteld, maar mogelijk is dit een artefact doordat de twee karteringen met verschillende methoden tot stand zijn gekomen.

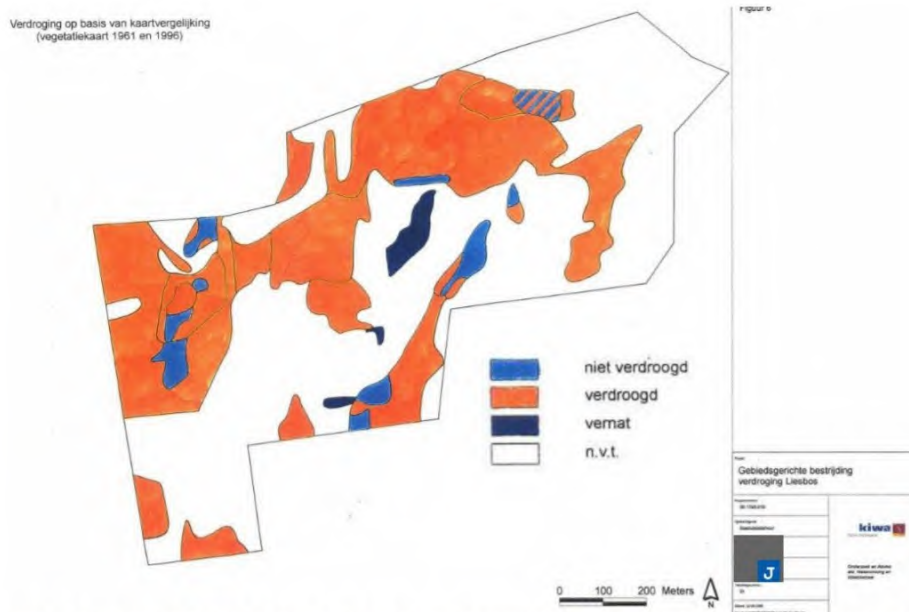


Figuur 7.2. Vochtindicatie van de vegetatie, situatie 1996 (Uit: Schrama et al., 2001).



Figuur 7.3. Indicatie van de basenrijkdom van de vegetatie, situatie 1996 (Schrama et al. 2001). Basenrijkdom is alleen vastgesteld binnen de (zeer) natte tot vochtige situaties (1-4 in Figuur 7.2). (Uit: Schrama et al., 2001)





Figuur 7.4. Verschilkaart op basis van de indicatiewaarde voor vochtigheid van de karteringen van Leys (1961) en Everts (1997) voor de natte tot vochtige situaties in het Liesbos (Uit: Schrama et al., 2001).

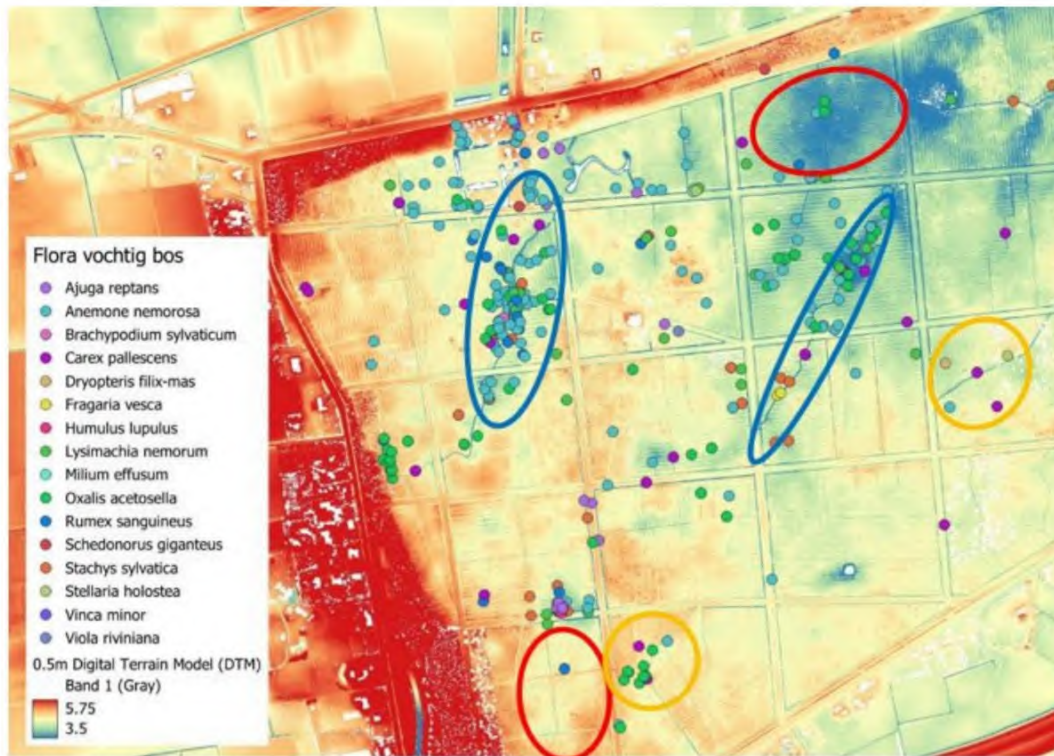
Om de actuele kwaliteit van de bosgemeenschappen te bepalen en te vergelijken met eerdere karteringen, zijn verspreidingskaarten gemaakt van een selectie van soorten uit de NDFF. De verspreidingsgegevens van plantensoorten in de NDFF zijn deels gebaseerd op meest recente SNL-kartering uit 2017 (Langbroek et al., 2017) en daarnaast uit losse waarnemingen. De soortselectie is verdeeld over twee kaarten:

- soorten van Elzenbroekbossen
- soorten van vochtige bossen (Vogelkers-Essenbossen en Eiken-Haagbeukenbossen).

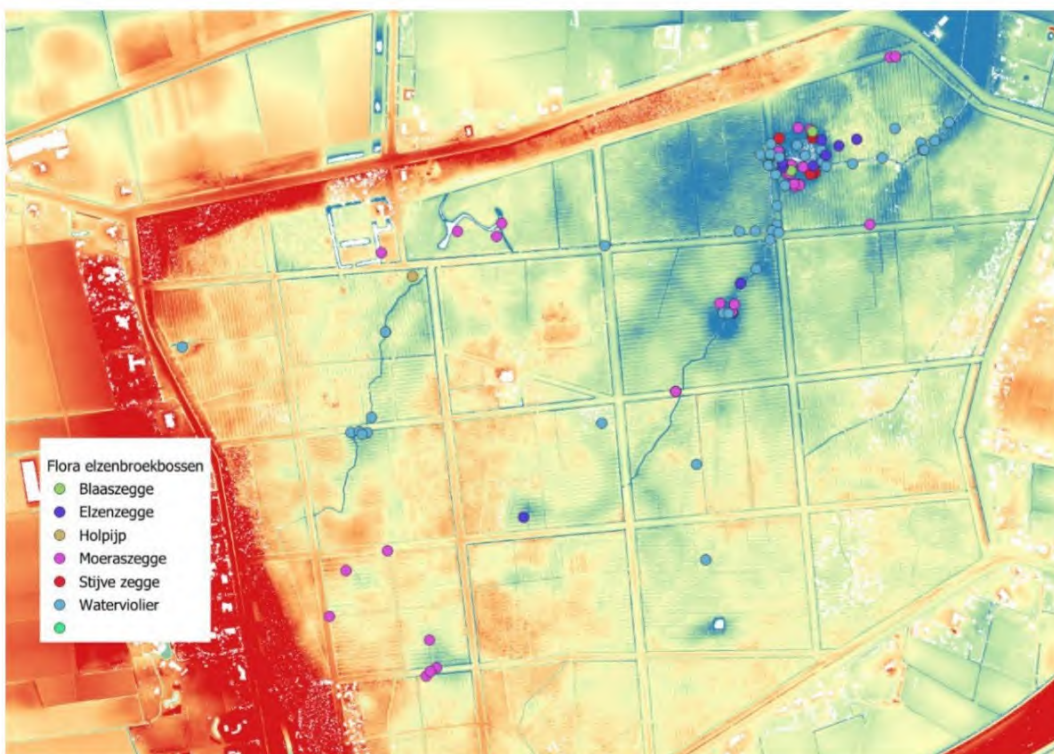
De verspreidingskaart van de soorten van vochtige bossen (Figuur 7.5) vertoont nog veel overeenkomsten met de vegetatiekaart van 1961. De meeste soorten zijn beperkt tot de lagere delen, de beekdalletjes, met in de blauwe ovaal aangeduid wat toen de meest soortenrijke delen waren en nu nog steeds zijn. De rode contouren zijn delen aangegeven die nu opvallend soortenarm zijn, maar die in 1961 nog als Eiken-Haagbeukenbos gekarteerd waren. Daarnaast zijn er ook bospercelen waar soorten van vochtige bossen te vinden zijn op wat hogere delen (oranje cirkels) die bij de laatste kartering (2017) niet meegenomen zijn.

In Figuur 7.6 is de verspreiding van soorten van Elzenbroekbossen weergegeven. Deze zijn grotendeels te vinden in de natte laagten die in 1961 ook als Elzenbroeken ingetekend zijn. Destijds waren het wel soortenrijkere broekbossen. Het betreft nu op de meeste plaatsen alleen nog Moeraszegge, die in een verdroogde situatie nog lang stand kan houden, en Waterviolier die in sloten weet te overleven. Verdwenen zijn onder meer Bittere veldkers en Gewone dotterbloem.





Figuur 7.5. Verspreiding van soorten van vochtige bossen. De soorten zijn grotendeels gebonden aan de ligging van de beekdalletjes.



Figuur 7.6. Actuele verspreiding van soorten van Elzenbroekbos

Hoezeer de soortensamenstelling van de bosflora veranderd is, wordt geïllustreerd door Tabel 7.1. Hierin worden de bossoorten vermeld zoals die nu en in het verleden in het Liesbos gevonden zijn. Verdwenen zijn vooral de meer kritische, basenminnende soorten van bossen op voedselrijke gronden. Soorten met een grotere tolerantie ten aanzien van de verzuring hebben zich gehandhaafd. Dit wijst erop dat de bosbodems geleidelijk verzuren. Zoals eerder aangegeven komt dit waarschijnlijk door



verdroging waardoor baserijk grondwater niet (lang genoeg) meer aan maaiveld komt. Deze verzuring lijkt deels al voor 1950 begonnen te zijn, gezien het verdwijnen van eenbloemig parelgras en bospaardenstaart en heeft zich na die tijd verder voortgezet waardoor een groot aantal soorten medio jaren '80 verdwenen zijn. Van de soorten die nu nog voorkomen in het Liesbos, zijn ook boskortsteel, bosaardbei, bosgierstgras, echte guldenroede, fraai hertshooi en grote muur dusdanig zeldzaam geworden dat deze ook het risico lopen om uit het Liesbos te verdwijnen.

*Tabel 7.1 Kenmerkende bossoorten van het Liesbos. Soorten die momenteel nog aangetroffen kunnen worden en soorten die verdwenen zijn met het jaar waarin ze voor het laatst vermeld zijn.*

Eiken-Haagbeukenbos	Beuken-Eikenbos	Verdwenen	
Bosanemoon	Ruige veldbies	Gulden boterbloem	1985
Boswederik	Echte guldenroede	Grote keverorchis	1981
Bleke zegge	Hengel	Groot heksenkruid	1981
Bosgierstgras	Fraai hertshooi	Bospaardenstaart	1937
Witte klaverzuring	Salomonszegel	Eenbloemig parelgras	1950
Boskortsteel	Dalkruid	Slanke sleutelbloem	1985
Bleeksporig bosviooltje	Valse salie	Eenbes	1982
Schaafstro	Lelietje van Dalen	Muskuskruid	1985
Bosaardbei		Moerasstreepzaad	1985
Lieve vrouwenbedstro		Zwartblauwe rapunzel	1980



## 8 Fauna

### *Amfibieën*

Van de salamanders worden Kamsalamander, Vinpootsalamander, Alpenwatersalamander en Kleine watersalamander in het Liesbos aangetroffen. De inventarisatie met eDNA die in 2023 is uitgevoerd in het Liesbos liet in elk van de 10 watermonsters aanwezigheid van Kamsalamander, Vinpootsalamander, Alpenwatersalamander en Kleine watersalamander zien (Wellens-Roemaat et al. 2023). Waarnemingen in de NDFF voor deze soorten liggen verspreid over het hele gebied, met zwaartepunten in de omgeving Engelse Tuin en de Bosloop.

De Vinpootsalamander en Kamsalamander zijn volgens de Rode Lijst kwetsbaar. Vinpootsalamander heeft een zwaartepunt in West-Brabant en daarnaast in Limburg en de Peelstreek. De soort lijkt kritischer voor zijn landbiotoop, dan voor zijn voortplantingswateren. Van de Nederlandse salamandersoorten heeft de Vinpootsalamander de grootste tolerantie voor de zuurgraad van het water; voortplanting kan plaatsvinden bij pH<4,0 (Creemers & Van Delft, 2009). Wat het landbiotoop betreft, lijkt bos op korte afstand (maximaal 200m) van het waterbiotoop te moeten liggen; in het Liesbos wordt aan deze voorwaarde ruimschoots voldaan.

Kamsalamander komt vooral voor in bosrijk en veelal kleinschalig landschap. De voortplantingswateren zijn dieper dan 50 cm, vallen zelden droog, worden door de zon beschenen en zijn matig voedselrijk en gebufferd (Creemers & Van Delft, 2009). Lijkt in West-Brabant een dalende trend te hebben, maar trends voor het Liesbos zijn niet bekend.

Alpenwatersalamander is in Nederland momenteel niet bedreigd en komt veel voor in de provincie Noord-Brabant op de hogere zand/leem gronden, vooral in (loof)bossen en struwelen. De ondergrens van pH-waarden van oppervlaktewater voor succesvolle voortplanting ligt rond 4,0 (Creemers & Van Delft, 2009).

De Kleine watersalamander heeft een brede keuze aan habitats. In vergelijking met de andere twee salamandersoorten in het Liesbos heeft de Kleine watersalamander een voorkeur voor goed gebufferde (pH>5) en (matig) voedselrijke wateren (Creemers & Van Delft, 2009).

Verder komen de amfibieënsoorten Gewone pad, Bruine kikker en soorten van het Groene kikker-complex (Meerkikker/Bastaardkikker en Poelkikker/Bastaardkikker) voor (NDFF en Wellens-Roemaat et al., 2023).

### *Reptielen*

Hazelworm komt verspreid door het Liesbos voor, met (mogelijk) een zwaartepunt in de zuidwesthoek (Van der Neut, 2023). Deze soort vertoont in Nederland een matige toename (ravn.nl). Over de trend in het Liesbos zijn geen gegevens beschikbaar. In het Liesbos lijkt ruim voldoende geschikt leefgebied aanwezig in vorm van enigszins vochtige en met dichte vegetatie bedekte bodems, met name in de meer open delen van het bos. Regenwormen en naaktslakken zijn in het algemeen belangrijke prooien en daarnaast geleedpotigen, zoals spinnen (ravn.nl).

### *Vogels*

Een broedvogelkartering van 2016 (BMP, uitgevoerd door SOVON) geeft territoria aan voor 27 broedvogelsoorten. Dit betreft diverse typische bossoorten, zoals Bosuil, Middelste bonte specht, Kleine bonte specht, Boomklever en Appelvink. Vergelijking van de BMP-stippenkaarten met de kaart van oude en jongere bosaanplanten (Figuur 9.5) laat zien dat de territoria van Bosuil, Holenduif, Groene specht, Middelste bonte specht en Boomklever eigenlijk allemaal in de oude aanplanten voorkomen. Verspreid komen algemenere broedvogelsoorten voor die ook in bossen te verwachten zijn, zoals Merel, Roodborst, Winterkoning, Grote bonte specht, Koolmees, Pimpelmees, Fitis, Zwartkop enz. Van de Wielewaal werd door SOVON in 2016 nog 1 territorium vastgesteld. Deze soort heeft voorgaande decennia in bossen op droge zandgronden een massale afname vertoond, ten gunste van bijvoorbeeld populierenbossen in de Flevopolder en bij het Lauwersmeer. De Wielewaal bewoont vooral vochtige, structuurrijke loofbossen, waarin vaak slechts een of twee boomsoorten



dominant zijn en de variatie aanwezig is in leeftijd/successiestadia en daardoor in de bosstructuur. Belangrijk is dat nachtvlinders en rupsen, waar Wielewalen op foerageren, massaal voorkomen (vogelbescherming.nl). Over trends in de soortensamenstelling en aantalsontwikkeling van afzonderlijke soorten en ook van prooidieren voor met name insectenetende vogels binnen het Liesbos zijn geen gegevens beschikbaar.

## *Zoogdieren*

In het Liesbos komen Ree, Eekhoorn en Gewone dwergvleermuis algemeen en verspreid over het gebied voor. Verder zijn er incidentele waarnemingen van Boomarter, Mol, Egel, Huisspitsmuis en Ruige dwergvleermuis. Het Liesbos wordt als één van de vleermuisrijkste gebieden in Nederland gezien. Er komen acht van de negentien Nederlandse vleermuissoorten voor, waaronder de in Nederland zeldzame Bosvleermuis, dankzij de vele oude bomen (Caspers, 1996; vleermuizeninbrabant.nl).

## *Insecten*

Vroeger kwam Vliegend hert voor in het Liesbos. Deze soort is voor de ontwikkeling van larven afhankelijk van de continue beschikbaarheid van ondergronds, rottend eikenhout. De oudste gedocumenteerde vondsten zijn uit de periode 1845-1897. Daarnaast zijn er nog onbevestigde waarnemingen uit 1963 en 1974, maar het Vliegend hert is zeer waarschijnlijk uit de omgeving van Breda verdwenen (Huijbregts, 2003).



## 9 Mens

De historie van het Liesbos is uitgebreid beschreven in Leenders (2004). Hieruit blijkt dat het Liesbos reeds vanaf 1268 wordt vermeld. Hoewel "de helft" van het bosgebied ter ontginning werd uitgegeven, is steeds een deel van het Liesbos blijven bestaan. Onduidelijk is waar het eventueel ontgonnen deel van het bos gezocht moet worden. Mogelijk is dit het gebied en het gehucht genaamd 'Lies' ten zuiden van het bos, omdat de bodem daar, net als in het bos, erg leemrijk is en omdat dat gehucht ook "Lies" heet. Het is ook mogelijk dat de Prinsenhoef ten noorden van het Liesbos met deze ontginning te maken heeft. Maar het is waarschijnlijker dat dit een afzonderlijke ontginning is geweest. Niet uitgesloten kan worden dat van de ontginning van 1303 niet veel is terechtgekomen. In ieder geval is een belangrijk deel van het bos steeds als bos blijven bestaan. Dit is een zeldzaamheid, want elders in de omgeving zijn haast alle bossen die tot in de vroege of hoge Middeleeuwen aanwezig waren, opgeruimd.

Rond 1625 had het bos al de huidige omvang en het rechtlijnige lanenpatroon. Vanaf de 16<sup>e</sup> eeuw werd hier eikenteelt bedreven, maar tot de 18<sup>e</sup> eeuw was het voor de toenmalige bezitters (Nassau) belangrijker als jachtgebied.

Dat het Liesbos in de 17<sup>e</sup> eeuw niet alleen uit eikenbos bestaat, blijkt uit een opdracht uit 1676 om de open plaatsen te beplanten en beuken aan te planten (Ludwig, 1981; De Jong, 2023). Verder wordt vermeld dat een kavel met heide (het 'Kerkeheike') moet worden omgezet in weiland. De Jong (2023) vermeldt verder dat de eiken niet goed zouden groeien, doordat in het bos mogelijk sprake is van oerbanken in de ondergrond. Daarom worden deze oerbanken afgegraven en wordt teelaarde aangebracht. Hoewel dit bevorderlijk is voor de bodem leidt dit wel tot mogelijk diepe verstoringen in de bodem.



Figuur 9.1. Op deze kaart van Condet (1748) is het Liesbos met lanenstructuur weergegeven.





Figuur 9.2. Kaart van het Liesbos met toponiemen van de bosvakken, paden, wegen en wateren op het kadastraal minutenplan uit 1824 (Bron: Buiks, 2018).



Figuur 9.3. Kaart van het Liesbos en omgeving uit 1850 (Bron: Topotijdreis.nl)



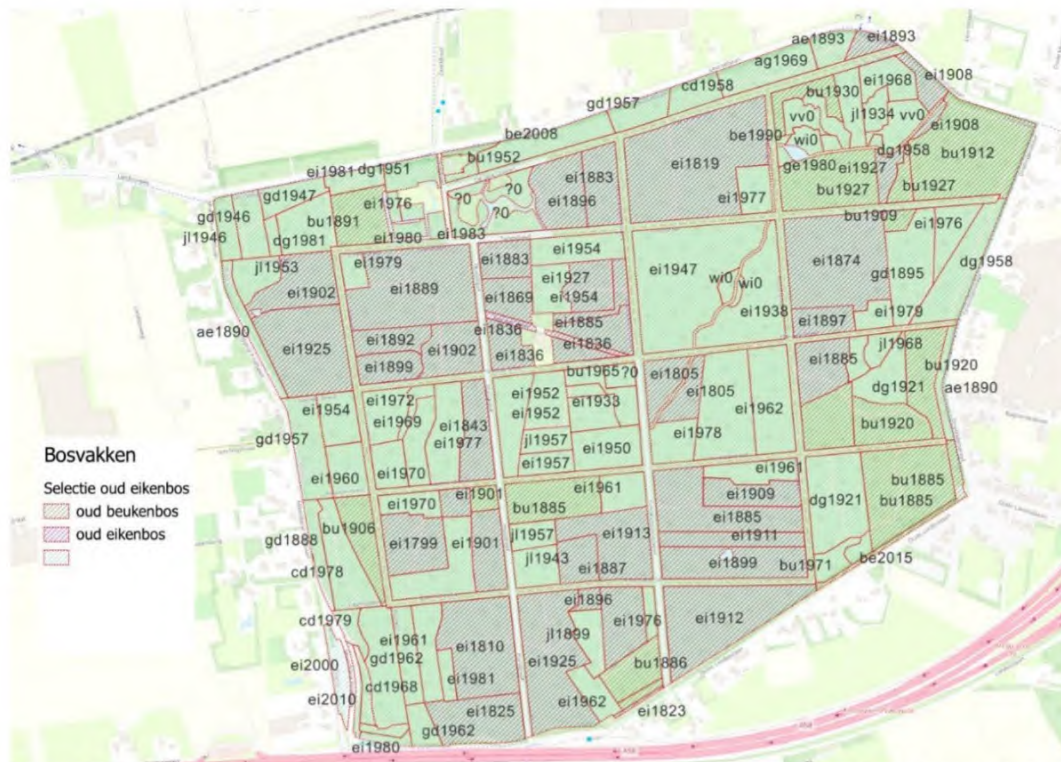


Figuur 9.4. Kaart van het Liesbos en omgeving uit 1870 (Bron: Topotijdreis.nl)

Op de kadastrale minuut uit het begin van de 19e eeuw is alleen in de noordoostelijke bosvak een beek -de Bosloop- gekarteerd (Figuur 9.2). Het is dus mogelijk dat de huidige beken in het Liesbos later zijn aangelegd en/of in de dalletjes stroomopwaarts zijn verdiept en verlengd. In de 19e eeuw wordt een sloten- en greppelstructuur aangelegd ter verbetering van de afwatering. In 1870 staan meer en langere beken gekarteerd ten opzichte van die op de kadastrale minuut. Mogelijk zijn de beken (verder) gegraven tussen 1850 en 1870. Vanwege het ook dan nog natte karakter zijn tussen 1892 en 1910 sloten en greppels aangelegd en is een groot deel van het bos op rabatten gelegd. In verband met het planten van (eiken)bomen heeft grondverbetering plaatsgevonden en is in grote delen van het Liesbos de bodem daarom verstoord tot een diepte van 80 en 100 cm onder maaiveld (De Jong, 2023).

Figuur 9.5 laat de aangeplante (hoofd)boomsoorten zien en het jaar waarin de bosvakken ingeplant zijn. Ook de bosvakken waar voor 1890 is aangeplant, tonen op de hoogtekaart duidelijk de rabattenstructuur (Figuur 4.2). In het overgrote deel van de opstanden vormt zomereik de hoofdboomsoort, vaak gemengd met een onderetage van beuk. Beuk werd veel toegepast als verzorgende soort voor de eiken die daardoor minder waterlot vormen en sneller een takvrije stam ontwikkelen. Naalddhout (met enkele oude opstanden van voor 1900) is vooral aangelegd op wat hogere ruggen.





Figuur 9.5 Aangepaste beheerkaart met boomsoorten en jaar van aanleg van de opstanden. Gearceerd zijn de oude eiken- en beukenvakken van voor 1930.

Ten aanzien van de bosbouw vermeldt de toelichting bij de bodemkaart Blad 50 West dat daar waar bos werd geplant, de grond in vele gevallen tot 80 à 100 cm diepte is omgespit, waarbij de A1 dikwijls diep naar beneden werd gewerkt. Vaak is dan echter aan brokken verwerkt materiaal de oorspronkelijke bodemeenheid nog te herkennen, zodat deze op de kaart kon worden aangegeven. De gronden van de grote boscomplexen rondom Chaam, het Mastbos en het Liesbos zijn meest diep verwerkt (op de kaart met -o aangegeven). Soms, waar we met zeer oude bossen te maken hebben, zoals in het Liesbos, is in het verwerkte materiaal alweer een begin van nieuwe bodemvorming zichtbaar. Een zwakbruine verkleuring van enkele decimeters dikte onder de dunne A1 wijst hierop.

Schrama et al. (2001) vermelden een aantal ingrepen die in het verleden in de omgeving van het Liesbos zijn doorgevoerd en die mogelijk effect hebben (gehad) op de hydrologische situatie in het Liesbos. Het gaat om de volgende ingrepen:

1. verbeterde ontwatering in het kader van de landinrichting Etten-Leur-Rucphen;
2. peilverlaging landbouwgebied ten westen en noordoosten van het Liesbos;
3. peilverlaging Oostpolder;
4. toename glastuinbouw (en beregening?);
5. toename verhard oppervlak, uitbreiding Prinsenbeek;
6. uitbreiding grondwaterwinningen Seppe, Etten-Leur, Breda en Oosterhout.

Het lijkt niet waarschijnlijk dat ingreep 1 effect heeft gehad op het Liesbos. Ten aanzien van ingreep 2 concluderen Schrama et al. (2001): "De drainagebasis in de directe omgeving van het Liesbos is in de afgelopen decennia verlaagd. Dit resulteert in meer wegzijging vanuit en minder voeding van het Liesbos en kan tot lagere grondwaterstanden in het bos leiden." Gezien de afstand tot de polder en de slecht doorlatende lagen tussen het freatisch pakket en het eerste watervoerende pakket verwachten Schrama et al. (2001) niet dat ingreep 3 effect tot meer wegzijging vanuit het Liesbos heeft geleid. Vanwege de diepte waarop het grondwater wordt gewonnen en de weerstand van de slecht doorlatende lagen is het effect van ingreep 6 op de grondwaterstanden gering. Ingrepen 4 en 5 kunnen



wel resulteren in minder voeding van of meer wegzijging vanuit het Liesbos. Gezamenlijk kunnen de ingrepen wel tot lagere grondwaterstanden hebben geleid.

*NB.* Zoals eerder beschreven, zijn op basis van de meest recente peilbuisgegevens geen duidelijke grondwaterstandsverlagingen af te leiden als gevolg van de genoemde ingrepen. Verlaging van grondwaterstanden is mogelijk wel opgetreden in de periode voor 1980.

Naast verdroging, spelen de decennialange verzuring en vermisting van het bos en de bosbodem uiteraard ook in het Liesbos. Hoewel ondiep in de bodem leemrijke afzettingen voorkomen, zijn wel degelijk negatieve effecten op de bodemkwaliteit in de wortelzone van de bomen en vegetatie te verwachten. De gegevens van de water- en bodemkwaliteit die in 2023 door B-Ware zijn verzameld en geanalyseerd (zie Hoofdstuk 6) geven aan dat in het Liesbos de bovenste meter van de bodem op veel plekken leem bevat en dat deze momenteel nauwelijks buffering meer bevat. De pH en basenverzadiging zijn vrijwel overal te laag voor plantensoorten van vochtige, gebufferde bossen met een voorjaarsflora. Verder wordt geconcludeerd dat de combinatie van stikstofdepositie en fosfaatmobilisatie als gevolg van verzuring leidt tot toename van braam en stekelvaren en afname van mycorrhiza-paddenstoelen.

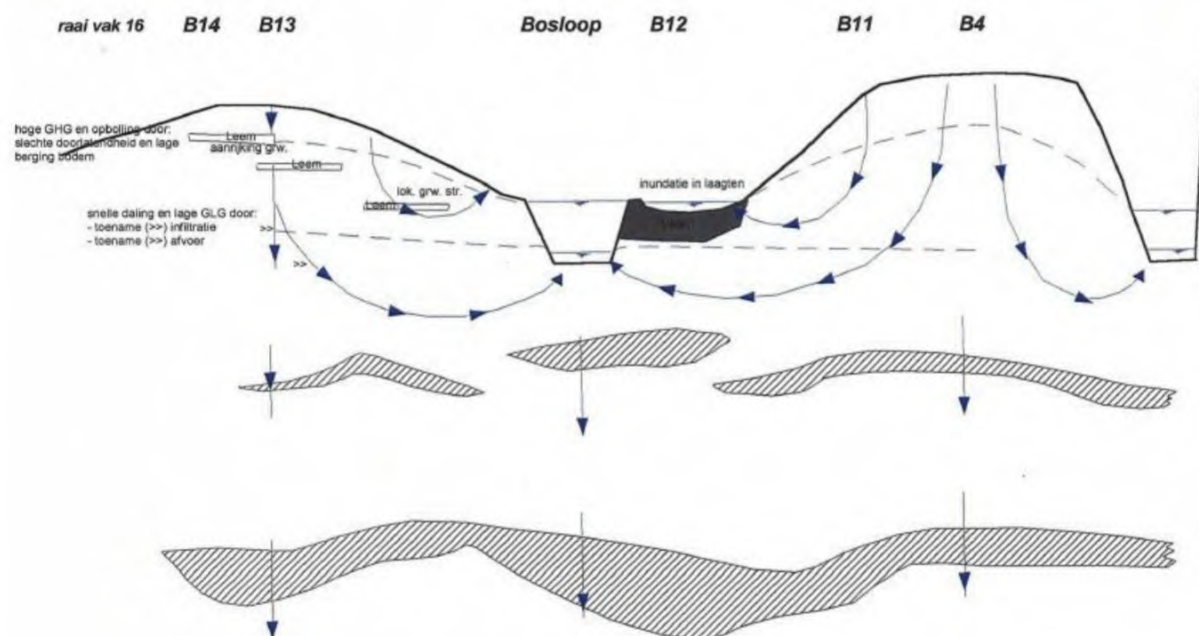


## 10 Synthese en advies maatregelen

De synthese die Schrama et al. (2001) hebben gemaakt op basis van het door hen uitgevoerde onderzoek, is nog steeds actueel. Dit vormt de basis voor de hieronder uitgewerkte synthese, die op een aantal punten verder is aangescherpt.

Het Liesbos heeft van oorsprong voornamelijk een vochtig/droog tot nat/vochtig karakter gehad met slechts plaatselijk natte omstandigheden met Elzenbroek. De basenrijkdom was daarbij hoog. In landschapsecologisch opzicht moet het Liesbos als oorsprongstelsel worden beschouwd, gevoed door een lokaal hydrologisch systeem. Het systeem had daarbij wel een bijzonder karakter. Basenrijke leemlagen in de bovengrond verrijken het grondwater, wat zorgt voor een goede basenvoorziening in de wortelzone van de vegetatie. Het hydrologisch systeem van het Liesbos heeft daarmee veel overeenstemming met andere bossen op basenrijke leem zoals die onder meer zijn beschreven in Van der Burg et al. (2016) en Franssen et al. (2022).

De werking van het systeem is in Figuur 10.1 schematisch weergegeven en hieronder toegelicht.



Figuur 10.1 Schematisatie hydrologisch systeem Liesbos (Uit: Schrama et al., 2001)

Het voorkomen van de karakteristieke bosgemeenschappen hangt samen met het reliëf in het bos. Op de hoge delen komen bosgemeenschappen met een vochtig/droog karakter voor. Op de overgang van hoog naar laag en in de lage delen treffen we bosgemeenschappen met een nat/vochtig karakter. En in enkele laagten komen ook natte omstandigheden voor.

In natte perioden stijgen de grondwaterstanden snel tot vlak onder het maaiveld. Dit komt door de geringe wegzijging naar de ondergrond, de lage doorlatendheid en het geringe bergingsvermogen van de bodem. Het op de hoge delen geïnfilteerde water stroomt via de ondiepe ondergrond richting de lage delen van het gebied. Onderweg zou het water in principe in contact kunnen komen met diepere basenrijke leemlagen, waardoor het grondwater wordt verrijkt. Uit de analyse van de kwaliteit van het ondiepe grondwater in juni 2023 komt echter naar voren dat de ondiepe bodem momenteel nauwelijks meer buffering bevat; de pH en basenverzadiging zijn vrijwel overal te laag voor



plantensoorten van vochtige, gebufferde bossen met een voorjaarsflora. Het ondiepe grondwater is veelal zwak tot nauwelijks gebufferd. De metingen in het rapport van Schrama et al. (2001) laten een hogere pH-waarde zien dan wat in 2023 is gemeten in ondiepe peilbuizen. Mogelijk is de verzuring in de laatste decennia voortgeschreden, met name in de recente bijzonder droge zomers. Dit zure grondwater is hiermee niet toereikend om de vereiste buffering (na hydrologisch herstel) weer te herstellen. Het oppervlaktewater in de afvoergangen blijkt in 2023 wel goed gebufferd te zijn en het lijkt er op dat deze sloten wel periodiek water ontvangen dat door contact met diepere leemlagen goed gebufferd is geraakt. Ook is het water in de paar peilbuizen die eind augustus 2023 nog water bevatten, beduidend beter gebufferd dan enkele maanden daarvoor. Wanneer de neerwaartse beweging van zuur water uit de bovenste lagen tot stilstand komt, kan de invloed van het basenrijke grondwater (door de nog basenrijke leem uit de ondergrond) weer toenemen. Het grondwater komt aan de oppervlakte op de overgang van hoog naar laag en in de laagten. Een groot deel van het grondwater wordt afgevangen en afgevoerd door één van de diep ingegraven beekjes of de aangelegde sloten. In enkele laagten stagneert het water en vormt zich een plas. De kwaliteit van het oppervlaktewater en het water in de plassen is afhankelijk van de verhouding van grondwater en neerslagwater, maar ook van ingevallen, verterend blad.

In droge perioden dalen de grondwaterstanden snel tot grote diepte en zijn de grondwaterstandsverschillen in het gebied kleiner. Hierdoor komt het basenrijke grondwater buiten het bereik van de wortels van de vegetatie en neemt de lokale grondwaterstroming af. De snelle daling van het grondwater komt doordat de geringe hoeveelheid water die in de bodem geborgen is, verdampt en door de waterlopen wordt afgevoerd. De afvoer stopt pas als het grondwater tot onder de bodem van de beek of sloot is gedaald. Bovenstrooms vallen de beken en sloten het eerst droog. Midden in het bos ontwateren de beken en sloten het bos nog lange tijd. Benedenstrooms zakt het oppervlaktewaterpeil tot onder het stuwpeil en stagneert het water. De verdamping kan bij diep wortelende bomen nog lange tijd doorgaan. Door de lemige ondergrond en de capillaire nalevering die daarmee gepaard gaat, blijft de bodem zelfs in droge perioden lang vochtig.

In de laatste decennia is een aantal veranderingen in het systeem opgetreden. De infiltratie naar de ondergrond is door de daling van de stijghoogten onder de slecht doorlatende lagen van Stramproy en Waalre toegenomen. Doordat er tegenwoordig meer waterlopen zijn dan voorheen, wordt er meer water sneller afgevoerd. En door peilverlagingen in de directe omgeving van het Liesbos is de wegzijging en horizontale wegstroming vanuit het bos mogelijk toegenomen en de voeding van het Liesbos vanaf de hoge randen afgenomen. Op de hogere gronden in het bos komen minder hoge en/of minder langdurig hoge grondwaterstanden voor dan in het verdere verleden. Hierdoor treedt minder opbolling op, waardoor er minder lokale kwel in de lage delen uittreedt. Daarnaast treedt op de hogere delen door sterkere uitloging verzuring op. Dit verklaart het verdwijnen van basenminnende soorten als Slanke sleutelbloem. Zowel op de hoge, als lage gronden zakt de grondwaterstand mogelijk dieper weg. Door de sterk gedaalde grondwaterstanden treedt oxidatie van sulfiden op, waardoor de hardheid (en alkaliteit) van het grondwater toeneemt. Een dergelijk watertype kan leiden tot oxidatie van venige lagen en uitloging van basenrijke leemlagen. Daarnaast houdt de capillaire nalevering (eerder) op en treedt door uitloging van het adsorptiecomplex verzuring op.

Vanaf 2004 zijn herstelmaatregelen genomen om de hydrologie te verbeteren en daarmee de achteruitgang van kenmerkende bosgemeenschappen van het Liesbos te stoppen. De maatregelen zijn gebaseerd op adviezen van Schrama et al. (2001), Voeten (2003) en Gerner & Otte (2004) en bestaan uit het plaatsen van (4) stuwen en het verondiepen van een aantal waterlopen om de afvoer van oppervlaktewater (regenwater en uittredend grondwater) in het gebied te vertragen. Nadat na de uitvoering van maatregelen wateroverlast optrad en afname van boomvitaliteit werd geconstateerd, zijn de maatregelen voor een deel weer ongedaan gemaakt. Wateroverlast is mogelijk niet alleen veroorzaakt door de vernattingsmaatregelen maar ook verstopping van duikers wat zowel in 2004 als ook meer recent werd geconstateerd.



Bij de eerste fase hydrologisch herstel van het Liesbos vanaf 2004 hebben de maatregelen zich vooral gefocust op de lagere delen van het bosgebied. Middels stuwtdjes en verondiepen van enkele waterlopen is getracht om water in de laagte langer vast te houden. Dit zorgt weliswaar voor een minder snelle afvoer van water uit het gebied maar niet voor een volledig systeemherstel. Vanuit de hoge ruggen kan water nog steeds via het uitgebreide slotenpatroon richting de laagte stromen met daar juist meer risico op wateroverlast. Voor een goed functionerend systeem zijn ook maatregelen in de hogere delen gewenst, zodat daar het grondwater verder kan opbollen en geleidelijk via het grondwater naar de laagten kan stromen. Vooral de hoge rug aan de westzijde is daarin belangrijk, maar ook alle hogere delen in het zuiden, oosten en tussen de beekdalletjes in zijn hiervoor relevant.

Waar mogelijk zouden ondiepe, van nature afvoerloze laagten in de ruggen hersteld moeten worden. Deze worden nu veelal door sloten ontwaterd, maar zijn wel belangrijk in het vergroten van het waterbergend vermogen van de hogere delen.

Een belangrijk knelpunt voor het nemen van hydrologische maatregelen is de kwaliteit en ouderdom van het aanwezige bossen. Door voortdurende grondwaterstandverlagingen in het verleden, hebben de bomen zich hieraan aangepast. Met een verhoging van de grondwaterstand kunnen bomen, met name de oudere bomen, veel moeilijker omgaan, omdat een deel van de wortels afsterft. Om te voorkomen dat bomen afsterven, moeten de hydrologische maatregelen heel zorgvuldig en gefaseerd worden uitgevoerd. In het Liesbos zijn de oude opstanden van met name zomereik heel karakteristiek en waardevol.

Zoals eerder aangegeven is het nodig om de maatregelen in het hele gebied toe te passen; niet alleen in de laagten maar ook in de hogere delen. Dit past in het idee om rekening te houden met oudere opstanden, omdat in het hele gebied een geringe verhoging van de grondwaterstand meer oplevert dan alleen in de laagte een sterke verhoging. Om een maximaal effect te krijgen voor herstel van de hydrologie zal voor de mate van hydrologisch herstel ter plaatse gekeken moeten worden naar de aanwezigheid van oudere bomen en opstanden. Zo kan in een jonge opstand een sloot geheel worden gedempt of met een halve meter worden verondiept (afhankelijk van de hoogte van het maaiveld). Bij oudere opstanden wordt gedacht aan een meer beperkte verondieping van 20 à 30 cm.

In plaats van verondieping en/of demping van watergangen kan ook worden gedacht aan het verhogen van duikerdrempels of het plaatsen van kleinschalige regelbare kunstwerken om meer water vast te houden, ook in de hogere delen van het gebied. Het voordeel van het plaatsen van kunstwerken is dat deze regelbaar kunnen zijn en dat deze dus flexibel ingezet kunnen worden. Op korte termijn eerst een kleine verhoging van de afvoerdrempel en zo mogelijk op langere termijn ook verdere verhoging. Bij verondieping is sprake van een 'eenmalige' ingreep, waarbij bijsturing niet meer mogelijk is. Of er moet opnieuw een ingreep in het gebied plaatsvinden. Nadeel van het gebruik van kunstwerken is dat dit minder 'effectief' is dan verondieping en dat kunstwerken meer beheer en onderhoud vragen.

Voor een meer robuuste aanpak van de verdroging in het Liesbos zullen ook maatregelen nodig zijn in de omgeving. Hierbij moet in eerste instantie gedacht worden aan maatregelen die effect hebben op de grondwaterstanden boven de leemlaag. Dit betreft voor de directe omgeving; de randsloot rondom het Liesbos zelf. Deze ligt op een hogere rug en is op veel plaatsen zeer diep (dieper dan de sloten in het bos zelf) en draineert de opbolling van grondwater in de ruggen in het bos. Ook het diepere grondwater zou bij voorkeur verhoogd dienen te worden om de wegzijging uit het Liesbos te verminderen. Hiervoor zijn maatregelen op de lange termijn, in de bredere omgeving noodzakelijk. Te denken valt aan het reduceren van grondwater- en oppervlaktewateronttrekkingen ten behoeve van drinkwater, industrie en landbouw, bevorderen van infiltratie ten zuiden en oosten van het Liesbos en het verminderen van (diepe) ontwatering ten behoeve van landbouw en infrastructuur.



## Samenvatting maatregeladvies

Samenvattend is de conclusie van deze analyse dat het Liesbos een bos is dat gevoed wordt door een lokaal hydrologisch systeem. De lokale grondwaterstromen en de basenrijke leemlagen in de bodem hebben van oorsprong geleid tot een goede basenvoorziening in de wortelzone van de vegetatie. In de huidige situatie blijkt de ondiepe bodem in het Liesbos echter nauwelijks meer buffering te bevatten; de pH en basenverzadiging zijn vrijwel overal te laag voor plantensoorten van vochtige, gebufferde bossen met een voorjaarsflora. Het oppervlaktewater is echter nog wel goed gebufferd. Dit komt waarschijnlijk voor een aanzienlijk deel door het uittreden van goed gebufferd dieper grondwater. Om de lokale grondwaterstroming door de (diepere) ondergrond) zoveel mogelijk te bevorderen, is het maatregelvoorstel gericht op optimalisatie van het lokale hydrologische systeem, waarbij water wordt vastgehouden in de hogere delen van het gebied (tegengaan ontwatering), zodat het grondwater daar verder kan opbollen en geleidelijk via de ondergrond naar de laagten kan stromen. De verwachting is niet dat daarmee een volledig herstel is te bereiken, maar dit is wel wat op dit moment mogelijk is. Dit voorstel sluit ook aan op wat de lokale gebiedsbeheerders nodig/wenselijk vinden. Concreet worden de volgende maatregelen voorgesteld:

- Aanleg van stuwen (/optimalisatie bestaande stuwen) in hoofdafwatering, om gestuurd water te kunnen vasthouden en afvoeren (als omstandigheden te nat worden)
- Demping of verondieping van watergangen (of stremmen waterafvoer van watergangen) om water vast te houden en ontwatering tegen te gaan. Bij watergangen die grenzen aan waardevolle bospercelen dient de verondieping relatief beperkt te blijven (maximaal 0,30 meter) om te voorkomen dat hier te veel vernatting gaat optreden.
- Vervanging/op hoogte leggen van bestaande duikers, zodat waterafvoer in natte omstandigheden gewaarborgd is en water wordt vastgehouden als dit kan.

De concrete uitwerking van deze maatregelen dient plaats te vinden in een apart inrichtingsplan (Definitief Ontwerp hydrologische maatregelen Liesbos).



## 11 Literatuur

Brandenburgh, C.R. & Kooistra, L.I., z.j. Hoofdstuk 3 - Landschap en vegetatieontwikkeling. [https://erfgoed.breda.nl/upload/downloads/bw\\_h03\\_landschap.pdf](https://erfgoed.breda.nl/upload/downloads/bw_h03_landschap.pdf)

Brouwer, E., R.F. van der Burg, M.L. Franssen, G.A. van Duinen, A.J.M. Jansen, J. van Diggelen & W.J. Emsens, 2022. De nutriëntenkringloop tijdens herstel van basenrijke, vochtige bossen. Rapportnummer OBN-2018-100-NZ, Driebergen.

Brouwer, E. & G.J. van Duinen, 2023. Basenrijkdom en beperkte fosfaatbeschikbaarheid cruciaal voor soortenrijke vochtige bossen. Vakblad natuur bos landschap 197: 17-19.

Buiks, Chr., 2018. Veldnamen in de voormalige gemeente Princenhage. Erfgoedrapport Breda 60. Gemeente Breda ([https://erfgoed.breda.nl/upload/downloads/4\\_11\\_buiks\\_Lies\\_low.pdf](https://erfgoed.breda.nl/upload/downloads/4_11_buiks_Lies_low.pdf))

Burg, R.F. van der, R.J. Bijlsma, E. Brouwer & R.W. de Waal, 2016. Vochtige bossen, tussen verdrogen en nat gaan. OBN Deskundigenteam Nat zandlandschap. OBN / VBNE, Driebergen.

Caspers, M., 1996. Natuurgebieden in Noord-Brabant. In: Natuur in Noord-Brabant - Twee eeuwen plant en dier. Stichting Het Noordbrabants Landschap & Provincie Noord-Brabant.

Condet, I., 1748. Carte particuliere d'une partie de la Hollande, et du Brabant Hollandois, ou les Environs de Breda, Boisleducq, Geertruydenberg, Heusden, Dordrecht, Bommel &c./ ... Amsterdam par Covens et Mortier. <https://proxy.archieven.nl/0/4781A80BFB0D416DB3BAA20AD9277723>

Creemers, R. & J. van Delft (RAVON), 2009. De amfibieën en reptielen van Nederland. Nederlandse Fauna 9. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, EIS-Nederland, Leiden.

Everts F.H, 1997. Vegetatiekartering Mastbos/Liesbos 1996. Rapport 97/3. Bureau Everts en De Vries, Groningen.

Franssen, M.L., A.J.M. Jansen & R.F. van der Burg, 2022. Herstel van leembossen in het Wijboschbroek. Aanvullend landschapsecologisch onderzoek voor lokale- en mitigerende maatregelen bij grootschalig herstel. Stichting Bargerveen, Nijmegen.

Gerner, L. & Otte, J., 2004. Onderzoek naar vernatting van het Liesbos ten bate van de natuurwaarden, hydrologisch onderzoek en beschrijving van maatregelen (fase 2). Arcadis.

Grondmechanica Delft, 1996. Verdiepte aanleg RW 58, geotechnische lengteprofielen.

Helsel, D., R. Hirsch, K. Ryberg, S. Archfield & E. Gilroy, 2020. Statistical Methods in Water Resources (2020 version). 10.3133/tm4A3.

Huijbregts, H., 2003. Beschermde kevers in Nederland. Nederlandse Faunistische Mededelingen 19.

Jong, C. de, 2023. Liesbos, Nieuwe Dreef e.o., Breda, gemeente Breda: bureauonderzoek en cultuurhistorische quickscan. Bureau voor Archeologie Rapport 1346.

Langbroek, M., D. van der Goes & P. Pepping, 2018. Vegetatie- en plantensoortenkartering Chaam, Dorst, Het Merkske, Liesbos, Mastbos, Strijbeek en Ulvenhoutse Bos 2017. Van der Goes en Groot, rapport 2017-92.



- Leenders, K.A.H.W., 2004. Cultuurhistorische landschapsinventarisatie gemeente Breda.
- Leeuwen C.G. van, 1956. Natuurwetenschappelijke betekenis van het Ulvenhoutsebos. Rapport SBB, afdeling Natuurbescherming.
- Leys H.N., 1961. Een vegetatiekartering van het Liesbosch. De Levende Natuur, 1961
- Ludwig, H.A., 1981. Liesbos in de loop der eeuwen. Nederlands bosbouw tijdschrift 53: 236-240.
- Neut, M.J.A. van der, 2023. Quikscan Plangebied Liesbos. Ecoresult B.V., Alblasterdam.
- Oosten, M.F. van, 1967. Bijdrage tot de kwartair-geologie van Westelijk Noordbrabant.
- Schrama, E.J., F.H. Everts & M.H. Jalink, 2001. Gebiedsgerichte Bestrijding Verdroging Liesbos, systeemanalyse, knelpunten en maatregelen. Kiwa, Nieuwegein.
- Stiboka (Damoiseaux, J. H., Vos, G. A., Steur, G. G. L., Heijink, W., de Bakker, H., Boersma, O. H. & Hamming, C.), 1987. Bodemkaart van Nederland, Toelichting bij kaartblad 44 West Oosterhout
- Stiboka, 1983. Bodemkaart van Nederland 1:50.000, Kaartblad 50 West Tilburg. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Voeten, J, 2003. Onderzoek naar vernatting van het Liesbos ten bate van de natuurwaarden. Arcadis.
- Waenink, A.W., 1963. De bodemgesteldheid van de boswachterij "Het Liesbos".
- Wellens-Roemaat, S., Kool, L., & Goes, M. J., 2023. Rapport eDNA onderzoek metabarcoding amfibieën RA23140, Datura Molecular Solutions BV, Wageningen.

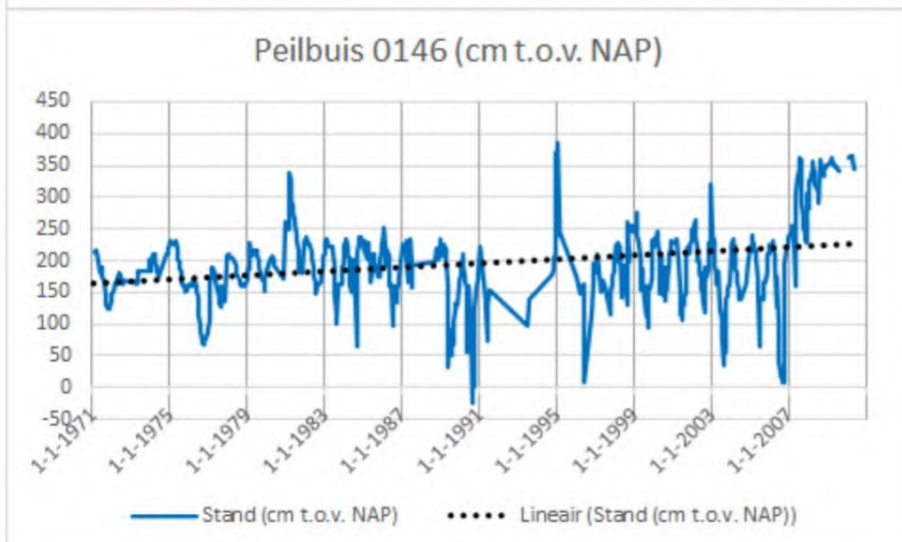
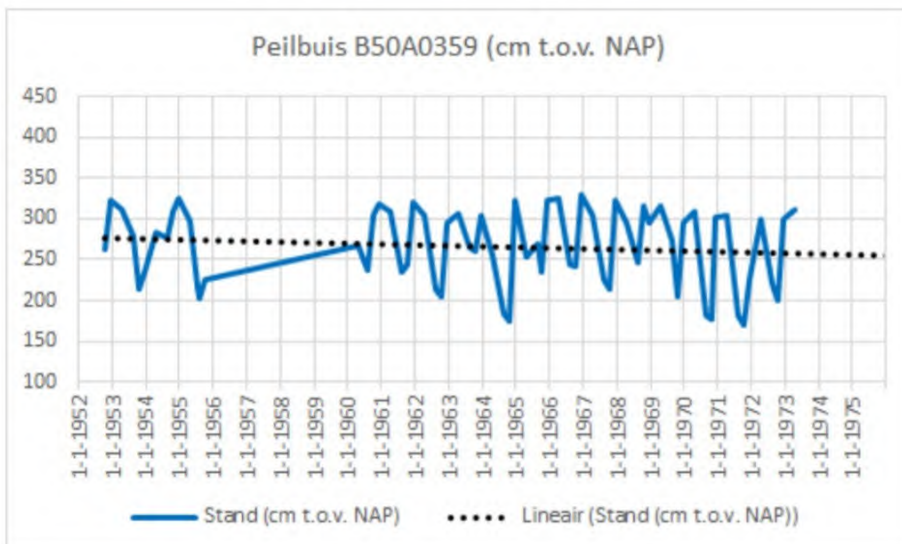
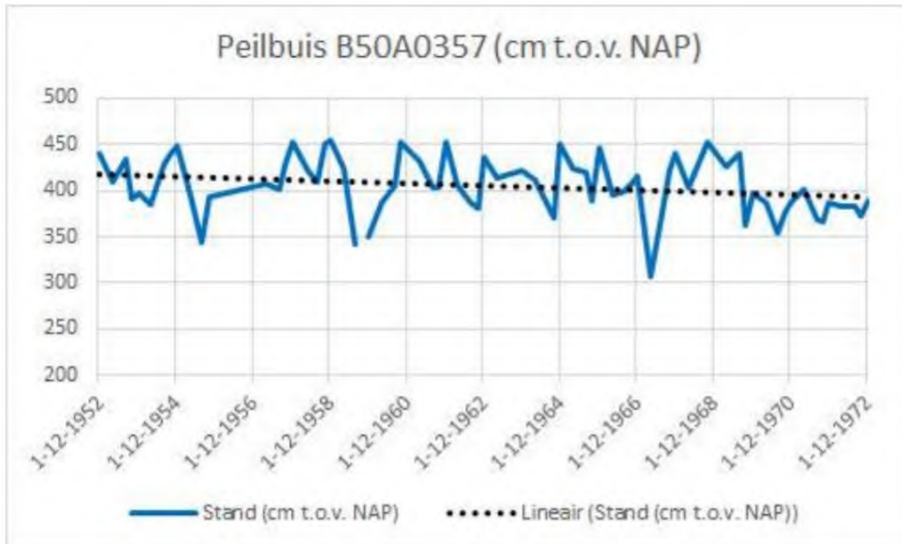


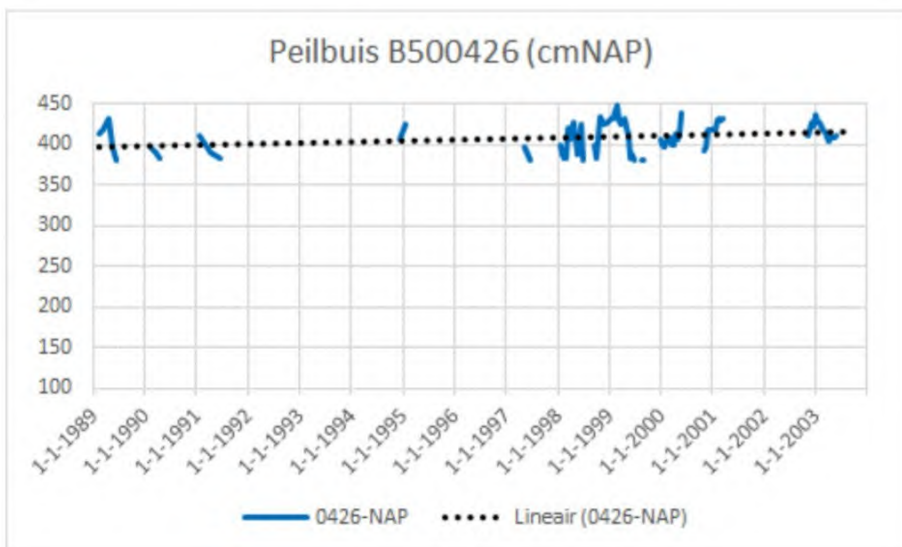
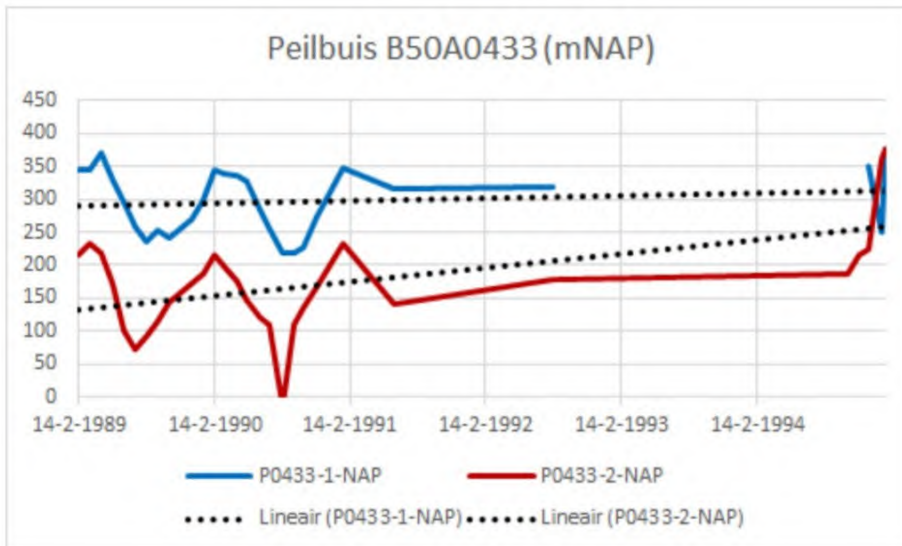
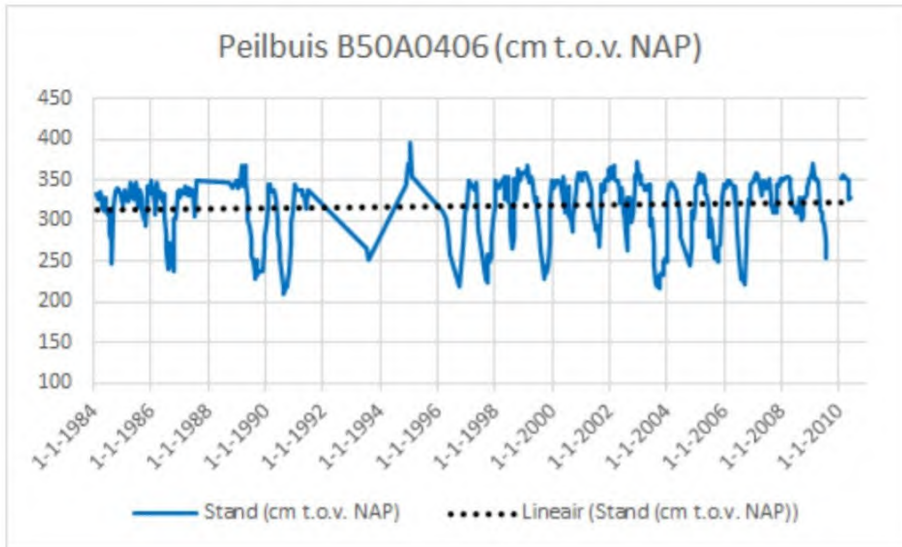
## Bijlage I Overzicht meetgegevens per peilbuis

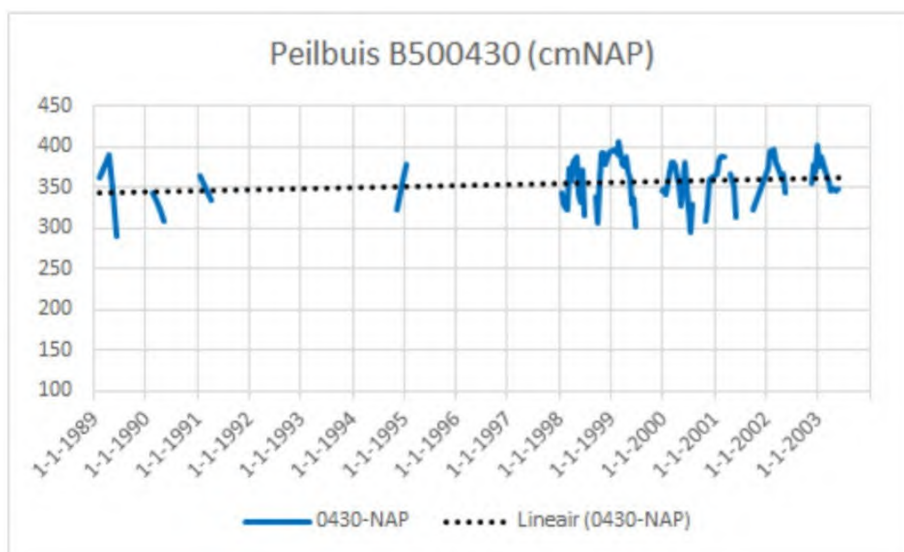
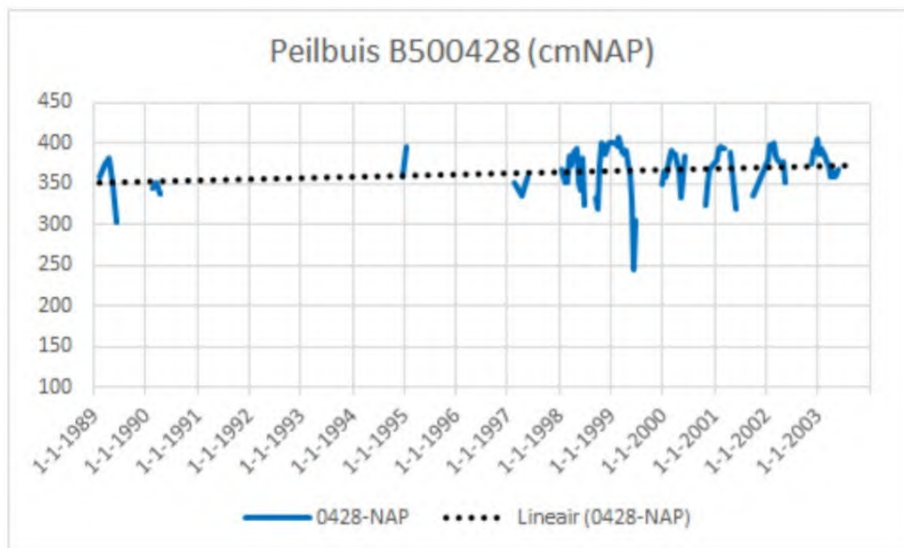
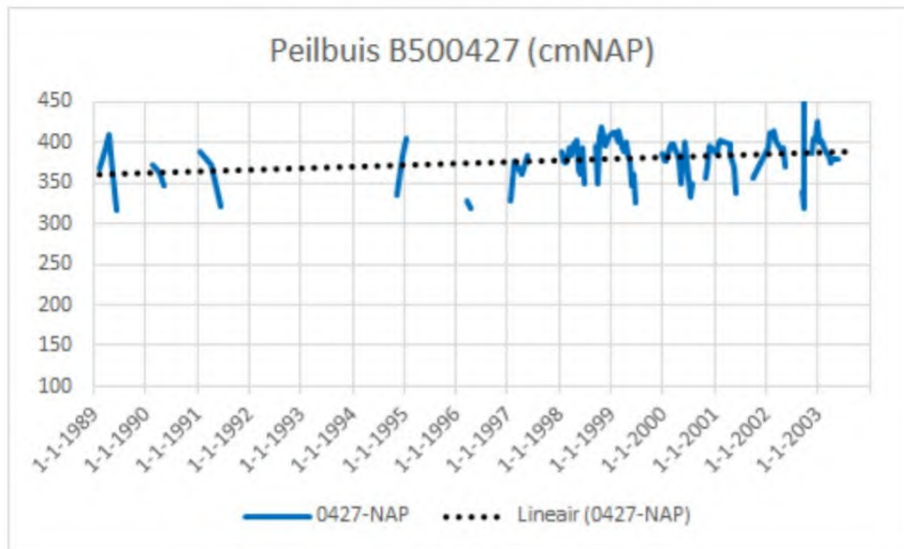
Locatie	1952	1953	...	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	...	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	...	1994	1995	1996	1997	1998	...	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018															
B50A0357	■	■		■	■	■	■	■	■	■																																																	
B50A0359	■	■		■	■	■	■	■	■	■																																																	
B50A0146																																																											
B50A0358																																																											
B50A0406																																																											
B50A0433																																																											
B50A0433																																																											
B50A0426																																																											
B50A0427																																																											
B50A0428																																																											
B50A0430																																																											
B50A0432																																																											
B50A0431																																																											
B50A1154																																																											
B50A1154																																																											
B50A1154																																																											
B50A0456																																																											
B50A0458																																																											
B50A0458																																																											
B50A0459																																																											
B50A0461																																																											
B50A0461																																																											
B50A0462																																																											
B50A0462																																																											
B50A0463																																																											
B50A0463																																																											
B50A0429																																																											
B50A0429																																																											
B50A0464																																																											
B50A0457																																																											
B50A0457																																																											
B50A0460																																																											
B50A0460																																																											
B50A0503																																																											
B50A0500																																																											
B50A0501																																																											
B50A0502																																																											
B50A0504																																																											
B50A0505																																																											

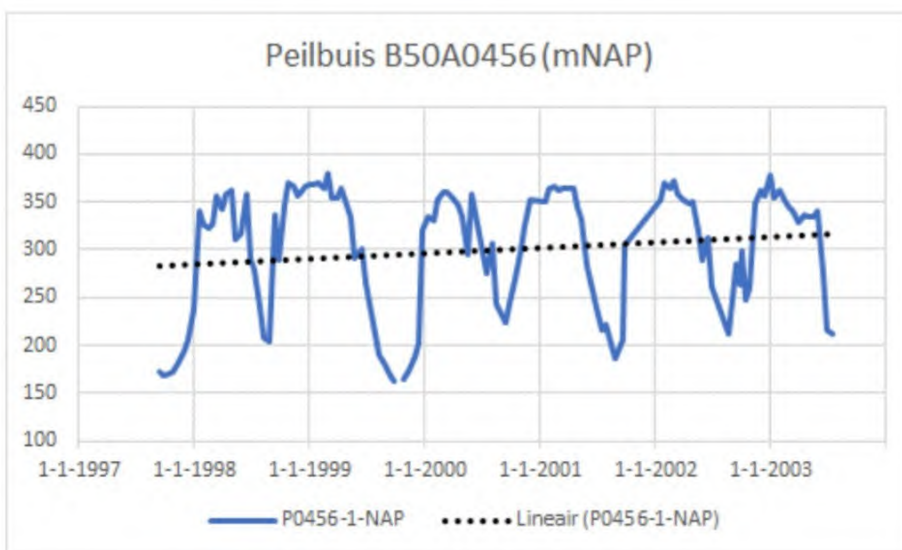
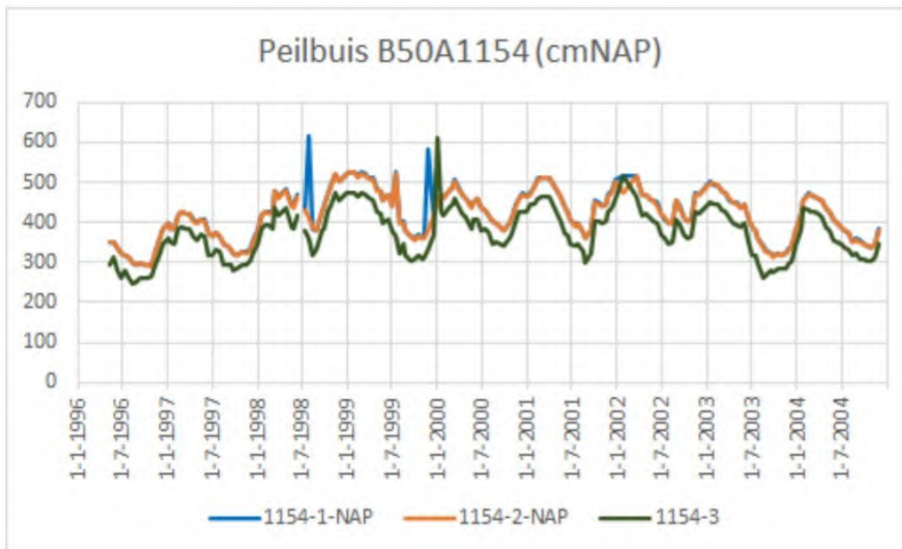
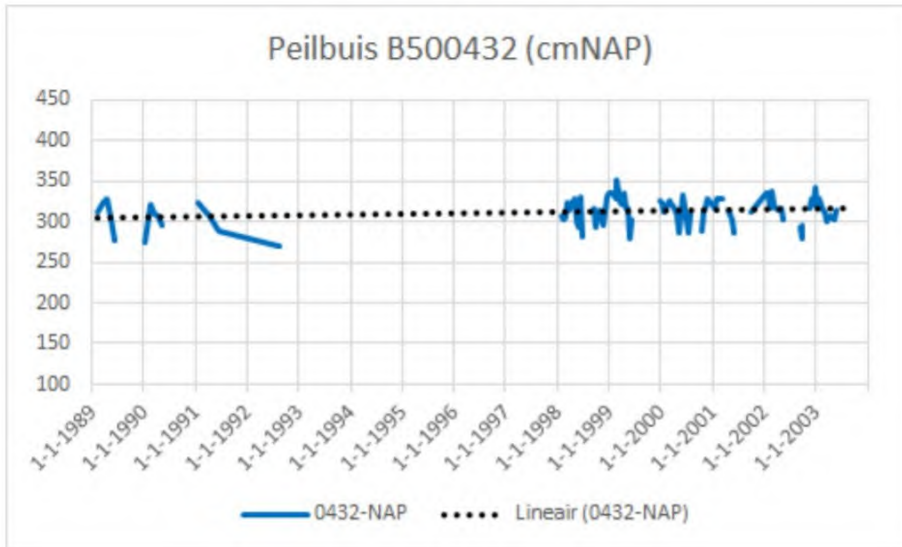
■ dagelijkse metingen met automatische drukopnemer

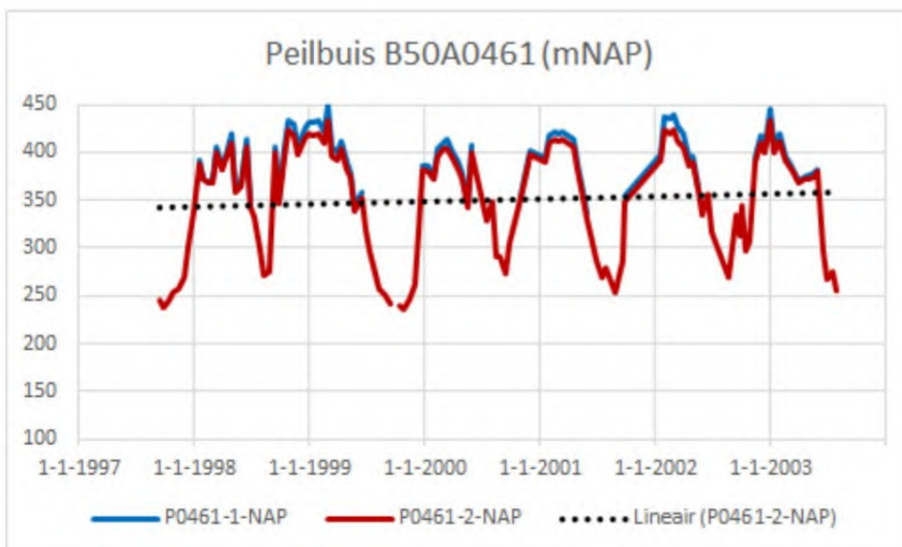
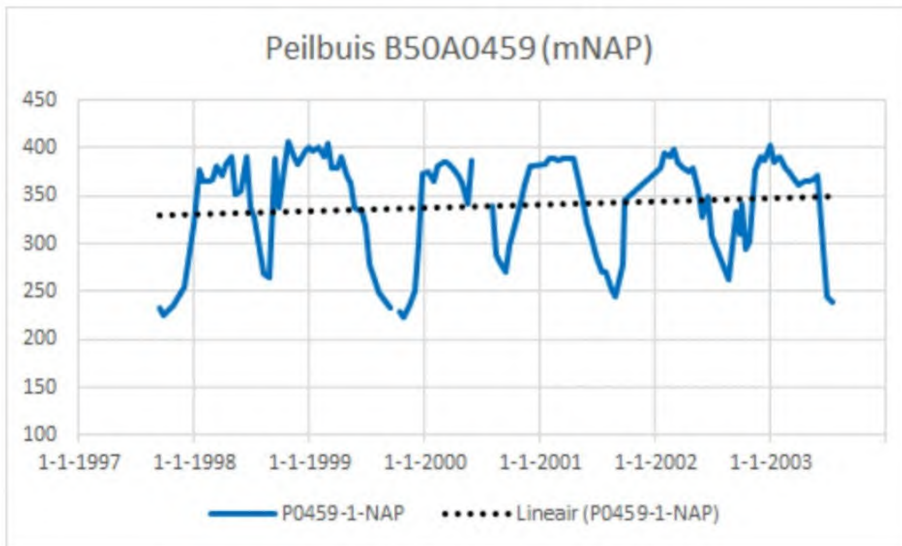
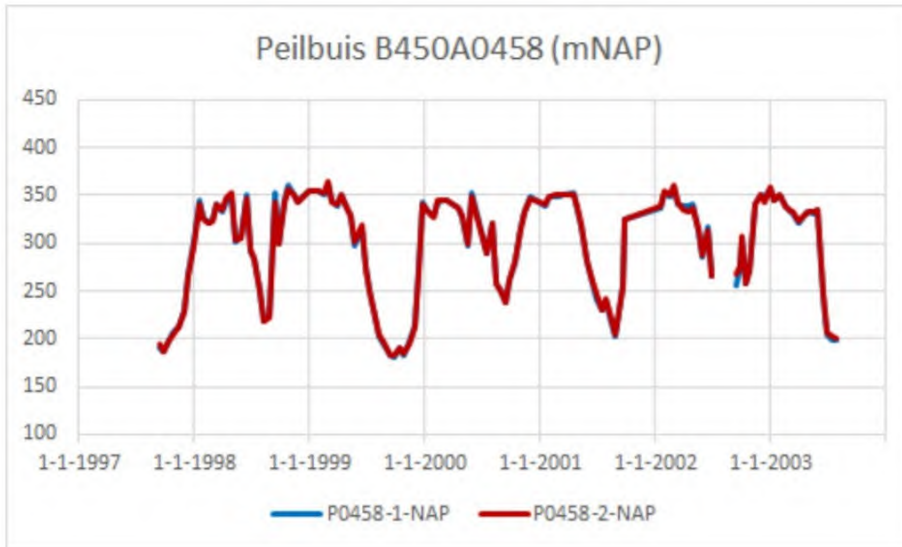


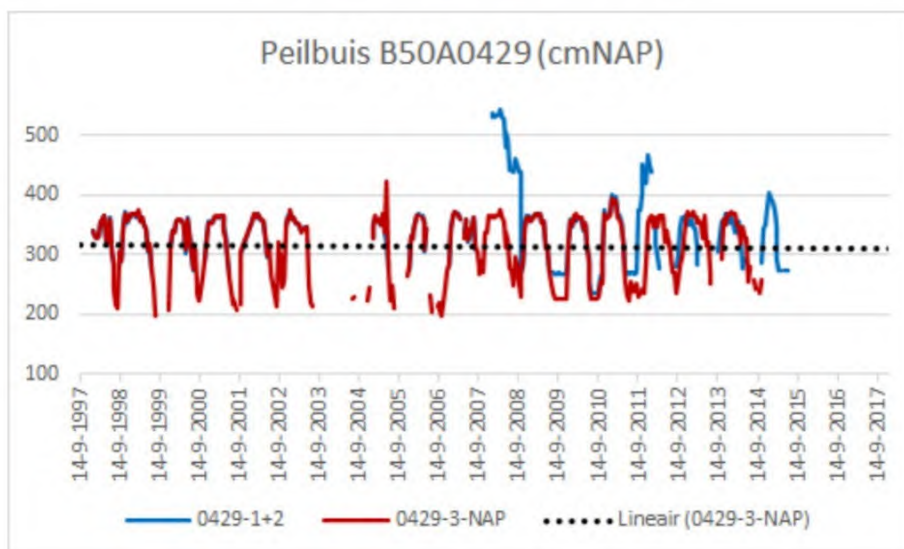
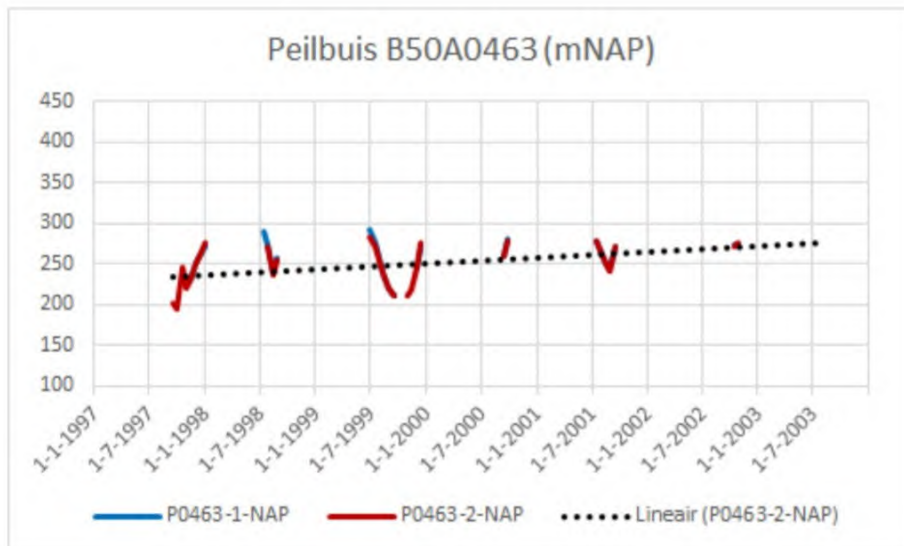
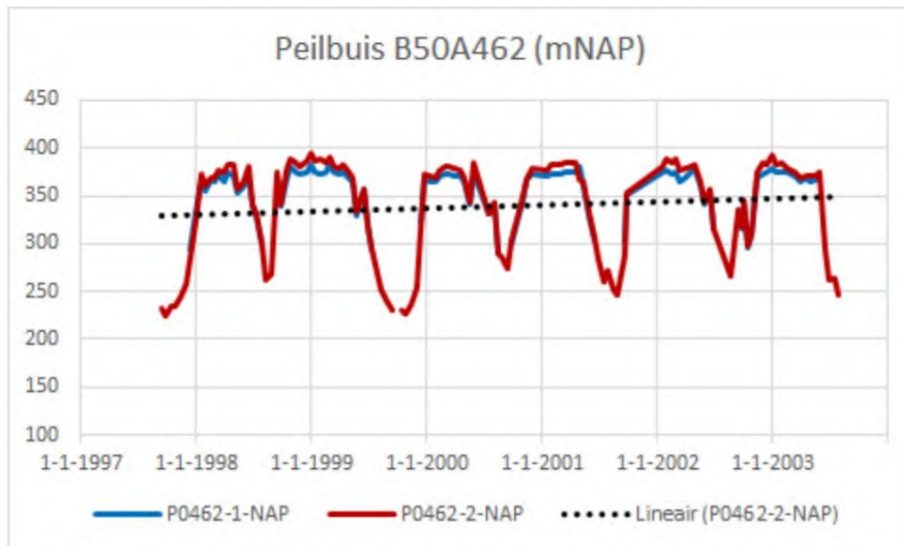


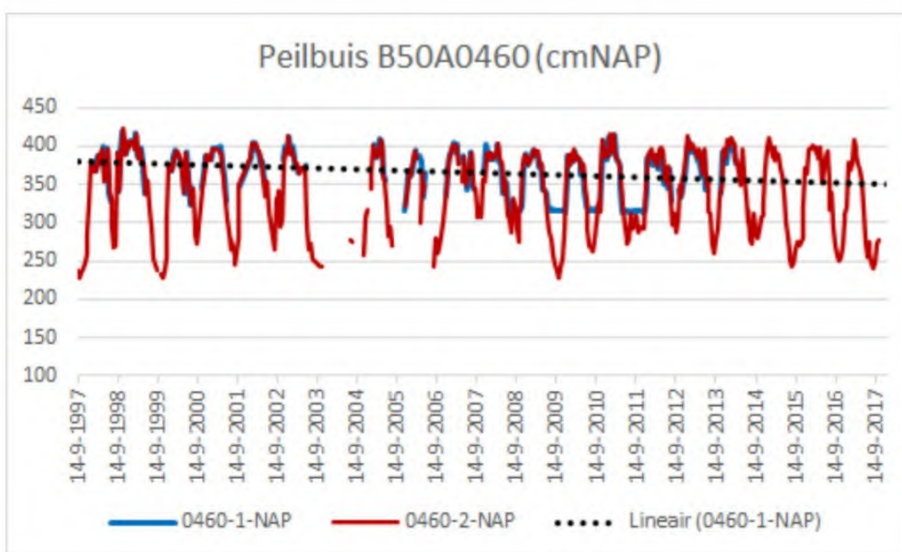
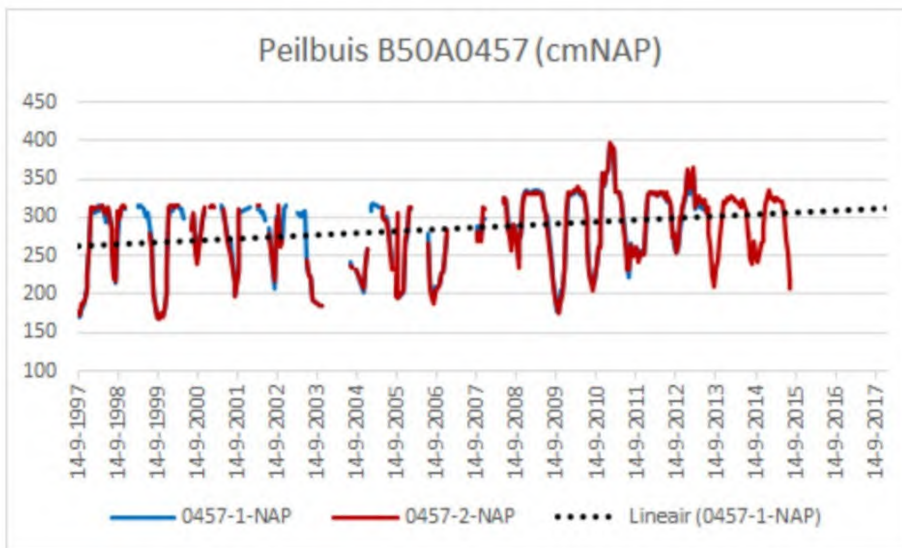
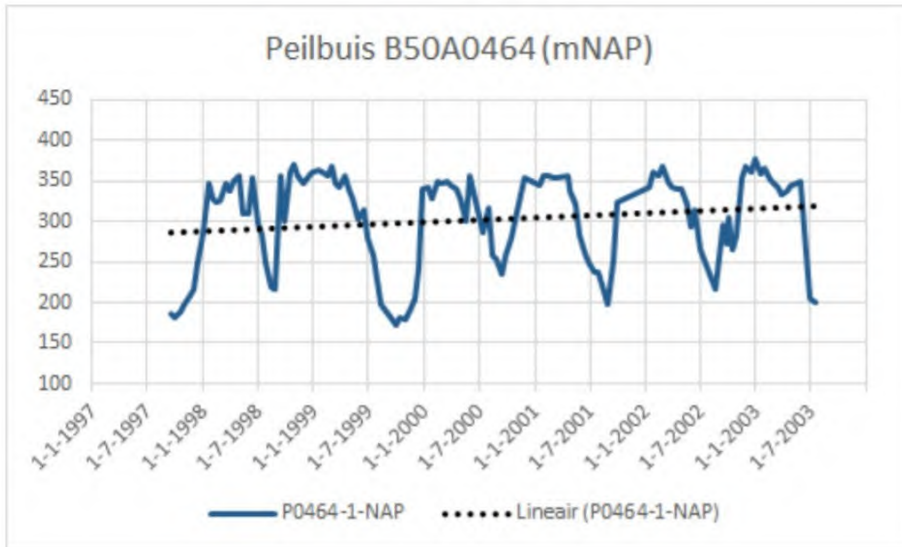


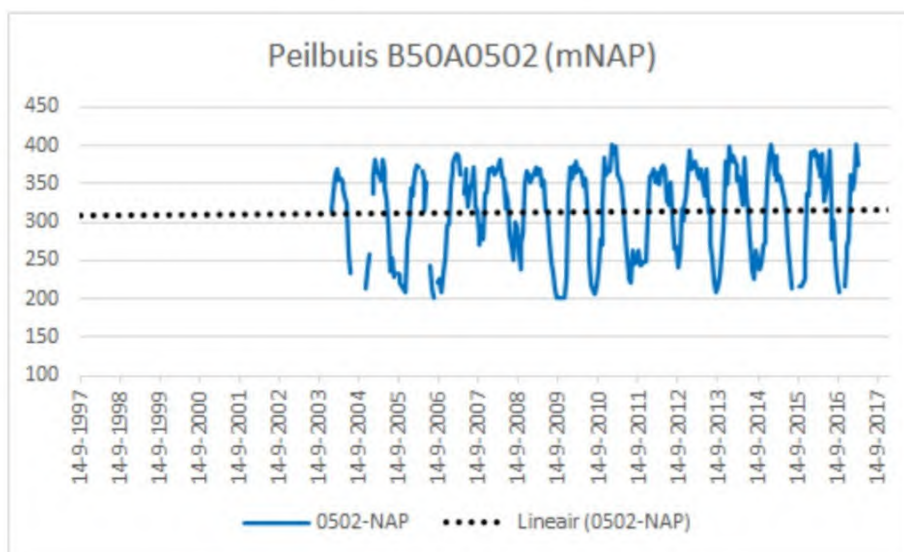
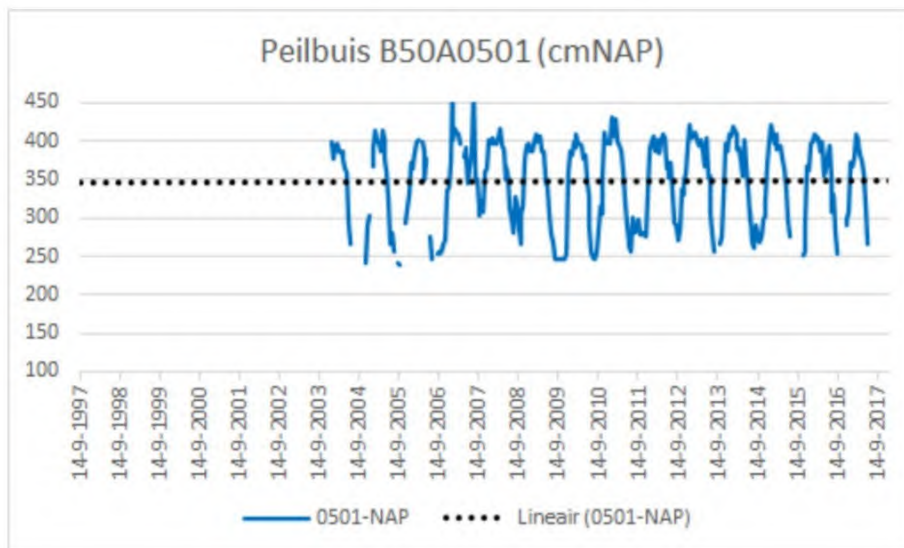
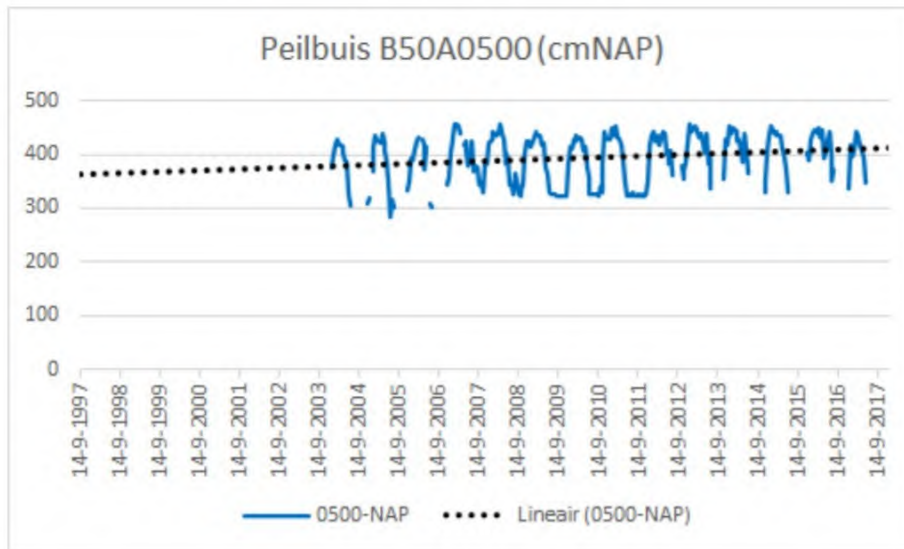


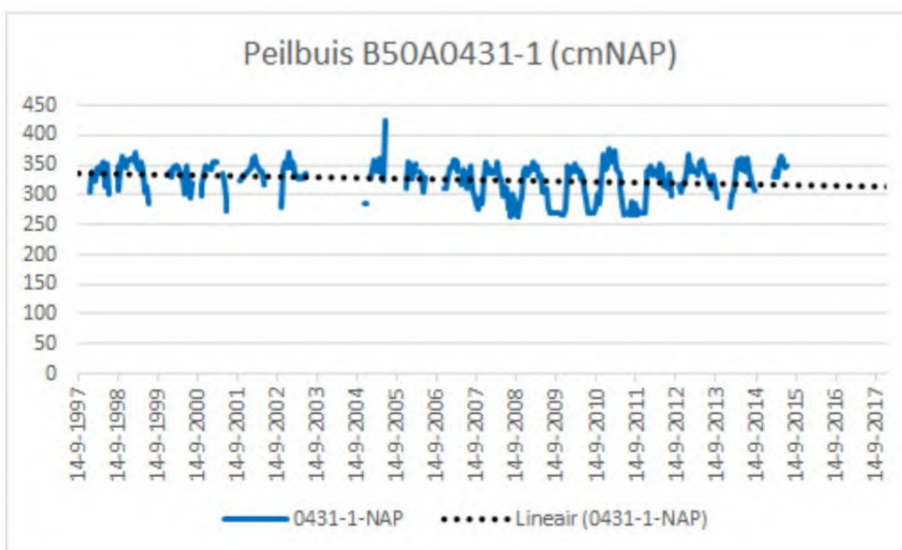
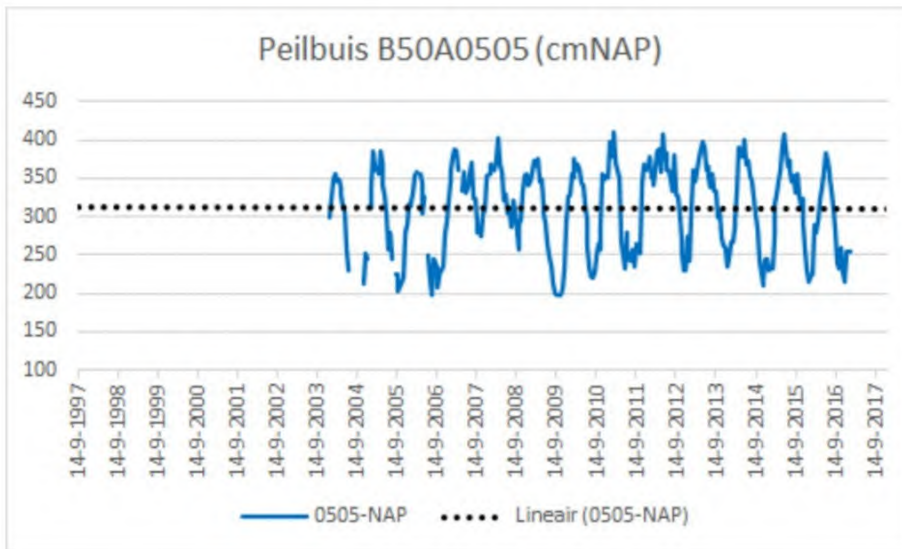
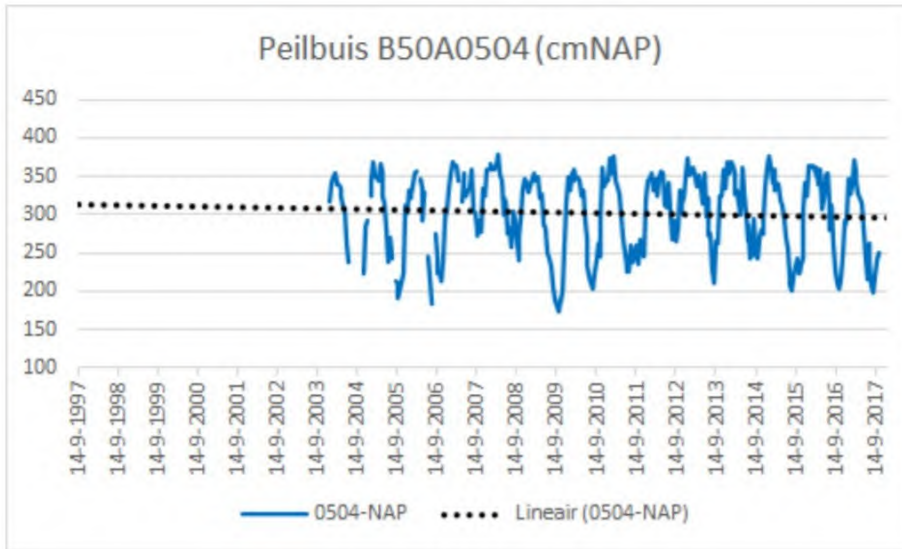










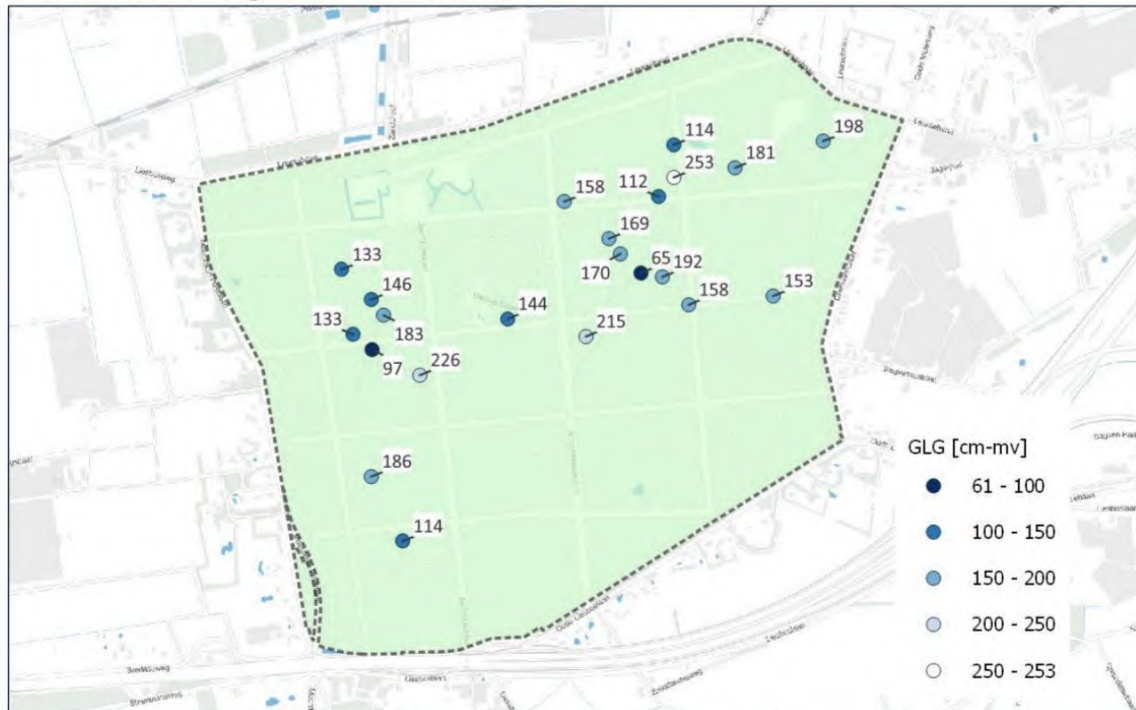


## Bijlage II Peilbuizen en berekende GxG

GHG: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand



GLG: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand



## GG: Gemiddelde grondwaterstand



Tabelmatig overzicht GxG per peilbuis

nr	Locatie	Filternr.	Diepte (m-mv)	GHG (cm-mv)	GLG (cm-mv)	GG (cm-mv)	Vershil GLG-GHG
29	B50A0146	1	58,12	137	253	185	116
28	B50A0357	1		*	*	*	
27	B50A0358	1		*	*	*	
26	B50A0359	1		*	*	*	
25	B50A0406	1	2,71	27	114	62	87
24	B50A0426	1	0,92	62	114	89	52
23	B50A0427	1	1,18	40	133	88	93
22	B50A0428	1	0,90	44	144	91	100
21	B50A0429	1+2	1,28	55	158	88	102
21	B50A0429	3	1,75	51	212	111	161
20	B50A0430	1	1,25	51	153	103	102
19	B50A0431	1	1,29	69	158	110	89
18	B50A0432	1	0,78	53	112	84	59
17	B50A0433	1	2,70	*	*	*	
17	B50A0433	2	58,12	*	*	*	
16	B50A0456	1	2,35	36	192	105	156
15	B50A0457	1	0,90	-61	65	0	127
15	B50A0457	2	1,63	-63	68	-9	131
14	B50A0458	1	1,82	36	169	91	133
14	B50A0458	2	2,52	36	168	91	132
13	B50A0459	1	1,57	40	183	97	143
12	B50A0460	1	0,98	56	146	100	91
12	B50A0460	2	1,99	55	190	113	134
11	B50A0461	1	2,00	31	133	89	102
11	B50A0461	2	0,83	50	195	118	145
10	B50A0462	1	0,55	8	97	39	89
10	B50A0462	2	1,17	-3	116	45	119
9	B50A0463	1	0,32	*	*	*	
9	B50A0463	2	0,98	*	*	*	
8	B50A0464	1	2,40	31	170	92	139
7	B50A0500	1	0,65	32	186	98	154
3	B50A0501	1	1,50	66	226	137	160
4	B50A0502	1	0,55	55	215	127	160
5	B50A0503	1		*	*	*	
6	B50A0504	1	0,90	42	181	103	140
2	B50A0505	1	1,00	45	198	118	153
1	B50A1154	1		*	*	*	
1	B50A1154	2		*	*	*	
1	B50A1154	3		*	*	*	



## Bijlage III Trend neerslag en verdamping meteo-station Gilze Rijen per seizoen

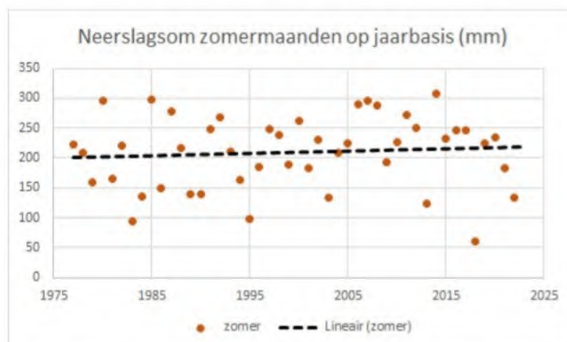
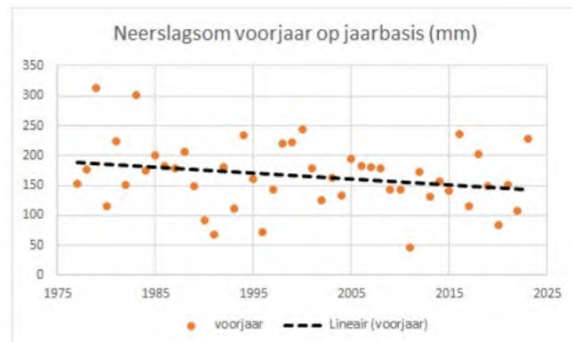
Winter: december, januari, februari

Voorjaar: maart, april, mei

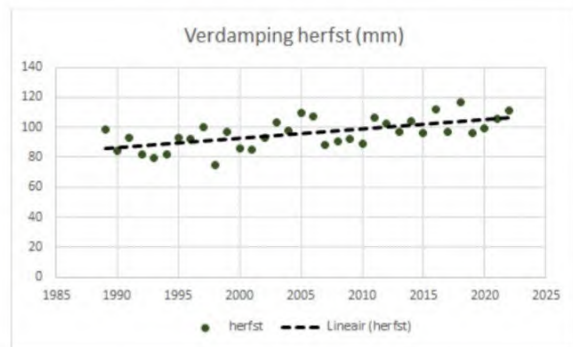
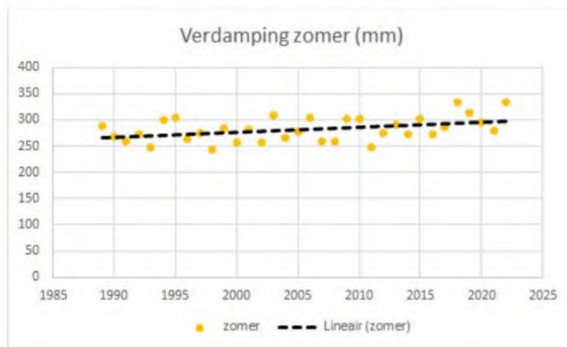
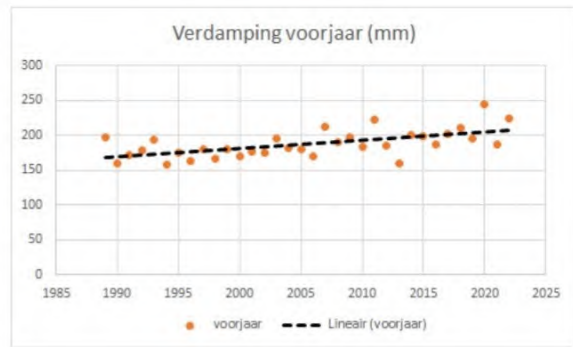
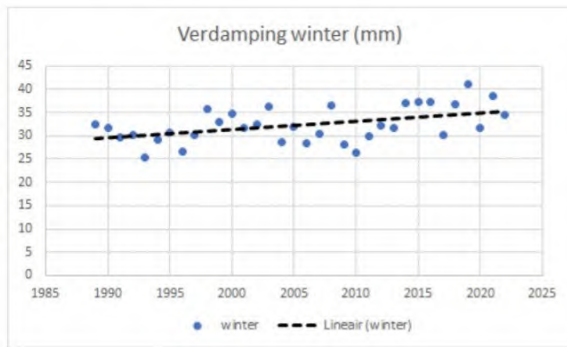
Zomer: juni, juli, augustus

Herfst: september, oktober, november

### Neerslag



## Verdamping



## Bijlage IV Meetgegevens

### Overzicht analysedata watermonsters

(OW = oppervlaktewater, PB = peilbuis). Data van 31 mei 2023, op 5 locaties ook 28 augustus 2023

Type	Code	Omschrijving	Diepte		alk	extinc-	turbiditeit	EGV	CO2	HCO3	NO3	NH4	PO4		
			buis (cm)	pH										meq/l	tie
OW	A	N-bermsloot meest noordelijke O-W laan thv buis 431		7,10	4,703	0,064	16,4	598	906	4734	4	57	1,23		
	28-8			6,835	2,30	0,087	10,8	348	727,11	2064	0	121	1		
OW	B	oostelijke bosloop 107520/399491 geen stroming		6,80	2,391	0,085	26,7	309	833	2166	1	90	0,44		
OW	C	westelijke beekloop thv buis 460		7,21	4,231	0,07	17,2	507	633	4273	1	82	0,77		
OW	D	watergang thv poel NO 107679/399921		6,99	2,5	0,079	14,2	355	614	2502	4	58	0,67		
PB	429	ZO van oostelijke loop, bij kruispunt	170	5,80				309	1299	336	495	4	0,38		
PB	429B	ZO van oostelijke loop, bij kruispunt	240	6,76				622	2036	4908	52	2	0,63		
PB	431	Langs noordelijke laan, tussen 2 lopen	170	5,19				152,8	2201	141	5	7	1,54		
PB	460A	Vogelkers-Essenbos	180	5,44				1056	1612	183	3	2	0,83		
PB	460B	Vogelkers-Essenbos	274	6,19				487	2514	1612	7	2	0,41		
	28-8			6,35				579	3088	2876	1	1	0,29		
PB	500	Stroomopwaarts v westelijke loop	125	5,73				122,3	3173	699	1	16	1,25		
PB	501	oost van westelijke loop	189	4,34				104,8	2727	25	10	2	0,59		
	28-8			6,71				155,9	585	1246	2	2	0,65		
PB	502	Bovenkant oostelijke loop	275	4,43				76,7	1776	20	1	2	0,24		
PB	504	Noordoost	138	4,84				108,5	2502	71	0	2	0,40		
	28-8			5,35				164,6	3185	297	0	2	0,24		
PB	505	Uiterst noordoost	122	4,45				123,4	2482	29	152	2	0,16		
	28-8			4,295				180,7	1592	13	731	1	0,08		
				Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Si	Zn
ICP: micromol per liter verse bodem															
OW	A	N-bermsloot meest noordelijke O-W laan thv buis 431	0	2302	1362	47	89	473	56	936	3,88	111	230	0	
	28-8		6	1343	665	120	42	213	29	527	8,20	238	216	0	
OW	B	oostelijke bosloop 107520/399491 geen stroming	11	1197	590	71	49	210	33	517	1,57	89	284	0	
OW	C	westelijke beekloop thv buis 460	0	2094	968	73	73	383	16	728	2,89	117	261	0	
OW	D	watergang thv poel NO 107679/399921	7	1322	802	82	62	295	36	619	3,21	129	238	0	
PB	429	ZO van oostelijke loop, bij kruispunt	66	794	848	8	6	303	5	864	0,71	493	521	8	
PB	429B	ZO van oostelijke loop, bij kruispunt	8	2820	625	3	6	442	1	531	2,22	530	241	1	
PB	431	Langs noordelijke laan, tussen 2 lopen	121	191	464	46	14	70	23	676	5,94	301	543	16	
PB	460A	Vogelkers-Essenbos	70	1973	7057	9	14	643	24	4524	3,01	1515	519	59	
PB	460B	Vogelkers-Essenbos	2	1567	1279	2	9	472	0	932	0,83	878	290	0	
	28-8		6	1919	948	10	14	531	2	1064	1,30	829	304	1	
PB	500	Stroomopwaarts v westelijke loop	116	314	161	619	21	74	34	228	13,81	46	262	3	
PB	501	oost van westelijke loop	152	23	433	28	11	28	1	424	1,37	82	296	2	
	28-8		173	555	316	72	11	104	1	422	7,52	154	340	3	
PB	502	Bovenkant oostelijke loop	79	48	265	21	9	26	2	319	0,54	89	458	1	
PB	504	Noordoost	162	110	441	131	8	57	5	485	1,91	100	483	6	
	28-8		315	299	640	152	8	141	6	622	10,02	126	436	5	
PB	505	Uiterst noordoost	212	74	382	5	11	39	1	336	0,70	188	188	5	
	28-8		423	136	389	23	9	78	3	360	6,74	131	285	5	



## Analysedata bodemonsters

Code	Omschrijving	x	y	Laag cm -mv	Vocht %	Dichth. kg DW/l	Orgstof %	Olsen-P µmol/l
1	Laan	107,273	399,782	0-10	19,28	0,87	7	1146
2 a	Beuk NW	106,757	399,789	0-10	45,44	0,20	61	534
2 b				10-20	14,10	0,87	7	1069
3 a	Eik NW	106,674	399,632	0-10	55,91	0,23	45	699
3 b				10-20	23,66	0,83	8	1134
4 a	Alno-Padion esdoorn	106,888	399,541	0-10	15,65	0,82	7	768
4 b				10-20	12,23	1,07	3	569
5	Alno-Padion beek	106,903	399,514	0-10 cm	21,29	0,80	7	1078
6 a	Alno Padiin pru pad	106,915	399,504	0-10	15,92	0,92	6	865
6 b				10-20	16,26	1,02	4	920
7	Overgang Alno-Padion droog	106,912	399,468	2-12 cm	18,50	0,75	8	897
8 a	Eiken-berkenbos vochtig	106,959	399,403	0-6 cm	44,06	0,27	45	850
8 b				6-16 cm	20,61	0,94	7	1382
9 a	Eik adelaarsvaren	107,000	399,116	0-10	45,34	0,42	21	693
9 b				10-20	21,43	0,94	7	888
10 a	Eik adelaarsvaren-braam	106,888	398,929	0-12	48,15	0,29	37	688
10 b				12-22	18,49	0,80	6	618
11 a	Moeraszegge-eik	107,018	398,976	0-10	52,40	0,30	38	793
11 b				10-20	28,66	0,94	8	1252
12 a	Dubbelloof eik	107,174	398,924	0-10	54,01	0,34	38	834
12 b				10-20	22,95	0,81	9	745
13	Laan fraai hertshooi	107,750	399,159	0-10	7,81	1,06	4	796
14 a	Eik-Adelaarsvaren vochtig	107,712	399,334	0-9	59,64	0,21	52	490
14 b				9-19	20,06	0,90	7	689
15	Laan Hengel	107,652	399,513	0-10	24,19	0,44	19	1018
16	Alno-Padion centraal	107,573	399,623	0-10	27,49	0,83	10	1641
17	wilg centraal	107,571	399,630	0-10	41,65	0,82	12	1162
18	Laan beuk zuur	107,731	399,809	0-10	19,37	0,87	6	863
19	Wilg langs poel NO	107,722	399,988	0-10	48,42	0,58	19	557
20	Haagbeuk	107,580	399,874	0-5	62,37	0,19	65	690
20				5-15	22,89	0,96	7	1303
21 a	Linde	107,339	399,715	0-5	52,52	0,25	53	847
21 b				5-15	22,51	0,83	10	757
22 a	Elzenzegge	107,199	399,274	0-10	40,50	0,60	12	1025
22 b				15-25	20,72	1,24	3	764



Code	Omschrijving	Al	Ca	Cl	Fe	K	Mg	Mn	P	S	Si	Zn
		Destructie (mmol/liter verse bodem)										
1	Laan	206	6	10	102	9	21	0,8	6,2	7	9	0,3
2 a	Beuk NW	23	15	22	10	2	5	0,5	2,9	9	2	0,2
2 b		229	8	15	88	8	19	0,5	5,5	7	8	0,4
3 a	Eik NW	13	8	18	7	2	4	0,5	2,8	9	2	0,1
3 b		88	4	16	43	5	6	0,3	4,4	7	11	0,2
4 a	Alno-Padion esdoorn	278	13	4	202	8	26	2,1	6,1	7	11	0,5
4 b		396	15	0	305	11	39	4,3	6,0	4	11	0,6
5	Alno-Padion beek	262	16	4	269	10	26	2,7	7,6	7	6	0,4
6 a	Alno Padiin pru pad	347	26	2	292	9	35	6,5	8,6	6	10	0,5
6 b		414	21	0	419	10	40	12,2	9,0	6	8	0,5
7	Overgang Alno-Padion droog	173	12	4	274	8	19	2,4	6,4	7	5	0,3
8 a	Eiken-berkenbos vochtig	49	13	18	38	3	6	1,1	4,9	10	2	0,2
8 b		320	9	7	250	10	31	1,3	6,2	7	8	0,3
9 a	Eik adelaarsvaren	63	7	18	86	3	6	1,2	3,8	9	3	0,1
9 b		87	3	18	64	4	6	0,6	3,2	6	4	0,2
10 a	Eik adelaarsvaren-braam	21	9	21	11	2	4	0,2	2,7	8	2	0,1
10 b		76	3	10	36	3	5	0,1	2,5	4	6	0,1
11 a	Moeraszegge-eik	54	17	28	24	3	5	0,2	4,4	13	3	0,1
11 b		323	29	21	61	10	21	0,3	7,6	16	7	0,3
12 a	Dubbelloof eik	35	10	26	14	3	6	0,5	3,5	11	5	0,2
12 b		140	4	14	43	6	10	0,3	3,4	6	10	0,2
13	Laan fraai hertshooi	285	6	7	80	11	22	0,5	3,9	4	8	0,2
14 a	Eik-Adelaarsvaren vochtig	16	7	23	7	2	4	0,5	2,5	9	1	0,1
14 b		125	3	19	50	6	8	0,4	3,3	6	7	0,4
15	Laan Hengel	151	4	25	66	7	13	0,5	5,8	8	3	0,3
16	Alno-Padion centraal	717	16	9	210	11	39	5,0	14,3	11	9	1,0
17	wilg centraal	524	62	14	147	9	32	2,0	15,9	21	5	0,9
18	Laan beuk zuur	207	5	6	89	8	18	0,5	4,4	5	7	0,5
19	Wilg langs poel NO	136	57	25	35	5	14	0,6	5,7	25	3	0,3
20	Haagbeuk	20	11	15	9	2	4	0,4	2,9	9	1	0,2
20		203	8	12	77	8	16	0,3	5,4	8	8	0,5
21 a	Linde	33	14	20	12	3	5	0,5	4,2	11	2	0,2
21 b		197	7	19	65	7	13	0,3	4,4	9	12	0,5
22 a	Elzenzegge	177	7	19	64	7	13	0,2	7,0	15	22	0,4
22 b		465	11	0	272	15	45	4,2	5,4	6	7	0,7



Code	Omschrijving	Zout-extract (micromol/liter verse bodem)											
		101	280	3018	828	25	378	831	33	3	106	82	15
1	Laan	101	280	3018	828	25	378	831	33	3	106	82	15
2 a	Beuk NW	367	504	104	6563	4	368	2711	164	65	97	143	31
2 b		176	81	2954	2728	35	302	1178	10	4	146	116	26
3 a	Eik NW	726	388	130	4020	3	978	2318	245	94	97	131	22
3 b		516	129	2012	1488	24	882	695	76	25	146	109	13
4 a	Alno-Padion esdoorn	246	82	1882	4825	13	221	1296	167	1	109	90	30
4 b		157	53	2598	5236	10	172	1496	99	0	111	114	51
5	Alno-Padion beek	236	80	2441	5314	20	516	1649	153	2	152	91	12
6 a	Alno Padiin pru pad	217	227	527	12103	7	330	3614	153	1	125	105	13
6 b		207	365	1822	9159	7	331	2436	190	1	165	127	14
7	Overgang Alno-Padion droog	281	103	1441	6552	23	448	1509	229	2	156	81	20
8 a	Eiken-berkenbos vochtig	65	141	383	5914	34	286	1881	448	9	84	149	42
8 b		109	51	4204	1926	74	278	635	98	2	218	145	14
9 a	Eik adelaarsvaren	253	198	686	4615	22	643	2077	491	27	108	112	27
9 b		241	204	2291	1260	23	603	596	111	9	119	58	12
10 a	Eik adelaarsvaren-braam	508	213	154	5562	5	782	2754	99	28	83	113	22
10 b		188	85	1880	1502	17	409	529	15	4	89	38	11
11 a	Moeraszegge-eik	182	246	333	8727	54	396	1835	91	6	265	101	21
11 b		135	58	792	11925	29	177	1293	8	1	744	171	15
12 a	Dubbelloof eik	587	155	357	5641	8	1054	3603	271	21	115	190	29
12 b		244	44	2193	1972	24	649	1080	83	4	114	86	14
13	Laan fraai hertshooi	115	141	1679	1093	14	272	238	36	0	83	45	9
14 a	Eik-Adelaarsvaren vochtig	110	417	244	4099	5	808	2776	307	23	94	136	30
14 b		85	548	2277	1237	26	724	698	371	6	150	80	16
15	Laan Hengel	9	122	1515	2257	162	544	1463	103	4	94	141	31
16	Alno-Padion centraal	406	217	3073	4970	12	291	1106	356	2	189	117	41
17	wilg centraal	810	109	107	22713	8	238	3354	21	1	1501	295	11
18	Laan beuk zuur	474	111	2938	495	17	233	452	15	2	123	61	8
19	Wilg langs poel NO	41	181	66	20387	12	133	3210	49	3	2010	159	5
20	Haagbeuk	219	256	206	5822	7	310	2204	243	24	92	221	27
20		83	88	2551	1815	57	466	669	45	7	136	177	9
21 a	Linde	249	330	181	6488	7	451	2486	230	36	81	112	27
21 b		178	39	2692	2328	27	413	866	49	4	123	122	17
22 a	Elzenzegge	194	134	2400	3549	102	178	807	60	2	257	251	39
22 b		124	36	4572	986	36	200	177	12	1	305	186	20



## Bijlage V Vegetatie-opnamen

## Vegetatie-opnamen (zie ook bijlage 4, chemiedata, voor meer kopgegevens)

Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22							
Lengte proefvlak (m)	20	10	20	12	12	12	12	10	10	10	10	10	30	10	20	10	10	20	10	15	10	9							
Breedte proefvlak (m)	3	10	5	8	8	8	8	10	10	10	10	10	1.50	10	3	10	10	2	10	7	10	9							
Bedekking totaal (%)	95	95	95	98	95	95	95	90	95	98	95	90	95	95	95	95	95	95	95	80	95	90							
Bedekking boomlaag (%)	55	70	75	85	65	80	70	70	45	55	60	60	45	65	70	80	20	60	70	65	90	40							
Bedekking struiklaag (%)	0	35	20	10	45	10	20	5	0	1	5	0	0	5	0	30	80	5	10	5	2	0							
Bedekking kruidlaag (%)	45	2	20	30	20	60	20	45	95	98	80	30	95	60	60	50	20	90	30	15	20	60							
Aantal soorten	30	24	17	33	37	43	41	33	21	22	27	29	45	22	36	42	21	23	26	12	28	22							
																							Ned_naam						
<i>Agrostis capillaris</i>	2a												2b		2b	+							Gewoon struisgras						
<i>Carex pilulifera</i>	+								r				r	+									Pilzegge						
<i>Carex remota</i>	r			r	r	r	+								r	+	r						Ille zegge						
<i>Deschampsia flexuosa</i>	r																						Bochtige smele						
<i>Fagus sylvatica</i>	4	4	+	+	+							2a				2b							Beuk						
<i>Fagus sylvatica</i>	jl	+	2b				r	r															Beuk						
<i>Holcus mollis</i>	+												2b		1								Gladde witbol						
<i>Lonicera periclymenum</i>	r						+	2b		3	3		+	2a	2a					+		+	r	Wilde kamperfoelie					
<i>Panicum undulatum</i>	r																						Waterpeper						
<i>Trichum undulatum</i>	1			2m	2m	2a	1				+												Groot rimpelmos						
<i>Kindbergia praelonga</i>	2m					2a	3	1					2a		+	2a							1	Fijn laddermos					
<i>Hypnum jutlandicum</i>	2a		+	1			+					r			+								2a	Heideklauwtjesmos					
<i>Mnium hornum</i>	+						+		2m						+								+	Gewoon sterrenmos					
<i>Polytrichum formosum</i>	3		+	2a	1	2m			+				r		+	2b	1						4	1	Fraai haarmos				
<i>Amanita citrina</i>	r												r		r									r	Gele knolamaniet				
<i>Amanita excelsa</i>	r																								r	Grauwe amaniet			
<i>Collybia dryophila</i> s.l.	r	r			r	r							r		r										r	Collybia dryophila s.l.			
<i>Flammulaster carpophilus</i>	r																									r	Beukedopvloksteeltje		
<i>Hebeloma helodes</i> s.s.	r																									r	Moerasvaalhoed		
<i>Inocybe napipes</i>	r	r					r	r	r				r														r	Bruine knolvezelkop	
<i>Lactarius subdulcis</i>	r								r																		r	Bitterzoete melkzwam	
<i>Merasmellus vallantii</i>	r																										r	Halmruitertje	
<i>Mycena epipterygia</i> s.s.	r																										r	Graskleefsteelmycena	
<i>Mycena galopus</i>	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Melksteelmycena	
<i>Mycena sanguinolenta</i>	r																										r	Kleine bloedsteelmycena	
<i>Rickenella fibula</i>	r	r		r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Oranjegeel trechttertje	
<i>Russula cyanoxantha</i>	r																										r	Regenboogrussula	
<i>Russula fellea</i>	r																										r	Beukerussula	
<i>Russula graveolens</i> s.s.	r																										r	Vissige eikerussula	
<i>Russula nigricans</i>	r																										r	Grofplaatrussula	
<i>Russula nisigallina</i>	r																										r	Abrikozenrussula	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	jl	+										r															r	Gewone esdoorn	
<i>Castanea sativa</i>	zl	r	r	r	r		+																				r	Tamme kastanje	
<i>Ilex aquifolium</i>	jl	r	r					r																				r	Hulst
<i>Quercus robur</i>	r	4					3	3	3	4	4	3	4			2a											+	3	Zomereik
<i>Rubus fruticosus</i> s.l.	2a	1	2a	+	+	1	2b	1	2m	2a	r	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	r						r	Gewone braam
<i>Amanita fulva</i>	r																											r	Roodbruine slanke amaniet
<i>Amanita rubescens</i> f. <i>rubescens</i>	r																											r	Amanita rubescens f. rubescens
<i>Collybia peronata</i>	r			r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Scherpe collybia
<i>Laccaria amethystina</i>	r																											r	Amethystzwam
<i>Laccaria laccata</i> s.s.	r			r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Gewone fopzwam
<i>Laccaria proxima</i>	r																											r	Schubbig fopzwam
<i>Lactarius theiogalus</i>	r	r							r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Rimpelende melkzwam
<i>Megacollybia platyphylla</i>	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Breedplaatstreephoed
<i>Mycena vitilis</i>	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Papilmycena
<i>Psathyrella artemisiae</i>	r																											r	Wollige franjehoed
<i>Russula amoenolens</i>	r						r	r																				r	Scherpe kamrussula
<i>Russula ochroleuca</i>	r							r	r																			r	Geelwitte russula
<i>Russula parazurea</i>	r																											r	Berijpte russula
<i>Scleroderma citrinum</i>	r							r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	Gele aardappelbovist



Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
Dryopteris dilatata			2a	2a	+	+	2m	+	+	r	2b	+		+	r	+		+		2a	2a		Brede stekelvaren		
Dryopteris carthusiana				+							+			r	r								Smalle stekelvaren		
Prunus serotina				r																			Amerikaanse vogelkers		
Sorbus aucuparia	jl		r	r			+	+				r		+	r						+	r	Wilde lijsterbes		
Amelanchier lamarckii				2b	r									r	+					r	2a		Amerikaans krentenboompje		
Citocybe marginella				r					r	r													r	Bleekrandtrechterzwam	
Lactarius quietus			r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r											r	Kaneelkleurige melkzwam
Acer pseudoplatanus				5		+	3									4								Gewone esdoorn	
Acer pseudoplatanus	zl			1			1																	Gewone esdoorn	
Anemone nemorosa				1	+	+	r									2m								Bosanemoon	
Athyrium filix-femina				2a	1	+	+				2m	r		+	r								+	Wijfjesvaren	
Galeopsis tetrahit				r																				Gewone hennepnetel	
Hedera helix				+	1	1	2m	+								+								Klimop	
Juncus effusus				r	r		r						r	r	r	r	+					r	1	Pitrus	
Luzula pilosa				+									r	r	2a	r								Ruige veldbies	
Oxalis acetosella				r	r											+								Witte klaverzuring	
Phragmites australis				r																				Riet	
Eurhynchium striatum				2m	2m	3										1								Geplooid snavelmos	
Boletus chrysenteron s.s.				r																				Roodsteelfluweelboleet	
Collybia confluens				r																				Bundelcollybia	
Collybia dryophila s.s.				r			r							r				r						Eikebladzwammetje	
Delicatula integrella				r												r	r	r	r					Plooiplaatzwammetje	
Laccaria tortilis				r																				Gekroesde fopzwam	
Mycena leptcephala				r	r	r		r								r								Stinkmycena	
Physisponnus vitreus				r																				Glazige buisjeszwam	
Pluteus cervinus				r																			r	Gewone hertezwam	
Rickenella swartzii				r	r																			Paarshartrechttertje	
Cardamine pratensis				r	r																			Pinksterbloem	
Corylus avellana	jl			r			+	r															r	Hazelaar	
Prunus padus				3	5	2a										2a	+							Vogelkers	
Quercus petraea				3																				Wintereik	
Urtica dioica				r													+							Grote brandnetel	
Brachythecium rutabulum				+													+							Gewoon dikkopmos	
Leucocoprinus brebissonii				r		r			r															Spikkelplooiparasol	
Merasmium bulliardii				r	r											r	r							Dwergwielkje	
Merasmium rotula				r	r											r								Wielkje	
Mycena acicula				r																		r		Oranje dwergmycena	
Plagiomnium undulatum				+	+																			Gerimpeld boogsterrenmos	
Plagiothecium nemorale				+	+																			Groot platmos	
Betula pendula					r						+											2b		Ruwe berk	
Cardamine flexuosa					+																			Bosveldkers	
Geum urbanum					+																			Geel nagelkruid	
Quercus robur	zl				+								r										+	Zomereik	
Stellaria media					+																			Vogelmuur	
Clavulina coralloides s.s.					r																			Witte koraalzwam	
Cortinarius umbrinolens					r					r														Bietergordijnzwam	
Entoloma rhodopodium f. rhodopodium					r											r								Entoloma rhodopodium f. rhodopodium	
Inocybe asterospora					r	r																		Sterspoorvezelkop	
Inocybe curvipes					r	r																		Zilversteelvezelkop	
Inocybe sindonia					r																			Blonde vezelkop	
Lactarius glycosmus					r																			Kokosmelkzwam	
Merasmium torquescens					r																			Behaarde roodsteeltaailing	
Mycena filipes					r																			Mycena filipes	
Mycena speirea					r										r		r		r					Kleine breedplaatmycena	
Pluteus phlebophorus					r																			Geaderde hertezwam	
Russula ionochlora					r								r											Violetgroene russula	
Corylus avellana							r				+													Hazelaar	



Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
<i>Dryopteris filix-mas</i>							r																Mannetjesvaren		
<i>Amelanchier lamarckii</i>	jl						r	+										r		r			Amerikaans krentenboompje		
<i>Dicranella heteromalla</i>							+			+	+										r		Gewoon pluiesmos		
<i>Mycena pura</i>							r		r	r													Gewoon elfenschermpje		
<i>Mycena rorida</i>							r					r											Slijmsteelmycena		
<i>Betula pubescens</i>								2b															Zachte berk		
<i>Carpinus betulus</i>								+													4		Haagbeuk		
<i>Sorbus aucuparia</i>								+		+				r								2a	+	Wilde lijsterbes	
<i>Amanita muscaria</i>							r																	Vliegenzwam	
<i>Boletus badius</i>							r	r																Kastanjeboleet	
<i>Boletus edulis s.s.</i>							r																	Gewoon eekhoornstjesbrood	
<i>Lactarius camphoratus</i>							r	r							r									Kruidige melkzwam	
<i>Lycoperdon foetidum</i>							r									r								Zwartwordende stuijzwam	
<i>Paxillus involutus</i>							r	r																Gewone kruzoom	
<i>Russula betularum</i>							r						r											Roze berkerussula	
<i>Pteridium aquilinum</i>								5	4					3									+	Adelaarsvaren	
<i>Amanita rubescens</i>							r	r	r	r														Parelamaniet	
<i>Boletus parasiticus</i>							r																r	Kostgangerboleet	
<i>Phallus impudicus</i>							r			r		r												Grote stinkzwam	
<i>Psathyrella piluliformis s.l.</i>							r																	Psathyrella piluliformis s.l.	
<i>Russula emetica f. silvestris</i>							r																	Russula emetica f. silvestris	
<i>Citocybe clavipes</i>									r			r	r											Knotsvoetrechtterzwam	
<i>Citocybe phyllophila</i>									r															Grote bostrechtterzwam	
<i>Mycena pearsoniana</i>							r																	Vals elfenschermpje	
<i>Mycena stylobates</i>									r	r		r										r		Schijfsteelmycena	
<i>Scleroderma areolatum</i>									r	r		r	r		r								r	r	Kleine aardappelbovist
<i>Carex acutiformis</i>										2a												3		Moeraszegge	
<i>Prunus padus</i>	jl										r														Vogelkers
<i>Cortinarius anomalus s.s.</i>											r														Vaaggeordelde gordijnzwam
<i>Cortinarius flexipes</i>											r														Sombere siersteelgordijnzwam
<i>Mycena rosea</i>											r														Heksenschermpje
<i>Blechnum spicant</i>												3		+	1										Dubbelloof
<i>Fagus sylvatica</i>	zl						r																		Beuk
<i>Scrophularia nodosa</i>											r	+			r										Knopig helmkruid
<i>Asterophora lycoperdoides</i>											r														Poederwangast
<i>Coprinus micaceus s.s.</i>											r														Gewone glimmerinkzwam
<i>Russula densifolia</i>											r														Fijnplaatrussula
<i>Carex ovalis</i>															+										Hazenzegge
<i>Carex pallescens</i>															+										Bleke zegge
<i>Hypericum pulchrum</i>												r													Fraai hertschooi
<i>Juncus tenuis</i>															+										Tengere rus
<i>Lysimachia nemorum</i>												1													Boswederik
<i>Lysimachia vulgaris</i>												r											r		Grote wederik
<i>Melampyrum pratense</i>												1			2a										Hengel
<i>Molinia caerulea</i>												2b	2m	+			r			r					Pijpenstrootje
<i>Potentilla erecta</i>												+													Tormentil
<i>Luzula multiflora s.l.</i>												r													Veelbloemige veldbies (groep)
<i>Jungermannia gracillima</i>												1													Lichtrandmos
<i>Citopilus prunulus</i>											r														Grote molenaar
<i>Cortinarius hinnuleus s.l.</i>											r														Cortinarius hinnuleus s.l.
<i>Hydnum repandum s.s.</i>												r													Gele stekelzwam
<i>Lyophyllum species</i>												r													Bundelridderzwam/Rouwridderzwam
<i>Mycena filipes s.s.</i>												r													Draadsteelmycena
<i>Psathyrella lutensis</i>												r													Satijnsteelfranjehoed
<i>Russula undulata</i>											r		r												Zwartpurperen russula
<i>Oxalis stricta</i>											+														Stijve klaverzuring
<i>Mycena haematopus</i>													r										r		Grote bloedsteelmycena
<i>Anthoxanthum odoratum</i>														+					+						Gewoon reukgras
<i>Teucrium scorodonia</i>															r										Valse salie
<i>Quercus cerris</i>															4										Moseik



Tabelnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Quercus species	zl														+							Eik (G)
Cortinarius anomalus s.l.															r							Cortinarius anomalus s.l.
Rhamnus frangula	jl														r							Sporkehout
Deschampsia cespitosa																2b	r					Ruwe smele
Fraxinus excelsior	zl															r						Gewone es
Glechoma hederacea																+						Hondsdrif
Ranunculus repens																r	+					Kruipende boterbloem
Viola riviniana																+						Bleeksporig bosviooltje
Phragmites undulatum																1						Gerimpeld boogsterrenmos
Armillaria lutea s.l.																r						Armillaria lutea s.l.
Mutinus caninus s.s.																r						Kleine stinkzwam
Agrostis stolonifera																	2a					Fioringras
Alnus glutinosa																2b		3				Zwarte els
Carex elongata																r					3	Elzenzegge
Glyceria fluitans																1					+	Mannagras
Iris pseudacorus																+					r	Gele lis
Lysimachia nummularia																+						Penningkruid
Mentha aquatica																1						Watermunt
Salix cinerea																4	r	3				Grauwe en Rossige wilg
Solanum dulcamara																r		+				Bitterzoet
Galium palustre s.l.																r		+			r	Moeraswalstro
Psilocybe ericaeoides																r						Gele moeraszwavelkop
Betula pendula	jl																	+				Ruwe berk
Russula fragilis s.s.																r						Broze russula
Bidens tripartita																			+			Veerdelig tandzaad
Carex elata																					+	Stijve zegge
Hottonia palustris																					+	Watervolier
Rorippa amphibia																					+	Gele waterkers
Alnicola salicis																					r	Wilgezompzwam
Coprinus disseminatus																					r	Zwermintzwam
Entoloma politum																					r	Nitreuze elzesatijnzwam
Mycena adscendens																					r	Suikermycena
Mycenella margaritiformis																					r	Grijs taaisteeltje
Peziza limnaea																					r	Bruine modderbekerzwam
Psilocybe subericea																					r	Modderzwavelkop
Convolvulus sepium																					+	Haagwinde
Leptodictyum riparium																					+	Beekmos
Polygonatum multiflorum																					+	Gewone salomonszegel
Tilia cordata																					5	Winterlinde
Lythrum salicaria																					r	Grote kattenstaart
Inocybe calospora																					r	Stekelspoorvezelkop
Psathyrella candolleana																					r	Bleke franjehoed
Rhamnus frangula																					+	Sporkehout





**bwz**  
ingenieurs



## Toelichting grondslagen

In dit document kunt u secties vinden die onleesbaar zijn gemaakt. Deze informatie is achterwege gelaten op basis van de Wet open overheid (Woo). De letter die hierbij is vermeld correspondeert met de bijbehorende grondslag in onderstaand overzicht.

### **J** Art. 5.1 lid 2 sub e

Het belang van de openbaarmaking van deze informatie weegt niet op tegen het belang van de eerbiediging van de persoonlijke levenssfeer van betrokkenen