Bodem- en hydrochemisch onderzoek Olde Maten en Veerslootslanden

Eindrapportage

Status: definitief



Bodem- en hydrochemisch onderzoek Olde Maten en Veerslootslanden

Eindrapportage

Status: definitief



B-WARE



Titel rapport:	Bodem- en hydrochemisch onderzoek Olde Maten en Veerslootslanden, eindrapportage
Status:	Definitief
Datum:	6 maart 2025
Auteurs:	[redacted]
Rapportnummer:	RP-24.049.24.92
Projectnummer:	PR-24.049
Opdrachtgever:	Provincie Overijssel

Contactpersoon:
[redacted]

© [redacted]

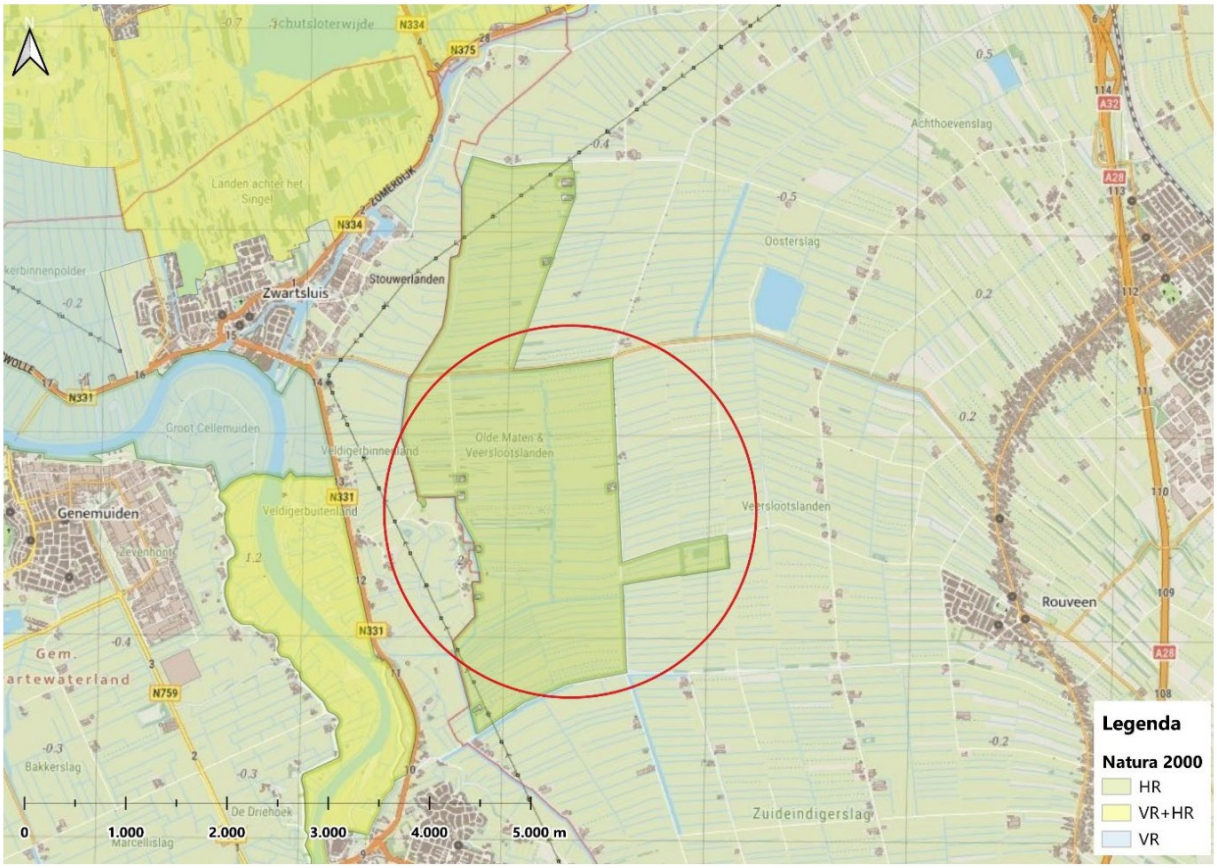
Inhoud

1	**Inleiding**	**1**
1.1	Aanleiding	1
1.2	Aanpak onderzoek	5
1.3	Referentiedata	6
1.4	Onderzoeksvragen	15
1.5	Leeswijzer	15
2	**Materiaal en methoden**	**16**
2.1	Veldwerkzaamheden	16
2.2	Chemische analyse	20
3	**Resultaten**	**23**
3.1	Inleiding	23
3.2	Bodemchemie	23
3.3	Poriewaterchemie	35
3.4	Grondwaterkwaliteit	45
3.5	Kwaliteit oppervlaktewater	47
4	**Synthese en conclusies**	**50**
4.1	Blauwgrasland in het oude reservaat	51
4.2	Geplagde blauwgraslandpercelen	54
4.3	Veenmosrietlanden	56
4.4	Beknopte beantwoording onderzoeksvragen	57
4.5	Beperkingen onderzoeksmethoden en -periode	59
4.6	Aanbevelingen aanvullende metingen	59
5	**Literatuur**	**61**
6	**Bijlagen**	**63**
6.1	Bijlage 1: Uitdrukken waterkwaliteitsgegevens in mol/l	63
6.2	Bijlage 2: Impressie meetlocaties	64
6.3	Bijlage 3: Technische gegevens bemonsterde peilbuizen	67

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Het Natura 2000-gebied Olde Maten - Veerslootslanden ligt in het veenweidegebied ten zuidoosten van Zwartsluis (Figuur 1). Het is een graslandgebied afgewisseld met brede sloten (boksloten) en petgaten. In de Olde Maten zijn in aantal van deze boksloten en petgaten de habitattypen trilvenen (H7140A) en Veenmosrietlanden (H7140B; Figuur 2) aanwezig (Figuur 5). In de Veerslootslanden ligt een oud natuurreservaat. Hier is over grotere oppervlakte het habitattype blauwgrasland (H6410) aanwezig en daarnaast komt over een kleine oppervlakte het habitattype heischrale graslanden (H6230) voor (Figuur 4).



Figuur 1. *Overzicht van de ligging van het Natura 2000-gebied Olde Maten – Veerslootslanden (het onderzoeksgebied ligt binnen de rode cirkel), ten zuidoosten van Zwartsluis (Overijssel). Direct ten noorden van Zwartsluis ligt Natura 2000-gebied De Wieden. HR = Habitatrichtlijn en VR = Vogelrichtlijn.*

In 2013/2014 is een groot inrichtingsplan uitgevoerd, met als hoofddoel het in stand houden en uitbreiden van zowel het oppervlak als kwaliteit van de habitattypen blauwgrasland en veenmosrietland. Belangrijk onderdeel van de herinrichting was het scheiden van het watersysteem van het natuurgebied van het systeem in de omgeving, vooral om zo in het natuurgebied een eigen peilbeheer te kunnen voeren en ook ten behoeve van het realiseren van een goede waterkwaliteit. Ook zijn in het kader van dit project deelgebieden ten noorden en ten zuiden van het oude reservaat heringericht, met als doel om ook hier blauwgrasland tot ontwikkeling te brengen. Daarbij is onder meer de voedselrijke veenlaag afgegraven (zie gearceerde delen 'maaiveldverlaging 2012' in Figuur 4). Dit is niet alleen gedaan om de bodem te verschralen maar ook om de kans op kwel in de toplaag van de bodem te vergroten. Daarbij is een variabele afgravingsdiepte toegepast, die uiteenloopt van 10 tot 20 à 30 centimeter

[redacted] Al eerder (1998) is, met hetzelfde doel, in een proefgebied ten westen van het oude reservaat de bovengrond afgegraven [redacted] De ontwikkeling van blauwgrasland lijkt slechts over kleine oppervlakte te worden bereikt (Figuur 4). Wel zijn elders in het deelgebied de habitattypen veenmosrietland en pioniervegetaties met snavelbies (habitattype 7150) tot ontwikkeling aan het komen (Figuur 4). Voor een beschrijving van de abiotische randvoorwaarden voor de habitattypen blauwgrasland en veenmosrietland zie paragraaf 1.3. De habitattypen heischrale graslanden en pioniervegetaties met snavelbies komen in deze rapportage verder niet aan de orde.

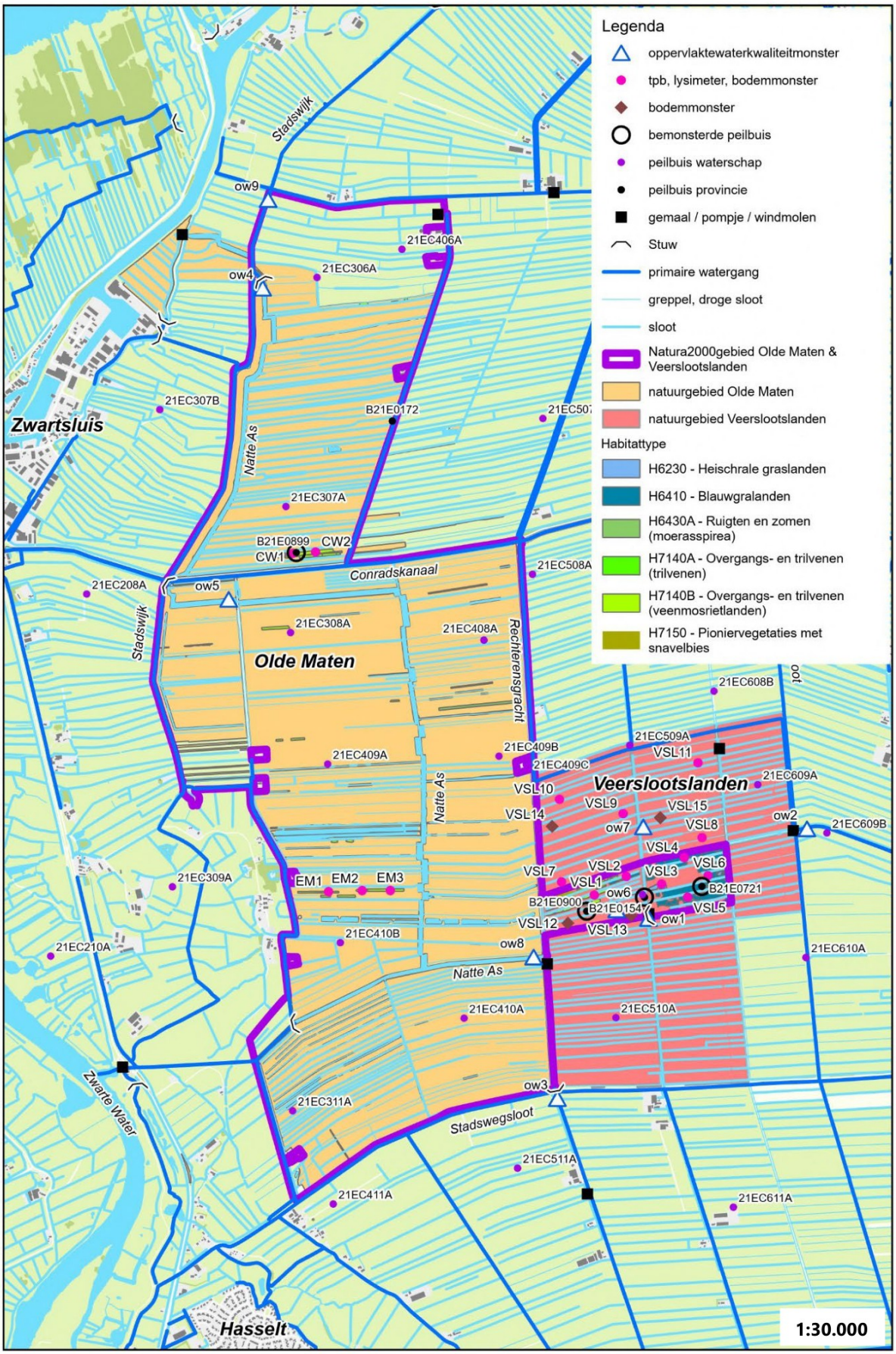


Figuur 2. *Impressie van veenmosrietlandvegetaties (H7140B) met v.l.n.r. gewoon veenmos en fraai veenmos; kamvaren; ronde zonnedauw; veenmosorchis.* [redacted]

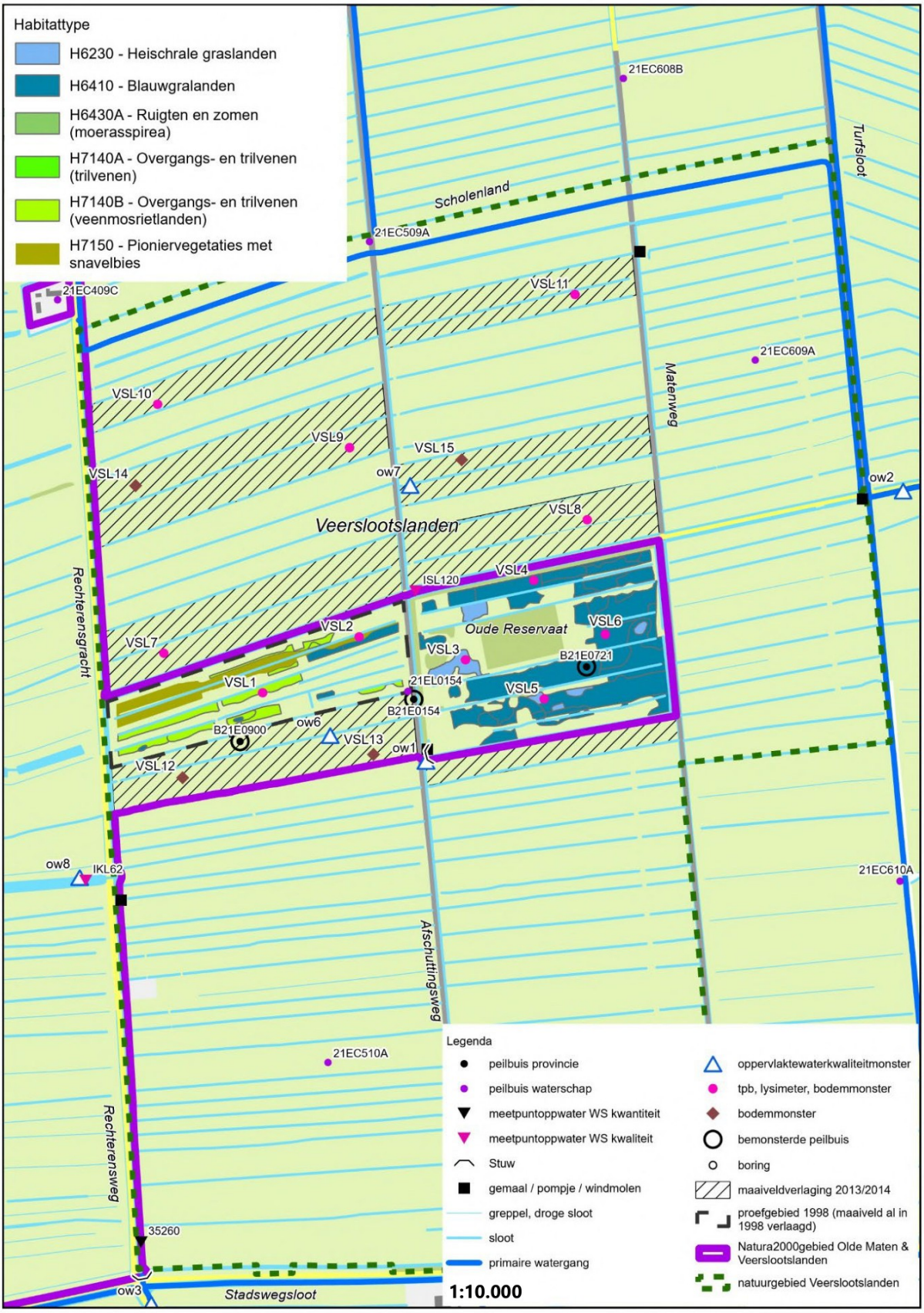
Ongeveer 10 jaar na de realisatie van de inrichting van 2013/2014 is er de behoefte om te bepalen of de abiotische condities van met name de grondwaterafhankelijke habitattypen veenmosrietland en blauwgrasland op orde zijn. Deze onderzoeksopgave is als maatregel M3 (monitoring stijghoogten en freatische grondwaterstanden) opgenomen in het Natura 2000-beheerplan (Provincie Overijssel, 2016). In combinatie hiermee is het ook gewenst om tot uitvoering van opgave M12 te komen: inzichtelijk maken van het ecohydrologisch functioneren van het veenmosrietland ten noorden van de Conradsweg (Provincie Overijssel, 2016).

Wanneer de abiotische condities niet op orde zijn, moet op basis van onderzoek duidelijk worden wat de knelpunten zijn en hoe deze knelpunten kunnen worden opgelost. Uit de recente natuurdoelanalyse voor het Natura 2000-gebied blijkt dat voor de habitattypen heischrale graslanden, blauwgraslanden en veenmosrietlanden een verslechtering niet uit te sluiten valt [redacted] Daarnaast blijkt uit de recente procesmonitoring (op basis van vier meetlocaties) dat er tussen 2019 en 2022 sprake is van een toename van de nutriëntenbeschikbaarheid en van verzuring van de bodem [redacted]

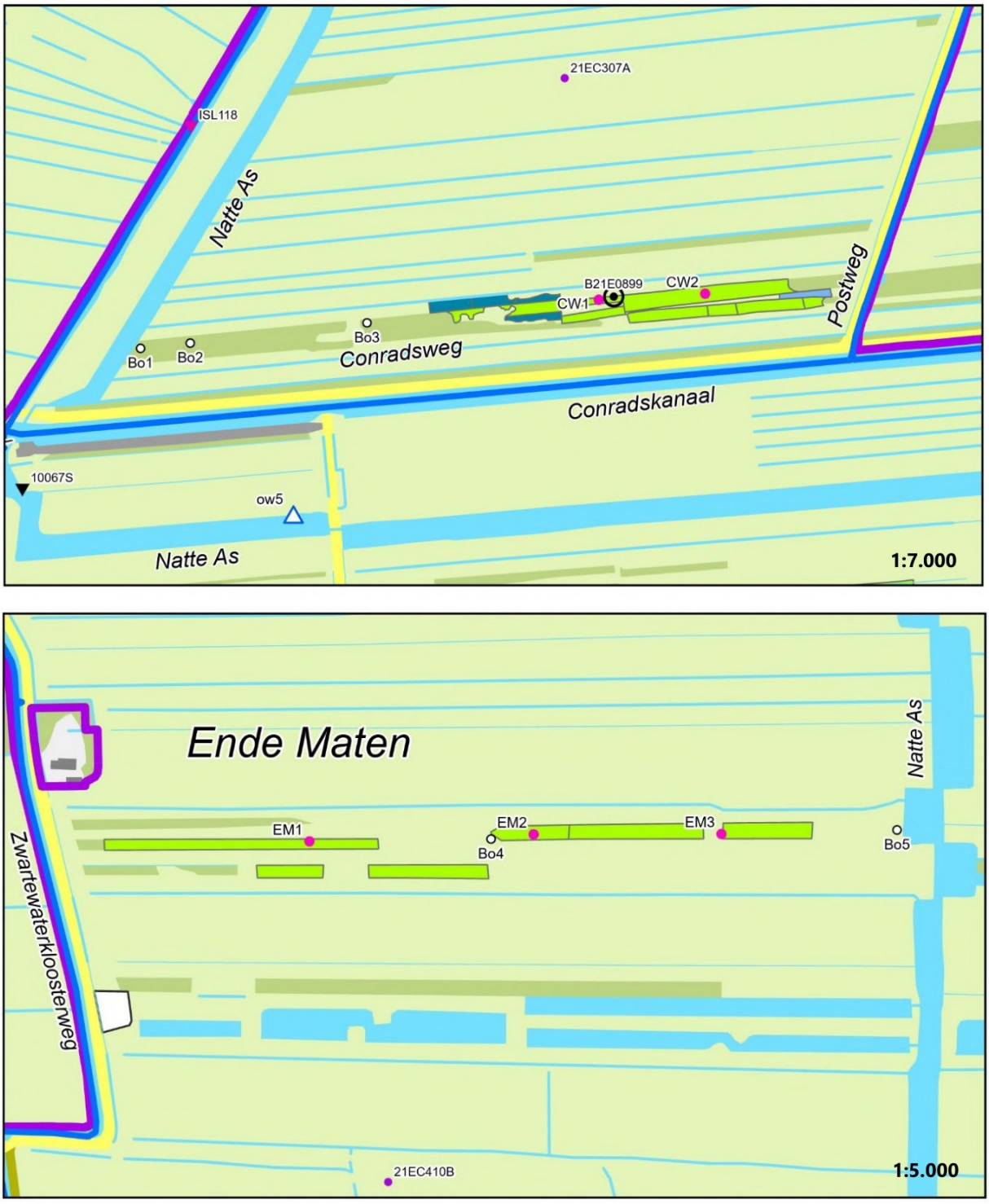
Om de abiotische condities in beeld te brengen heeft [redacted] een bodem- en hydrochemisch onderzoek uitgevoerd in de blauwgraslanden en veenmosrietlanden. De resultaten van dit onderzoek dienen ter ondersteuning van de ecohydrologische evaluatie die werd uitgevoerd door [redacted]



Figuur 3. *Overzichtskaart met de monsterlocaties in de Olde Maten en Veerslootslanden. Voor detailkaarten zie Figuur 4 en Figuur 5.*



Figuur 4. *Kaart met de monsterlocaties in blauwgrasland en heischraal grasland/verdroogd blauwgrasland in deelgebied Veerslootslanden. Voor een overzichtskaart zie Figuur 3.*



Figuur 5. *Kaart met de monsterlocaties in veenmosrietland in de deelgebieden Ende Maten (boven) en Conradsweg (onder). Voor een overzichtskaart zie Figuur 3.* [redacted]

1.2 Aanpak onderzoek

1.2.1 Bodem- en hydrochemische metingen

Doel van het bodem- en hydrochemisch onderzoek is om de voedselrijkdom, mate van zuurbuffering en verzuringsgevoeligheid van het veen in kaart te brengen in een dieptegradiënt, zowel aan het einde van de natte periode (begin april 2024) als aan het einde van de droge periode (eind augustus 2024).

Op basis hiervan werd vastgesteld in hoeverre er sprake is van verzuring/vermesting van de toplaag van de bodem in het blauwgrasland of veenmosrietland. Door middel van aanvullende poriewatermetingen werd bepaald in hoeverre het (gebufferde) freatische grondwater in de wortelzone komt voor de eventuele aanrijking met bufferstoffen ter compensatie van de verzurende processen die in de zomerperiode optreden (droogval van de toplaag en stikstofdepositie).

De exacte ligging van de meetlocaties werd door [redacted] vastgesteld op basis van een veldbezoek met [redacted] In totaal werden tien locaties voor blauwgrasland (drie locaties in oude reservaat en zeven geplagde locaties), een locatie in heischraal grasland/verdroogd blauwgrasland en vijf locaties in veenmosrietland (Figuur 3 t/m Figuur 5) geselecteerd. Op deze 16 locaties werden op verschillende diepten bodem- en poriewatermonsters verzameld. In aanvulling hierop werden op vier extra locaties in de geplagde percelen alleen bodemmonsters verzameld.

Daarnaast werden vier grondwaterbuizen geselecteerd voor analyse om een beeld te krijgen van de kwaliteit (buffering en nutriënten) van het grondwater en acht locaties voor bemonstering van het oppervlaktewater (Figuur 3 t/m Figuur 5).

1.2.2 Interpretatie resultaten

De resultaten van de bodem- en hydrochemische metingen in de Olde Maten - Veerslootslanden worden vergeleken met referentiedata voor de habitattypen blauwgrasland en veenmosrietland (zie paragraaf 1.3). Daarnaast is bij de interpretatie van de resultaten gebruik gemaakt van de monitoring van herstelprocesindicatoren in 2019 en 2022 [redacted]

Verder is door de provincie Overijssel de notitie 'Bevindingen vanuit gesprekken met de omgeving N2000 gebied Oldematen Veerslootslanden' aangereikt. Dit is een samenvatting van informatie vanuit gebiedskenners uit de omgeving van het gebied, verzameld door de provincie Overijssel in 2024. Het gaat hierbij veelal om visuele waarnemingen en eigen analyses van mensen uit de omgeving die het gebied goed kennen. Deze informatie is vooral interessant om te bepalen of de onderzoeksresultaten in lijn zijn met de waarnemingen zoals gedaan door mensen met praktijkkennis van het gebied. Daartoe zijn in een separate memo alle door de omgeving naar voren gebrachte punten die betrekking hebben op bodem en water in verband gebracht met de betreffende onderdelen van het onderzoek. Deze punten zijn meegenomen bij de interpretatie van de resultaten, maar zijn vooral van toepassing op de systeemanalyse die is uitgevoerd [redacted]

1.3 Referentiedata

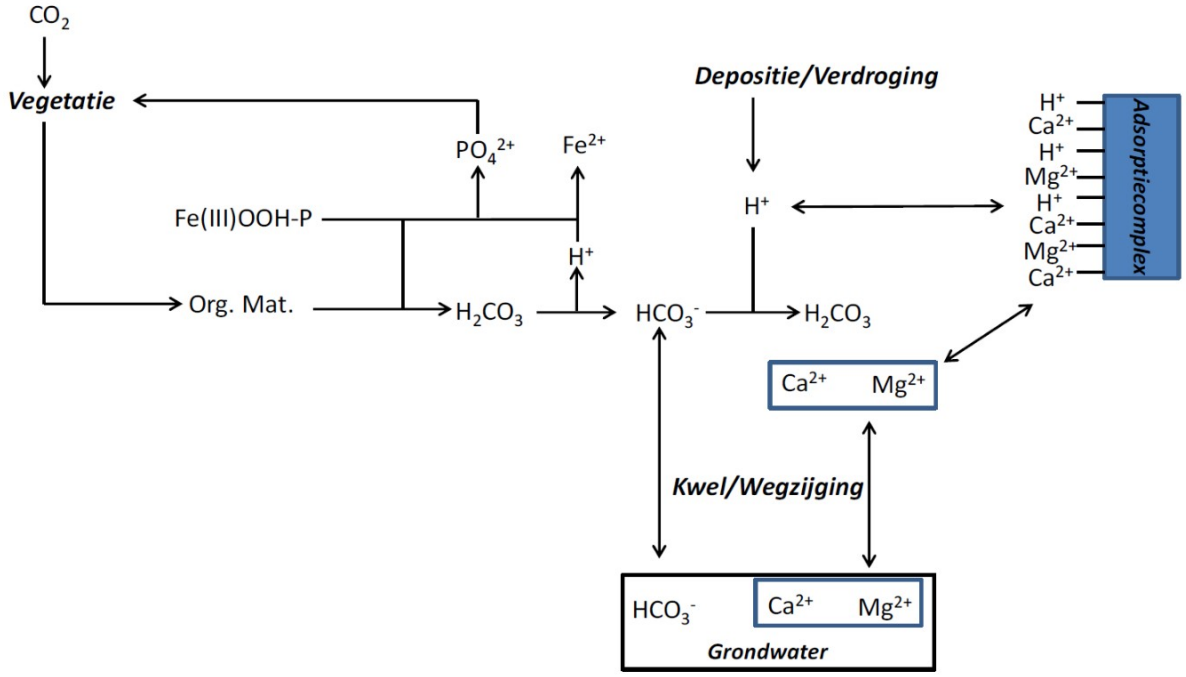
In deze paragraaf wordt beschreven welke referentiedata gebruikt worden bij de interpretatie van de meetresultaten. Een belangrijke opmerking hierbij is dat alle concentraties worden uitgedrukt in molen (bijv. µmol/l of mmol/l) en niet in grammen (bijv. mg/l). Een mol geeft het aantal deeltjes (atomen, moleculen of ionen) aan. Alleen wanneer de concentraties in molen zijn uitgedrukt, is het mogelijk om de analysedata goed te interpreteren (zie ook Bijlage 1). In Bijlage 1 is ook een tabel met omrekenfactoren opgenomen waarmee concentraties van mg naar µmol kunnen worden omgerekend en andersom.

1.3.1 Bodem- en poriewaterchemie

Toelichting

Begin april (einde natte periode) en eind augustus 2024 (einde droge periode) werden in de Olde Maten en Veerslootslanden bodem- en poriewatermonsters verzameld en geanalyseerd. Doel van deze analyses was om de voedselrijkdom, mate van zuurbuffering en verzuringsgevoeligheid van het veen in kaart te brengen in een dieptegradiënt. Op basis van deze metingen werd vastgesteld in hoeverre sprake

is van verzuring en/of vermesting van de toplaag van de blauwgraslanden en veenmosrietlanden. Door middel van aanvullende poriewatermetingen wordt ook duidelijk in hoeverre het (gebufferde) freatische grondwater in de wortelzone komt voor de eventuele aanrijking met bufferstoffen ter compensatie van de verzurende processen die in de zomerperiode optreden (droogval van de toplaag en atmosferische stikstofdepositie; zie ook Figuur 6).



Figuur 6. *Verzuring en buffering onder invloed van grondwaterinvloed en redoxgestuurde, interne alkalinisatie na vernatting. Aanvoer of afvoer van basen en buffering is afhankelijk van kwel/wegzijging. Dit heeft vervolgens invloed op de binding van kationen aan het adsorptiecomplex, waarbij atmosferische stikstofdepositie en (natuurlijke) droogval verzurend kan werken. Bron: Koks e.a. (2022b).*

Om verzuring en vermesting van de toplaag van het veen te bepalen, werd de bodemchemie van de toplaag vergeleken met de bodemchemie van de diepere veenlagen. De diepere veenlagen staan niet of minder in contact met zuurstof en stikstofdepositie en kunnen daarom als referentie voor de toplaag van het veen worden gebruikt. De verzuringsgevoeligheid van het veen bij droogval zal ook worden vastgesteld op basis van de S/(Ca+Mg)-ratio van het veen. Door de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen kan er potentieel veel zuur worden geproduceerd, terwijl calcium en magnesium bijdragen aan de zuurbuffering in het veen. De S/(Ca+Mg)-ratio is daarmee een ratio van de mate van zuurproductie bij droogval en de mate van zuurbuffering van het veen. Wanneer de S/(Ca+Mg)-ratio groter is dan 0,67, is er een reële kans op verzuring bij droogval [redacted]

Daarnaast werden de meetwaarden vergeleken met referentiedata uit de GRIP-database (Gemeten Referentiewaarden In Plantengemeenschappen) van [redacted] In deze database zijn referentiewaarden opgenomen voor een groot aantal plantengemeenschappen waaronder blauwgrasland. De vegetatieopnamen in de database zijn binnen het programma Turboveg [redacted] met behulp van het programma ASSOCIA [redacted] toegekend aan een vegetatietype. De toekenning is daarna handmatig gecontroleerd en indien nodig op basis van een expertbeoordeling bijgesteld [redacted] Dit betekent dat alleen goed ontwikkelde, gekwalificeerde blauwgraslanden onderdeel uitmaken van de database. Voor veenmosrietland werden de analysedata vergeleken met de resultaten van OBN-onderzoek naar de effecten van stikstof in overgangs- en [redacted] In de volgende paragrafen worden per habitattype de referentiewaarden nader toegelicht.

Blauwgrasland

Voor blauwgrasland (H6410) werden referentiewaarden uit de GRIP-database gebruikt. In het recent verschenen artikel over de GRIP-database [redacted] wordt de koppeling tussen bodemchemie en vegetatieontwikkeling nader beschreven waarbij specifiek wordt ingegaan op blauwgrasland. In Tabel 1 worden bodemchemische referentiewaarden voor blauwgrasland gegeven waarbij een onderscheid gemaakt wordt tussen blauwgrasland op zand-/leembodems, veenbodems, zeer ijzerrijke leembodems en verzuurde blauwgraslanden. Belangrijk aandachtpunt hierbij is dat het aantal referentiewaarden nog beperkt is, waarbij er negen goed ontwikkelde blauwgraslanden op veen zijn opgenomen in de database.

Blauwgrasland op veen onderscheidt zich van het type op zand en leem vooral door een lagere fosfaatbeschikbaarheid, lagere totale P-voorraad en lagere Fe/P-ratio (Tabel 1). In Tabel 2 en Figuur 7 worden de negen gebieden waarvan de referenties afkomstig zijn weergegeven. De toegepaste analysemethoden (destructie, Olsen- en zoutextractie), voor het lopende onderzoek in de Olde Maten - Veerslootslanden komen overeen met de analysemethoden opgenomen in de GRIP-database.

In het oude blauwgraslandreservaat is door verdroging lokaal heischraal grasland tot ontwikkeling gekomen. De ontwikkeling van heischraal grasland is geen specifiek doel binnen het gebied, dat is een duurzame ontwikkeling van blauwgrasland. De meetlocatie in deze zone van verdroogd blauwgrasland (VSL3) wordt daarom ook getoetst aan de abiotische randvoorwaarden van blauwgrasland.

Tabel 1. *Bodemchemische referentiewaarden voor blauwgrasland op verschillende bodemtypen en een verzuurd type. Dit op basis van 9 tot 15 meetwaarden. Weergegeven is het centrum van de range waarin 50% van de waarnemingen valt (25-75% percentiel). OS = organisch stof, -t = totaal, -z = zoutextraheerbaar, P = fosfor/fosfaat, Al = aluminium, Ca = calcium, Fe = ijzer, S= zwavel en NO_3 = nitraat. In de tabel zijn ook referentiewaarden voor bicarbonaat (HCO_3) en zwavel van het ondiepe poriewater (pw) opgenomen. Voor ligging van de referentielocaties zie Figuur 7.* [redacted]

Bodemtype blauwgrasland	OS	Olsen-P	Fe-t/P-t	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t/S-t	pH-z	Ca-z	P-z	NO_3-z	HCO_3-pw	S-pw
	%	µmol/l	mol/mol	mm/l	mmol/l	mmol/l	mol/mol		µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l	µmol/l
Zand en leem (n = 15)	18-39	160-360	14-25	3,3-8,9	88-221	21-94	4,0-5,6	4,5-5,7	10.000-24.000	0,3-1,1	2-195	172-1852	144-1140
Veen (n = 9)	**69-92**	**95-191**	**7-18**	**1,1-2,9**	**6,1-56**	**32-86**	**0,7-2,0**	**4,3-5,5**	**6.800-21.000**	**0,1-1,3**	**1-3**	**122-1360**	**67-238**
IJzerrijke leem (n = 9)	11-42	510-893	30-50	6,1-9,0	300-643	18-85	9,0-21	4,0-4,6	14.000-29.000	0,0-0,3	3-150	433-875	75-176
Verzuurd (n = 10)	13-65	215-583	4-29	2,1-6,3	72-177	10-44	1,1-3,0	3,6-4,8	7.100-16.000	0,1-0,9	2-5	110-440	204-1861

Veenmosrietland

Binnen het kennisnetwerk OBN is een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de effecten van stikstof in het habitattype overgangs- en trilvenen (H7140). Op basis van 110 onderzochte locaties in Nederlandse laagveengebieden werden binnen het habitattype 'Overgangs- en trilvenen' zes verschillende vegetatiegroepen onderscheiden met een duidelijke overgang van basenrijke trilvenen naar basenarme veenmosrietlanden [redacted] Voor elke vegetatiegroep werden ook de bodem- en waterchemische condities in beeld gebracht (Tabel 3). Bij het OBN-onderzoek werd ook een verzuurd veenmosrietland bemonsterd in zowel de Olde Maten als de Stadsgaten van Hasselt [redacted]

Binnen het OBN-onderzoek werden op basis van de pH binnen de veenmosgedomineerde vegetatiegroepen twee groepen veenmosrietland onderscheiden: verzuurd veenmosrietland (groep 1) en basenarm veenmosrietland (groep 3). Verzuurd veenmosrietland wordt gedomineerd door riet, gewoon veenmos en fraai veenmos. Basenarm veenmosrietland wordt ook gekenmerkt door de soorten van verzuurd veenmosrietland, maar in combinatie met een aantal basenminnende, eutrafente soorten zoals koninginnenkruid, moeraszegge en [redacted] Voor informatie over de gebieden met de referentielocaties voor deze twee typen veenmosrietland zie Tabel 2 en Figuur 7.



Figuur 7. *Ligging van de van de gebieden waar de referenties voor blauwgrasland op veen, verzuurd en basenarm veenmosrietland zijn verzameld.*

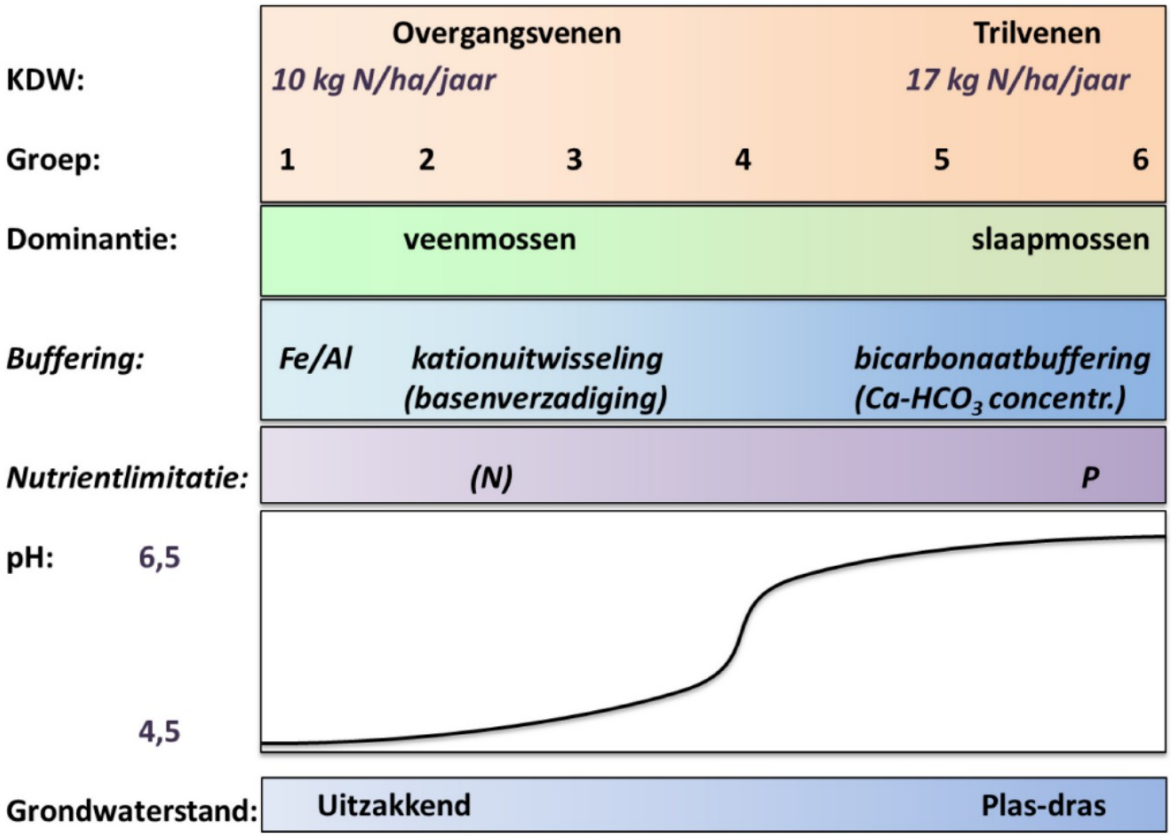
Tabel 2. *Overzicht van de gebieden waar de referenties voor blauwgrasland op veen, verzuurd en basenarm veenmosrietland zijn verzameld. De locaties zijn ruimtelijk weergegeven in Figuur 7.* [redacted]

Gebied	Provincie	Blauwgrasland op veen	Verzuurd veenmosrietland	Basenarm veenmosrietland
Broekland/Oostervoortsche Diep	Drenthe	1		
Alde Feanen	Friesland		5	3
De Mieden	Friesland			1
Reahel	Friesland	1		
Rottige Meenthe	Friesland		7	4
Binnenveldse Hooilanden	Gelderland	1		
Stelkampsveld	Gelderland	1		
Zuidlaardermeer	Groningen		1	
Gastels Laag	Noord-Brabant	1		
Labbegat Noord	Noord-Brabant	3		
Westelijke Langstraat	Noord-Brabant	1	1	
Het Hol	Noord-Holland		2	1
Ilperveld	Noord-Holland		7	1
Naardermeer	Noord-Holland		3	3
Wormer- en Jisperveld	Noord-Holland			3
Olde Maten	Overijssel		1	
Stadsgaten van Hasselt	Overijssel		1	
Weerribben	Overijssel		3	
Wieden	Overijssel			2
Botshol	Utrecht		3	
Oostelijke VP Molenpolder	Utrecht		2	
Oostelijke VP Tienhoven	Utrecht		1	
Nieuwkoopse Plassen	Zuid-Holland		5	3
Totaal		**9**	**42**	**21**

Alle veenmosgedomineerde groepen worden vrijwel alleen nog gebufferd via kationuitwisseling in de bodem, en niet meer door bicarbonaat zoals in de slaapmosgedomineerde venen (Figuur 8). Bij kationuitwisseling wordt zuur uitgewisseld tegen geadsorbeerd calcium (en magnesium). De overgang van vroege successiestadia (slaapmosgedomineerde trilvenen) naar oudere successiestadia (veenmosgedomineerde overgangsvenen en veenmosrietlanden) gaat vooral gepaard met flink uitzakkende grondwaterstanden en een significante toename van de veenmosbedekking (Figuur 8).

Tabel 3. *Referentiewaarden voor de zes verschillende vegetatiegroepen binnen het habitattype 'Overgangs- en trilvenen', afgeleid uit* [redacted] *en de GRIP-database. Weergegeven zijn mediaan en afgeronde min - max waarden in de toplaag (0 - 10 cm onder maaiveld) van de bodem. Pw = poriewater, -z = zoutextraheerbaar (in µmol/l verse bodem), -w = in waterextract, -t = totaal (in mmol/l verse bodem). Voor ligging van de verzuurde en basenarme veenmosrietlanden zie Figuur 7.*

	Verzuurd veenmosrietland (n = 42)	**Verzuurd overgangsveen** (n = 13)	**Basenarm veenmosrietland** (n = 21)	**Basenarm overgangsveen** (n = 12)	**Eutroof trilveen** (n = 5)	**Mesotroof trilveen** (n = 17)
HCO_3 (pw)	37 (1 - 780) (n = 31)	113 (12 - 1893) (n = 10)	140 (20 - 1392) (n = 18)	287 (32 - 1272)	3091 (600 - 3436)	2901 (134 - 6886)
pH-z	3,4 (3,0 - 5,0)	4,1 (3,0 - 5,6)	4,0 (3,2 - 5,4)	4,4 (3,3 - 5,5)	5,1 (4,3 - 5,7)	5,6 (4,7 - 6,4)
pH-w	4,5 (3,1 - 5,8)	5,1 (4,1 - 6,1)	4,8 (3,2 - 6,0)	5,0 (4,6 - 7,0)	5,9 (5,4 - 6,4)	6,1 (4,6 - 6,8)
Ca-t	4 (1 - 22)	11 (1 - 30)	5 (1 - 35)	13 (2 - 45)	28 (18 - 35)	21 (9 - 60)
Ca-z	2372 (418 - 9664)	6859 (512 - 10820)	4523 (470 - 10889)	8315 (1717 - 16963)	9732 (6043 – 12681)	9001 (6404 - 21656)
P-t	1 (0 - 5)	1 (0 - 2)	1 (0 - 3)	2 (0 - 5)	3 (3 - 6)	2 (1 - 3)
P-z	2 (0 - 32)	2 (0 - 18)	9 (0 - 81)	2 (0 - 123)	5 (1 - 6)	1 (0 - 10)
Fe-t	1 (0 - 31)	1 (0 - 16)	1 (0 - 24)	6 (0 - 51)	19 (9 - 52)	10 (1 - 127)
Fe-z	5 (1 - 251)	5 (2 - 144)	9 (1 - 1066)	12 (3 - 2690)	4 (1 - 177)	3 (1 - 565)
NH_4-z	17 (0 - 477)	31 (4 - 146)	44 (4 - 482)	44 (5 - 256)	29 (1 - 261)	72 (6 - 474)



Figuur 8. *Schematisch overzicht van aan verzuring en eutrofiëring gerelateerde sturende processen en factoren in overgangsvenen en trilvenen (groep 1 (n=42): verzuurd veenmosrietland; groep 2 (n=13): verzuurd overgangsveen; groep 3 (n=21): basenarm veenmosrietland; groep 4 (n=12): basenarm overgangsveen; groep 5 (n=5): eutroof trilveen; groep 6 (n=17): mesotroof trilveen). Voor slaapmosgedomineerde trilvenen, afhankelijk van bicarbonaatbuffering, is een voldoende hoge waterstand met (vrijwel) jaarrond plasdrassituatie met bicarbonaat- (en dus calcium-) rijk water nodig. Voor veenmosgedomineerde overgangsvenen en veenmosrietlanden, zuurbuffering via kationuitwisseling, is voldoende (incidentele) aanvulling van calcium door calciumrijk water nodig. De successie gaat (gradueel) van rechts naar links, met een steeds grotere daling van de relatieve waterstand ten opzichte van maaiveld. De KDW voor veenmosrietland (7140B) is in 2023 verlaagd van 10 naar 7 kg N/ha/jaar* [redacted]

De toename van de veenmosbedekking zorgt voor verzuring, zeker in combinatie met een geringe aanvoer van bicarbonaat en calcium via grond- en/of oppervlaktewater. Hierdoor neemt het bufferend vermogen van de bodem steeds verder af, waarbij het nog aanwezige bicarbonaat wordt geconsumeerd. Bij een lage bicarbonaatbuffering (<2000 HCO_3 µmol/l; gemeten op 10 cm-mv in het poriewater) start ook de buffering via kationuitwisseling tegen protonen (H^+), waardoor calcium kan uitspoelen. Dit maakt de veenmos gedomineerde vegetatiegroepen zeer gevoelig voor verder verzurende factoren, waaronder atmosferische N-depositie [redacted]

Uit het OBN-onderzoek blijkt dat het poriewater van basenarm veenmosrietland zwak gebufferd is (140 µmol HCO_3/l; Tabel 3). Het veen is zuur (pH-z: 4,0) en zeer zwak gebufferd (Ca-z: 4523 µmol/l en Ca-t: 5 mmol/l) en voedselarm (P-t: 1 mmol/l en NH_4-z: 44 µmol/l; Tabel 3). Verzuurd veenmosrietland onderscheidt zich door een lagere buffering en pH (poriewater: 37 µmol HCO_3/l en veen: pH-z = 3,4, Ca-z = 2372 µmol/l en Ca-t = 4 mmol/l; Tabel 3) bij een vergelijkbare nutriëntenbeschikbaarheid.

De methodiek die toegepast is in de Olde Maten en Veerslootslanden is deels afgestemd op de methodiek van het OBN-onderzoek zodat de analysedata hieraan getoetst kunnen worden.

1.3.2 Kwaliteit oppervlakte- en grondwater

Toelichting

Begin april (einde natte periode) en eind augustus 2024 (einde droge(re) periode) werden in de Olde Maten en Veerslootslanden oppervlakte- en grondwatermonsters verzameld en geanalyseerd. De oppervlaktewatermonsters moeten inzicht geven in de huidige kwaliteit van het oppervlaktewater binnen het gebied en van het eventuele inlaatwater. De nadruk ligt hierbij op de nutriëntenbelasting en buffercapaciteit (alkaliniteit) van het oppervlaktewater. Analyse van het grondwater moet een beeld geven van de samenstelling van zowel het freatische als diepere grondwater. In oppervlakte- en grondwater wordt de buffercapaciteit voornamelijk bepaald door de concentratie bicarbonaat in het water. We hanteren voor het onderzoek de indeling in waterbuffering [redacted] Tabel 4).

Tabel 4. *Indeling van watertype op basis van de mate van buffering (concentratie bicarbonaat).* [redacted]

Watertype	Concentratie bicarbonaat
Niet-gebufferd of zuur water	0-100 µmol HCO_3/l
Zeer zwak gebufferd of zeer zacht water	100-500 µmol HCO_3/l
Zwak gebufferd of zacht water	500-1000 µmol HCO_3/l
Matig gebufferd of matig hard water	1000-2000 µmol HCO_3/l
Sterk gebufferd of hard water	2000-4000 µmol HCO_3/l
Zeer sterk gebufferd of zeer hard water	>4000 µmol HCO_3/l

Blauwgrasland

Blauwgraslanden zijn afhankelijk van de toevoer van gebufferd, voedselarm water. In de referentiedatabase GRIP zitten voor terrestrische vegetatietypen alleen abiotische grenswaarden voor bodem en poriewater, dus niet voor freatisch of diep grondwater. In het profieldocument van blauwgrasland wordt beschreven dat het habitattype afhankelijk is van de aanvoer van basen via grond- of oppervlaktewater. Concrete grenswaarden worden hierbij niet genoemd. De aanvoer van basen moet voldoende zijn om de zuurproductie in de zomermaanden te compenseren en is daarmee afhankelijk van de mate van verzuring van de toplaag, de kwelflux en de periode dat het grondwater tot in maaiveld reikt [redacted] Hierdoor is het eigenlijk niet mogelijk om een concrete grenswaarde voor de basenrijkdom van het grondwater te geven, dit is dus afhankelijk van meerdere factoren. Daarnaast kunnen ook interne reductieprocessen in de bodem (onder invloed van peilfluctuaties) zorgen voor aanrijking met bufferstoffen (interne alkalinisatie).

Om de fosfaatbeschikbaarheid laag te houden zijn hoge ijzerconcentraties in het grondwater gunstig. Daarbij is het belangrijk dat de Fe/P-ratio van het grondwater hoger is dan 1-5, maar bij voorkeur zo hoog mogelijk. In grondwater gevoede natuurtypen kan (aneroob) grondwater daarom ook niet zomaar vervangen worden door de inlaat van (aeroob) oppervlaktewater. In zuurstofhoudend oppervlaktewater is de hoeveelheid opgelost ijzer vaak laag doordat ijzer oxideert en uitvlokt, terwijl in grondwater de hoeveelheid opgelost ijzer hoog kan zijn doordat het weinig of geen zuurstof bevat [redacted] Het is daarnaast belangrijk dat het grondwater nitraat- en sulfaatarm is. Sulfaat en nitraat kunnen in venige systemen zorgen voor een versnelde afbraak van het veen en sulfaat kan de mobilisatie van nutriënten stimuleren (interne eutrofiering; [redacted]

Zoals hierboven al aangegeven zijn de concentraties van stoffen in het grond- en/of oppervlaktewater niet het belangrijkste, maar gaat het om de uiteindelijke fluxen van stoffen. Voor het op peil houden van de (bodem)buffering zijn hoge bicarbonaat- en calciumconcentraties gunstig (minimaal matig gebufferd water), terwijl de nutriënten- en sulfaatconcentraties laag dienen te zijn. Voor kwelafhankelijke ecosystemen, waaronder blauwgraslanden, zijn recentelijk bovengrenzen ingeschat voor fluxen en

gemiddelde concentraties van nitraat en sulfaat [redacted] Bij een geringe kwelflux (0,1 mm/dag) vormt nitraatrijk grondwater vrijwel geen risico en is de berekende maximale nitraatconcentratie zeer hoog (2934 µmol/l). Bij een kwelflux van 1 mm/dag is de maximale nitraatconcentratie afgenomen tot 293 µmol/l en bij 10 mm/dag tot slechts 29 µmol/l [redacted] Deze inschattingen maken duidelijk dat concentraties in het voedende oppervlakte- en/of grondwater minder relevant zijn dan fluxen. Concentraties in het poriewater van de toplaag van de (veen)bodem zijn daarentegen wel relevant (zie paragraaf 1.3.1), aangezien de vegetatie in direct contact staat met het poriewater.

In Tabel 5 staan indicatief, gebaseerd op expertbeoordeling, de referentiewaarden voor een aantal sturende variabelen in het oppervlakte- en grondwater.

Tabel 5. *Indicatieve referentiewaarden voor een goede kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater ten behoeve van de voeding van het habitattype blauwgrasland. Voor nadere toelichting zie bovenstaande tekst. De indicatieve referentiewaarden zijn gebaseerd op expertbeoordeling.*

Variabele	Oppervlaktewater	Grondwater
Bicarbonaat (µmol/l)	> 1500	> 2000
Calcium (µmol/l)	> 750	> 1000
Fosfaat (µmol/l)	< 1	< 1
Totaal fosfor (µmol/l)	< 1	< 2
IJzer/fosfor-ratio (mol/mol)	> 1	> 1
Nitraat (µmol/l)	< 25	< 25
Ammonium (µmol/l)	< 25	< 25
Sulfaat (µmol/l)	< 200	< 200

Veenmosrietland

Veenmosrietland ontstaat wanneer de invloed van basenrijk grondwater of oppervlaktewater afneemt en de invloed van regenwater toeneemt (Figuur 8). Het is een zuur en voedselarm vegetatietype, zodat het vooral belangrijk is dat het grond- en oppervlaktewater voedselarm is. Als richtlijn voor de nutriëntenconcentraties (fosfaat, nitraat en ammonium) kunnen de indicatieve referentiewaarden uit Tabel 5 gebruikt worden. Veenmossen zijn gevoelig voor hoge bicarbonaatconcentraties in het water [redacted] de mate van negatieve effecten is afhankelijk van de veenmossoort, de bicarbonaatconcentratie en de inundatieperiode). De veenmossen blijken met name gevoelig te zijn voor inundatie met bicarbonaatrijk water. Het is dus belangrijk dat het grond- en oppervlaktewater ter hoogte van de veenmoslaag niet of slechts zeer zwak gebufferd is, dus lage bicarbonaat- en calciumconcentraties.

Kwaliteit inlaatwater

Om de kwaliteit van het oppervlaktewater dat in de Olde Maten - Veerslootslanden wordt gelaten te beoordelen, kunnen de maatlatten van de Kaderrichtlijn Water (KRW) toegepast worden. Voor het gebied is het watertype matig grote ondiepe laagveenplassen (M27) het meest van toepassing. De maatlat voor de algemene fysisch-chemische waterkwaliteit wordt gegeven in Tabel 6. Wat betreft de voedselrijkdom is de waterkwaliteit zeer goed bij een concentratie totaal-P lager dan 0,04 mg/l (< 1,3 µmol/l) en totaal-N lager dan 1,0 mg/l (< 71 µmol/l). De waterkwaliteit wordt beoordeeld als goed bij een concentratie totaal-P lager dan 0,09 mg/l (< 2,9 µmol/l) en totaal-N lager dan 1,3 mg/l (< 93 µmol/l; Tabel 6). Met totaal-N wordt hierbij Kjeldahl N bedoeld, dit is totaal organisch stikstof plus ammonium. Voor totaal-N moet hierbij nog nitraat opgeteld worden.

Tabel 6. *Maatlat voor de algemene fysisch-chemische kwaliteitselementen van het type matig grote ondiepe laagveenplassen (M27).* [redacted]

Kwaliteitselement	Indicator	Eenheid	Zeer goed	Goed	Matig	Ontoereikend	Slecht
Thermische omstandigheden	dagwaarde	°C	≤ 23	≤ 25	25 – 27,5	27,5 – 30	> 30
Zuurstofhuishouding	verzadiging	%	60 – 120	60 – 120	50 – 60 120 – 130	40 – 50 130 – 140	< 40 > 140
Zoutgehalte	chloriniteit	mg Cl/l	≤ 200*	≤ 200	200 – 250	250 – 300	> 300
Zuurgraad	pH	-	5,5 – 7,5*	5,5 – 7,5	7,5 – 8,0 < 5,5	8,0 – 8,5	> 8,5
Nutriënten	totaal-P	mgP/l	≤ 0,04	≤ 0,09	0,09 – 0,18	0,18 – 0,36	> 0,36
	totaal-N	mgN/l	≤ 1,0	≤ 1,3	1,3 – 1,9	1,9 – 2,6	> 2,6
Doorzicht	SD	m	≥ 2,0*	≥ 0,9 (of bodem)	0,6 – 0,9	0,45 – 0,6	< 0,45

* Aangepaste waarde ten opzichte van Heinis *et al.* (2004)

In aanvulling op de maatlatten van de KRW kunnen voor calcium en totaal fosfor in het oppervlaktewater grenswaarden gehanteerd worden die op basis van een systeemanalyse zijn opgesteld voor het nabijgelegen Natura 2000-gebied de Wieden-Weerribben [redacted] Deze grenswaarden werden opgesteld voor de habitattypen kranswierwateren (H3140), meren met krabbenscheer en fonteinkruid (H3150), trilvenen (H7140A) en veenmosrietlanden (H7140B). Voor deze studie werden literatuurwaarden voor calcium en totaal fosfor in het oppervlaktewater nader onderbouwd en gespecificeerd met metingen nabij 'goed' en 'matig' ontwikkelde habitattypen in de Wieden en de Weerribben [redacted] Voor calcium in het oppervlaktewater werden geen verschillen waargenomen tussen de vier onderzochte habitattypen, waarschijnlijk doordat het gehele onderzoeksgebied binnen de gewenste range lag. Voor de Wieden en de Weerribben werd geconcludeerd dat voor een goede ontwikkeling de calciumconcentratie van het oppervlaktewater minimaal 50 mg/l (= 1248 µmol/l) moet bedragen, waarbij verlagingen in de winter acceptabel zijn zo lang de concentratie dan wel minimaal hoger is dan 35 mg/l (= 874 µmol/l; [redacted]

Uit het onderzoek in de Wieden en Weerribben blijkt dat de totaal P-concentratie in het oppervlaktewater dat grenst aan 'goed' ontwikkelde habitattypen lager is dan in het oppervlaktewater dat grenst aan 'matig' ontwikkelde habitattypen. Voor trilvenen was dit verschil significant (gemiddeld 0,03 mg P/l (= 1,0 µmol/l) nabij goed ontwikkelde locaties en 0,05 mg P/l (= 1,6 µmol/l) nabij matig ontwikkelde locaties; [redacted] Voor de Wieden-Weerribben werd vastgesteld dat voor een gunstige staat van instandhouding van de habitattypen (met name voor trilvenen) het noodzakelijk is dat de totaal P-concentraties in het nabijgelegen oppervlaktewater beneden de 0,04 mg P/l (= 1,3 µmol/l). Deze waarde komt overeen met de beoordeling van een zeer goede waterkwaliteit voor het type matig grote ondiepe laagveenplassen (M27) binnen de KRW (Tabel 6). In Tabel 7 worden de grenswaarden uit het onderzoek van [redacted] samengevat.

Tabel 7. *Grenswaarden van totaal fosfor (P) en calcium voor o.a. de habitattypen trilvenen en veenmosrietlanden op basis van onderzoek in de Wieden-Weerribben. De concentraties zijn zowel gegeven in µmol/l als mg/l.* [redacted]

Variabele	Zeer ongeschikt		Ongeschikt		Geschikt	
	µmol/l	mg/l	µmol/l	mg/l	µmol/l	mg/l
Totaal fosfor	> 2,6	> 0,08	1,3 - 2,6	0,04 - 0,08	< 1,3	< 0,04
Calcium	< 874	< 35	874 - 1248	35 - 50	> 1248	> 50

1.4 Onderzoeksvragen

Op basis van de resultaten van het bodem- en hydrochemische onderzoek worden in deze rapportage de volgende vragen beantwoord:

1. In hoeverre voldoet de waterkwaliteit?
    - Wat is de waterkwaliteit van het veenmosrietland bij de Conradsweg en in de Ende Maten?
    - Is er in de blauwgraslanden sprake van basenrijke kwel en/of overstroming met basenrijk oppervlaktewater?
    - In hoeverre vindt er in de blauwgraslanden een goede basenaanrijking van de wortelzone van de vegetatie plaats?
2. Voldoen de bodemchemische condities in de blauwgraslanden en veenmosrietlanden?
3. Als de abiotische condities niet op orde zijn, welke knelpunten zijn er aanwezig?

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de toegepaste onderzoeksmethoden beschreven en in hoofdstuk 3 worden de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek gepresenteerd. In hoofdstuk 4 is de synthese van de onderzoeksresultaten opgenomen, gevolgd door een overzicht van de gebruikte literatuur in hoofdstuk 5 en de bijlagen in hoofdstuk 6.

2 Materiaal en methoden

2.1 Veldwerkzaamheden

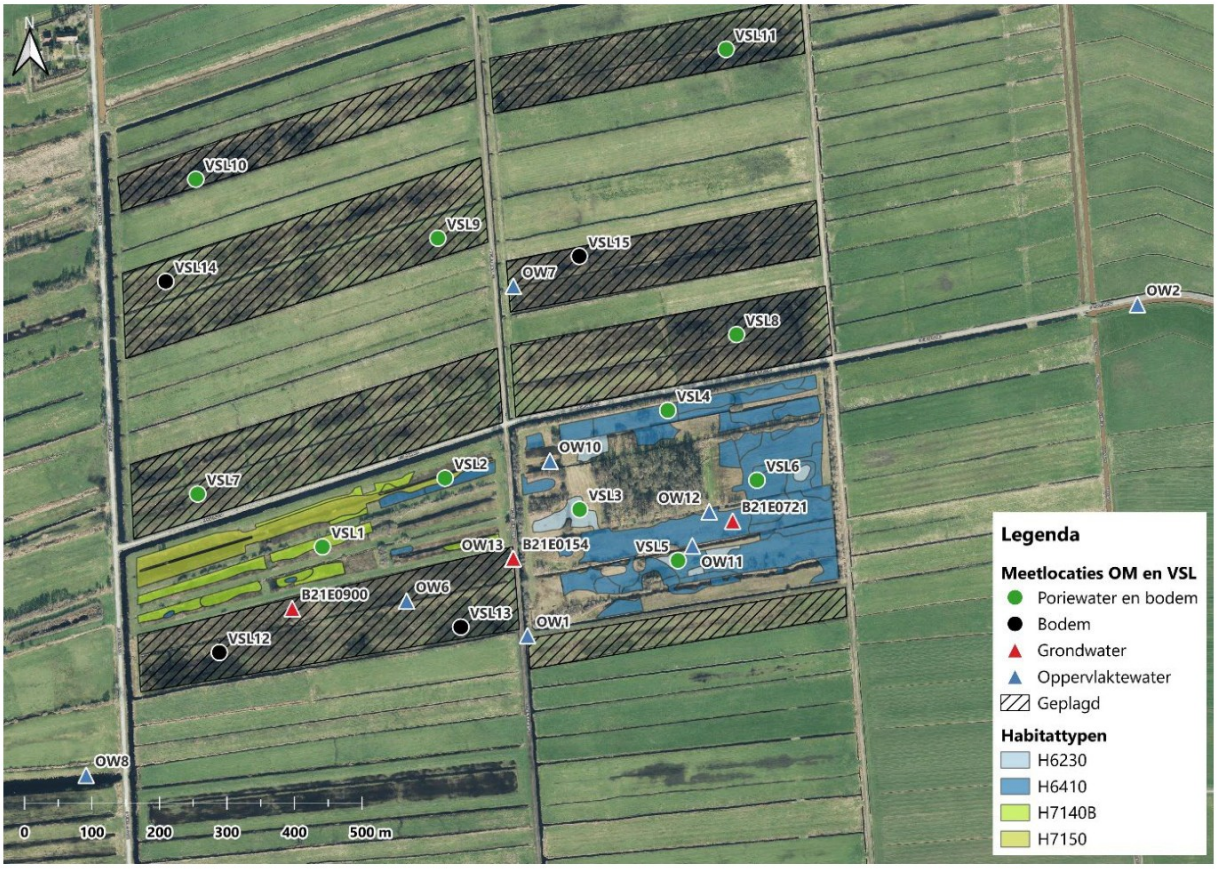
2.1.1 Blauwgrasland

Op 11 locaties (Figuur 9) in deelgebied Veerslootslanden werden op 3/4 april 2024 en 26/27 augustus 2024 bodem- en poriewatermonsters verzameld. Vier locaties liggen in het oorspronkelijke blauwgraslandreservaat (VSL3 t/m VSL6) en zeven locaties in geplagde blauwgraslandpercelen (VSL1, VSL2, VSL7 t/m VSL11). Locatie VSL3 ligt in het blauwgraslandreservaat en staat op de habitattypenkaart (T0-versie) aangegeven als heischraal grasland (H6230; Figuur 9). Om ook een beeld te krijgen van de andere geplagde percelen werden op vier extra locaties (VSL12 t/m VSL15) alleen bodemmonsters verzameld. Voor een impressie van de meetlocaties zie Bijlage 2.

De bodemmonsters werden met een brede guts op de volgende diepten verzameld:

- 0-15 cm-mv;
- 15-30 cm-mv;
- 30-50 cm-mv.

In totaal werden er per meetronde 45 bodemmonsters verzameld.



Figuur 9. *Luchtfoto met de ligging van de meetlocaties in deelgebied Veerslootslanden (VSL). Oppervlaktewaterlocaties OW10 t/m OW13 werden eenmalig bemonsterd tijdens een veldbezoek op 19 juni 2024. Habitattypen (T0-versie): H6230 = heischraal grasland, H6410 = blauwgrasland, H7140B = subtype veenmosrietland en H7150 = pioniervegetaties met snavelbiezen.*

Poriewater werd, afhankelijk van de dikte van het veenpakket, verzameld door op 11 locaties op de volgende diepten een keramische cup te installeren:

- 10 cm-mv (veen);
- 40 cm-mv (veen);
- 100-120 cm-mv (zand; maximaal 120 cm-mv, anders werd de cup in het diepe veenpakket gezet).

Voor de exacte diepten waarop per locatie de cups werden geïnstalleerd, zie Tabel 8. Poriewater werd bemonsterd door met een 60 ml injectiespuit onder vacuüm water uit de bodem te onttrekken (Figuur 10). Per meetronde werden 33 poriewatermonsters verzameld.



Figuur 10. *Op zowel de blauwgraslandlocaties (links: VSL9) als de veenmosrietlandlocaties (rechts: CW2) werd met behulp van keramische cups op verschillende diepten poriewater uit het veen onttrokken.*

Tabel 8. *Overzicht van de XY-coördinaten, habitattype (H7140B = veenmosrietland, H7150 = pioniervegetaties met snavelbies, H6230 = heischraal grasland, H6410 = blauwgrasland en BLG = blauwgrasland op geplagde percelen), dikte veenpakket (in cm), diepte van de keramische cups (in cm-mv), bodemtype diepste cup, diepte bodemmonsters (in cm-mv) en eventuele opmerkingen per locatie. Codering locaties: VSL = Veerslootslanden, CW = Conradsweg en EM = Ende Maten. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 9, Figuur 11 en Figuur 12.*

Locatie	X	Y	Habitat-type	Dikte veen-pakket (cm)	Diepte cups (cm-mv)	Diepste cup in	Bodemmonsters (cm-mv)	Opmerking
VSL1	205472	514963	H7140B	>130	10-40-100	Veen	0-15, 15-30, 30-50	
VSL2	205652	515068	H7150	130	10-40-100	Veen	0-15, 15-30, 30-50	
VSL3	205852	515025	H6230	120	10-40-100	Veen	0-15, 15-30, 30-50	
VSL4	205980	515174	H6410	100	10-40-120	Zand	0-15, 15-30, 30-50	
VSL5	205999	514952	H6410	125	10-40-120	Veen	0-15, 15-30, 30-50	
VSL6	206114	515073	H6410	80	10-40-100	Zand	0-15, 15-30, 30-50	
VSL7	205286	515038	BGL	>130	10-40-100	Veen	0-15, 15-30, 30-50	
VSL8	206080	515288	BGL	65	10-40-100	Zand	0-15, 15-30, 30-50	Iets bijmenging met zand bij monster 30-50 cm
VSL9	205635	515423	BGL	95	10-40-120	Zand	0-15, 15-30, 30-50	
VSL10	205275	515504	BGL	>130	10-40-100	Veen	0-15, 15-30, 30-50	
VSL11	206057	515710	BGL	95	10-40-115	Zand	0-15, 15-30, 30-50	
VSL12	205322	514804	BGL				0-15, 15-30, 30-50	Zuur perceel, veel veenmos, haarmos en kleine zeggen
VSL13	205679	514848	BGL				0-15, 15-30, 30-50	
VSL14	205233	515352	BGL				0-15, 15-30, 30-50	
VSL15	205845	515400	BGL				0-15, 15-30, 30-50	
CW1	203770	516894	H7140B	?	10-50-100	Veen	5-15, 45-55	
CW2	203897	516901	H7140B	?	10-50	Veen	5-15, 45-55	
EM1	203970	514983	H7140B	?	10-50	Veen	5-15, 45-55	
EM2	204160	514989	H7140B	?	10-50-100	Veen	5-15, 45-55	
EM3	204319	514989	H7140B	?	10-50	Veen	5-15, 45-55	



Figuur 11. *Luchtfoto met de ligging van de meetlocaties in deelgebied Conradsweg (CW).*



Figuur 12. *Luchtfoto met de ligging van de meetlocaties in deelgebied Ende Maten (EM).*

De verzamelde bodem- en poriewatermonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In paragraaf 2.3 worden de analysemethoden nader toegelicht.

2.1.2 Veenmosrietland

Op vijf locaties met veenmosrietland in de Olde Maten (deelgebieden Conradsweg en Ende Maten; Figuur 11 en Figuur 12) werden op 3/4 april 2024 en 26/27 augustus 2024 bodem- en poriewatermonsters verzameld. Voor een impressie van de meetlocaties zie Bijlage 2.

De bodemmonsters werden met een brede guts op de volgende diepten verzameld:

- In het afstervende veenmos, direct onder het levende veenmos (5-15 cm-mv);
- In het onderliggende veenpakket op ca. 45-55 cm-mv.

In totaal werden er per meetronde tien bodemmonsters verzameld.

Poriewater werd, afhankelijk van de dikte van het veenpakket, verzameld door op de volgende diepten een keramische cup te installeren:

- 10 cm-mv (veen);
- 50 cm-mv (veen);
- 100 cm-mv (alleen op 1 locatie per deelgebied).

Poriewater werd bemonsterd door met een 60 ml injectiespuit onder vacuüm water uit de bodem te onttrekken. Per meetronde werden 12 poriewatermonsters verzameld.

De bodem- en poriewatermonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In paragraaf 2.3 worden de analysemethoden nader toegelicht.

2.1.3 Grondwater

Op 4 april 2024 en 27 augustus 2024 werden, met assistentie van een medewerker van de provincie Overijssel, op vier locaties (B21E0154, B21E0721, B21E0899 en B21E0900; Figuur 9 en Figuur 11) monsters van het (freatische) grondwater verzameld. Alle peilbuizen zijn uitgerust met twee filters (Tabel 9), zodat per meetronde 8 grondwatermonsters werden verzameld. De grondwatermonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In paragraaf 2.3 worden de analysemethoden nader toegelicht.

Tabel 9. *Technische gegevens van de bemonsterde peilbuizen in de Olde Maten-Veerslootslanden. Gegeven zijn: XY-coördinaten, maaiveldhoogte in m +NAP (MV-hoogte) en onderkant filter (zowel in m +NAP als m-mv). Voor de ligging van de locaties zie Figuur 9 en Figuur 11. In Bijlage 3 zijn de putgegevens opgenomen.*

Peilbuiscode	X	Y	MV-hoogte (m +NAP)	Onderkant filter (m +NAP)	Onderkant filter (m-mv)
B21E0154_1	205755	514951	-0,27	-20,25	19,98
B21E0154_2	205755	514951	-0,27	-67,25	66,98
B21E0721_1	206079	515012	-0,58	-1,48	0,90
B21E0721_2	206079	515012	-0,58	-4,58	4,00
B21E0899_1	203788	516897	-0,91	-2,14	1,23
B21E0899_2	203788	516897	-0,91	-4,74	3,83
B21E0900_1	205429	514872	-0,92	-1,85	0,94
B21E0900_2	205429	514872	-0,92	-3,94	3,03

2.1.4 Oppervlaktewater

Op 4 april en 27 augustus 2024 werden op acht locaties (OW1 t/m OW8) monsters van het oppervlaktewater verzameld (Tabel 10). Op 27 augustus 2024 werd een extra watermonster (OW9) genomen ter hoogte van een inlaatvoorziening aan de noordzijde van de Olde Maten. De monsters werden 10 cm onder het wateroppervlak verzameld in HDPE-pot van 500 ml en daarna luchtdicht afgesloten. Voor een volledig overzicht van de ligging van de oppervlaktewaterlocaties zie Figuur 3. De watermonsters werden vervoerd naar het lab en bewaard bij 4°C tot verdere verwerking. In paragraaf 2.2 worden de analysemethoden nader toegelicht.

Tijdens een veldbezoek op 19 juni 2024 werd op vier extra locaties (OW10 t/m OW13) in de Veerslootslanden een oppervlaktewatermonster verzameld (Figuur 9 en Tabel 10).

Tabel 10. *Gegevens van de bemonsterde oppervlaktewaterlocaties in de Olde Maten-Veerslootslanden. Gegeven zijn: gebied (OM = Olde Maten en VSL = Veerslootslanden), XY-coördinaten en een beknopte omschrijving. Voor de ligging van de locaties zie Figuur 4 en Figuur 5.*

Locatie	Gebied	X	Y	Omschrijving
OW1	VSL	205778	514837	Inlaatwater Veerslootslanden (augustus 2024: 205771, 514859)
OW2	VSL	206673	515343	Potentieel inlaatwater (oostzijde Veerslootslanden)
OW3	VSL	205263	513820	Inlaatwater zuidzijde Veerslootslanden (augustus 2024: (205253, 513851)
OW4	OM	203598	518396	Natte As 1
OW5	OM	203406	516639	Natte As 2
OW6	VSL	205598	514885	Veerslootslanden
OW7	VSL	205748	515354	Veerslootslanden
OW8	OM	205128	514619	Natte As 3
OW9	OM	203643	518936	Inlaatwater Olde Maten (alleen augustus 2024; voormalige meetlocatie IWG17 van het waterschap)
OW10	VSL	206807	515096	Oppervlaktewater nabij VSL3
OW11	VSL	206020	514974	Oppervlaktewater nabij VSL5, sloot met Stijve moerasweegbree
OW12	VSL	206044	515025	Oppervlaktewater nabij VSL6, sloot met zeer veel Stijve moerasweegbree
OW13	VSL	205754	514950	Oppervlaktewater sloot nabij toegangspoort, sloot met Krabbenscheer, Kikkerbeet, Glanzig fonteinkruid, Pijlkruid, Grote egelskop

2.2 Chemische analyse

2.2.1 Bodemmonsters

Van ieder bodemmonster werden de volgende variabelen bepaald:

- Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid;
- 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. fosfor, ammonium, nitraat en calcium

Vochtpercentage, organische stofconcentratie en bodemdichtheid

Het vochtpercentage van het verse bodemmateriaal werd via het vochtverlies bepaald. Dit gebeurde door in duplo bodemmateriaal 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. Voor het veenmosveen (locatie CW1, CW2, EM1 t/m EM3) werden grotere aluminiumbakjes (volume = 65,5 ml) gebruikt.

De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met de fractie organisch materiaal in de bodem.

Olsen-extractie

Plantenbeschikbaar fosfaat werd met behulp van een Olsen-extractie [redacted] bepaald. Het principe van deze extractiemethode is dat natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) zorgt voor een daling van de concentratie opgeloste calciumionen via de vorming van onoplosbaar calciumcarbonaat ($CaCO_3$). Hierdoor stijgt de concentratie opgelost fosfaat. Natriumbicarbonaat brengt ook de labiele, voor planten snel beschikbare, proportie van de organische fractie in oplossing. Voor de Olsen-extractie werd aan 3 gram droog bodemmateriaal 60 ml 0,5 mol l^{-1} natriumbicarbonaat ($NaHCO_3$) toegevoegd. De pH van het extractiemedium werd op pH 8,5 gesteld met behulp van natronloog (NaOH). Gedurende 30 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 r.p.m.) waarna het supernatant onder vacuüm werd verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars. Het extract werd bij 4 °C bewaard tot verdere analyse. De Olsen-P concentraties werden met behulp van de soortelijke massa berekend in µmol per liter bodem.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bepaalde elementen/nutriënten in het bodemmateriaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen gedroogde bodem afgewogen in teflon destructievaatjes. Aan het bodemmateriaal werd 4 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3, 65%) en 1 ml waterstofperoxide (H_2O_2, 30%) toegevoegd en geplaatst in een destructiemagnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestrueerd in gesloten teflon vaatjes en na afkoelen werden het destruaat nauwkeurig overgebracht en aangevuld tot 100 ml met milli Q water. De monsters werden in polyethyleenpotjes bij 4 °C bewaard voor verdere analyse. Concentraties van elementen werden met behulp van de soortelijke massa berekend in µmol per liter bodem.

Zoutextractie (NaCl-extractie)

Bij een natriumchloride(zout)-extractie worden aan het bodemadsorptiecomplex gebonden ionen verdrongen door natrium en chloride. Met deze extractie kan onder andere de pH, ammonium- en nitraatbeschikbaarheid van de bodem bepaald worden. Daarnaast kan op basis van de aluminium/calcium-ratio een goede inschatting gemaakt worden van de buffercapaciteit van de bodem. Voor een zoutextractie werd aan 17,5 gram verse bodem 50 ml 0,2 mol l^{-1} natriumchloride (NaCl) toegevoegd. Gedurende 120 minuten werden de monsters uitgeschud op een schudmachine (105 r.p.m.) waarna de pH werd gemeten. Het supernantant werd onder vacuüm verzameld met behulp van teflon poriewaterbemonsteraars en bewaard bij 4 °C tot verdere analyse. De elementenconcentraties werden met behulp van de soortelijke massa berekend in µmol per liter bodem.

2.2.2 Watermonsters

De pH werd gemeten met een standaard $Ag/AgCl_2$-elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (TIC: CO_2 en HCO_3) werd bepaald met behulp van infrarood gasanalyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit (alleen oppervlaktewater) werd bepaald door een deel van het monster te titreren met 0,01 mol/l 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 monsters voor de auto-analyzers werden bewaard bij een temperatuur van -20 ºC tot aan de analyse. De monsters voor de ICP-OES werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 ºC.

2.2.3 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) in bodemextracten en watermonsters werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; ARCOS MV of GREEN DUO, Spectro, Kleve, Duitsland). De concentraties nitraat (NO_3^-), ammonium (NH_4^+) en fosfaat (PO_4^{3-}) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van respectievelijk salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ ascorbinezuur. Chloride (Cl^-) werd colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium (Na^+) en kalium (K^+) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

3 Resultaten

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 3.2 wordt de bodemchemie besproken en in paragraaf 3.3 de samenstelling van het poriewater. In paragraaf 3.4 wordt de kwaliteit van het (freatische) grondwater beschreven en in paragraaf 3.5 de kwaliteit van het oppervlaktewater. In hoofdstuk 4 volgt de synthese van de onderzoeksresultaten.

3.2 Bodemchemie

3.2.1 Blauwgrasland

Voor de blauwgraslandlocaties (VSL1 t/m VSL15) werd de chemische samenstelling van de bodem op 3 diepten bepaald in zowel april 2024 (Tabel 11) als augustus 2024 (Tabel 12). VSL1 en VSL2 liggen in het proefgebied dat al in 1998 is geplagd. VSL3 t/m VSL6 liggen in het oude blauwgraslandreservaat (VSL3 betreft heischraal grasland/verdroogd blauwgrasland) en VSL7 t/m VSL15 liggen in de deelgebieden die in 2013/2014 zijn geplagd voor de uitbreiding van blauwgrasland. In Figuur 13 worden een aantal sturende bodemchemische variabelen weergegeven, waarbij onderscheid is gemaakt tussen het oude blauwgraslandreservaat en de nieuwe blauwgraslanden in het proefgebied en de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden. De percelen met de nieuwe blauwgraslanden zijn lange tijd in landbouwkundig gebruik geweest en geplagd bij de herinrichting om de voedselrijke veenlaag te verwijderen. Een aantal belangrijke bodemchemische variabelen van de toplaag van het veen worden ruimtelijk weergegeven in Figuur 15 t/m Figuur 16.

Veraarding van het veen

De toplaag van het veen in het blauwgraslandreservaat was zowel in april als augustus 2024 droger dan de toplaag in de geplagde percelen. Daarnaast is de toplaag in het blauwgraslandreservaat sterker veraard op basis van het lagere organisch stof percentage in vergelijking met de geplagde percelen (Figuur 13). Het vochtpercentage is het laagste in de augustusmeting (in de zomer). Het organisch stof- en vochtpercentage is vanaf 15 cm-mv fors hoger in het bestaande reservaat: met name de toplaag (0-15 cm) is dus droger en sterker veraard. In de geplagde percelen zijn niet alleen percentages organische stof en vocht hoger maar zijn de verschillen in het vochtpercentage tussen de metingen in april en augustus ook kleiner. Daarnaast wordt in de geplagde percelen, evenals in het blauwgraslandreservaat, een toename van het vocht- en organisch stofpercentage in de diepte gemeten (Figuur 13). In 2000 zijn ook bodemanalyses uitgevoerd in het proefgebied en het oude reservaat, waarbij ook de veraarding van de toplaag van het veen in het oude reservaat bleek (proefgebied: 88,7% en reservaat: 60,7% organische stof; [redacted]

Doordat de aangrenzende percelen in landbouwkundig gebruik zijn geweest, is ca. 10 cm van het veen verdwenen door hier in sterkere mate veenoxidatie is opgetreden [redacted] Hierdoor ligt het oude blauwgraslandreservaat ca. 10 cm hoger dan de aangrenzende percelen en zelfs 30 cm hoger dan de geplagde percelen [redacted] Doordat de waterstanden in het blauwgraslandreservaat te ver wegzakken is de toplaag van het veen flink veraard. Het organische stofgehalte is ook lager dan gemeten wordt in referentie blauwgraslanden op veen (Figuur 13 en Tabel 1). Deze mineralisatie van organisch materiaal heeft in het bestaande blauwgrasland tot enige inklinking geleid op basis van de hogere totaal-Al (en totaal-Fe en totaal-P) concentraties die werden gemeten in de veraarde toplaag op de locaties VSL3 t/m VSL6 (Tabel 11 en Tabel 12).

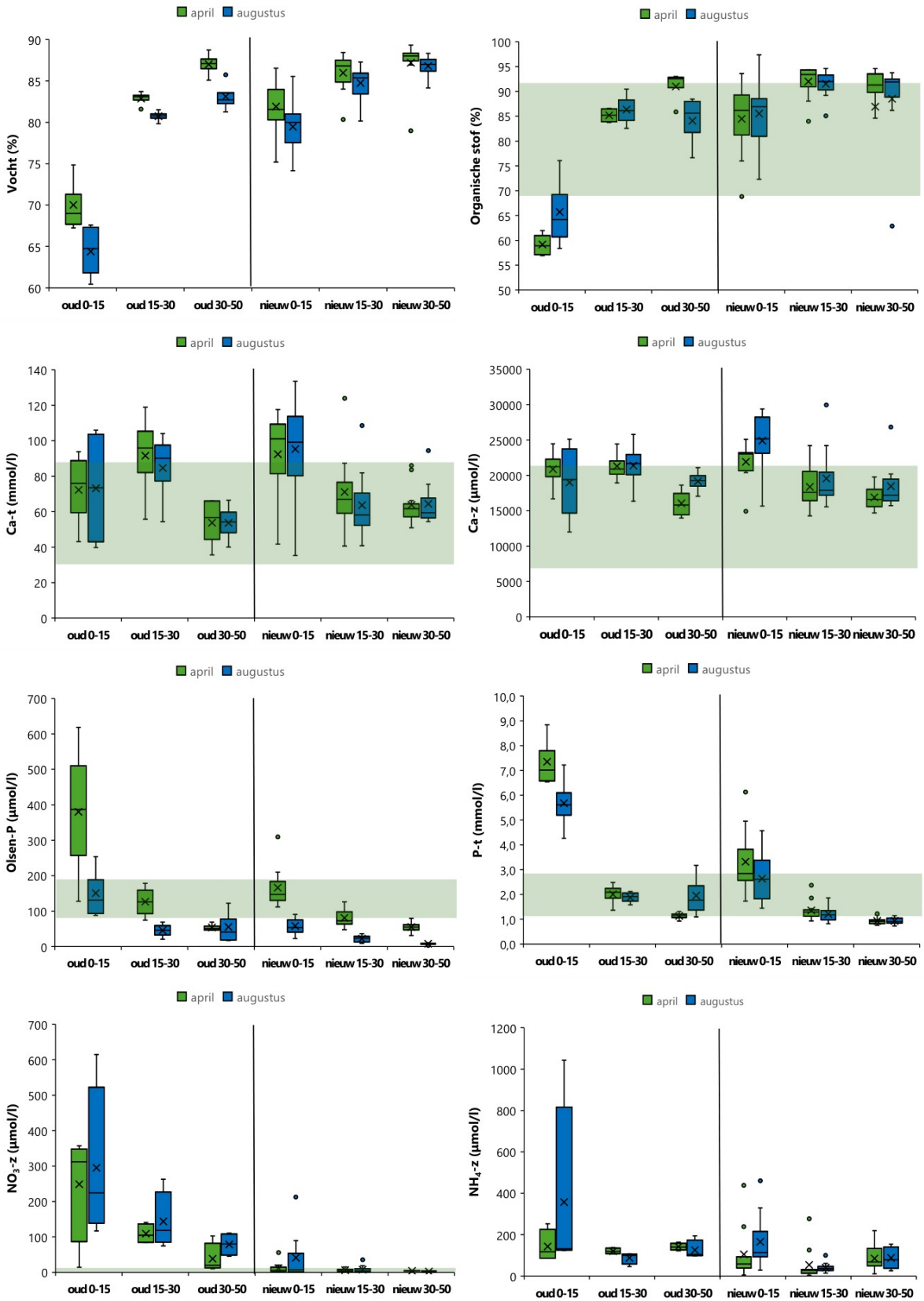
Tabel 11. *Bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de blauwgraslandlocaties in de Veerslootslanden (VSL1 t/m VSL15), in april 2024. OS = organisch stofpercentage; V = vochtpercentage; MV = massavolume in kg droge bodem per liter verse bodem, P-O = Olsen-P (µmol/l), -t = totale concentratie (mmol/l), -z = zoutuitwisselbare concentraties (µmol/l), S/MgCa = S-t/(Ca-t+Mg-t)-ratio (mol/mol) als maat voor de verzuringsgevoeligheid bij verdroging (risico bij ratio > 0,67; getal in rood weergegeven), BV is indicatieve basenverzadiging (%). Bij een aantal sturende variabelen is een kleurarcering toegepast zodat verschillen duidelijker te zien zijn. In de bovenste tabel zijn de grenswaarden voor de verschillende kleuren gegeven. Deze grenswaarden komen niet overeen met de referentiewaarden voor blauwgrasland of veenmosrietland. Zie hiervoor de boxplots in Figuur 13 en paragraaf 1.3. Voor ligging van de locaties zie Figuur 9 of Figuur 14 t/m Figuur 16.*

Org. stof	P-O	Al-t	Ca-t	Ca-z	Fe-t	pH-z	P-z	NO_3-z	NH_4-z
%	µmol/l	mmol/l	mmol/l	µmol/l	mmol/l		µmol/l	µmol/l	µmol/l
<10	<300	<150	<10	<4000	<20	<4,2	<1	<50	<50
10 - 25	300 - 500	150 - 250	10 - 20	4000 - 8000	20 - 50	4,2-4,5	1 - 5	50 - 100	50 - 100
25 - 50	500 - 800	250 - 400	20 - 30	8000 - 15000	50 - 100	>4,5	5 - 10	100 - 200	100 - 200
50 - 75	800 - 1200	400 - 750	30 - 50	15000 - 25000	100 - 150		10 - 30	200 - 400	200 - 400
>75	1200 - 1500	>750	50 - 100	25000 - 40000	150 - 300		30 - 50	400 - 800	400 - 800
	1500 - 2000		>100	>40000	>300		50 - 100	800 - 1200	800 - 1200
	>2000						>100	>1200	>1200

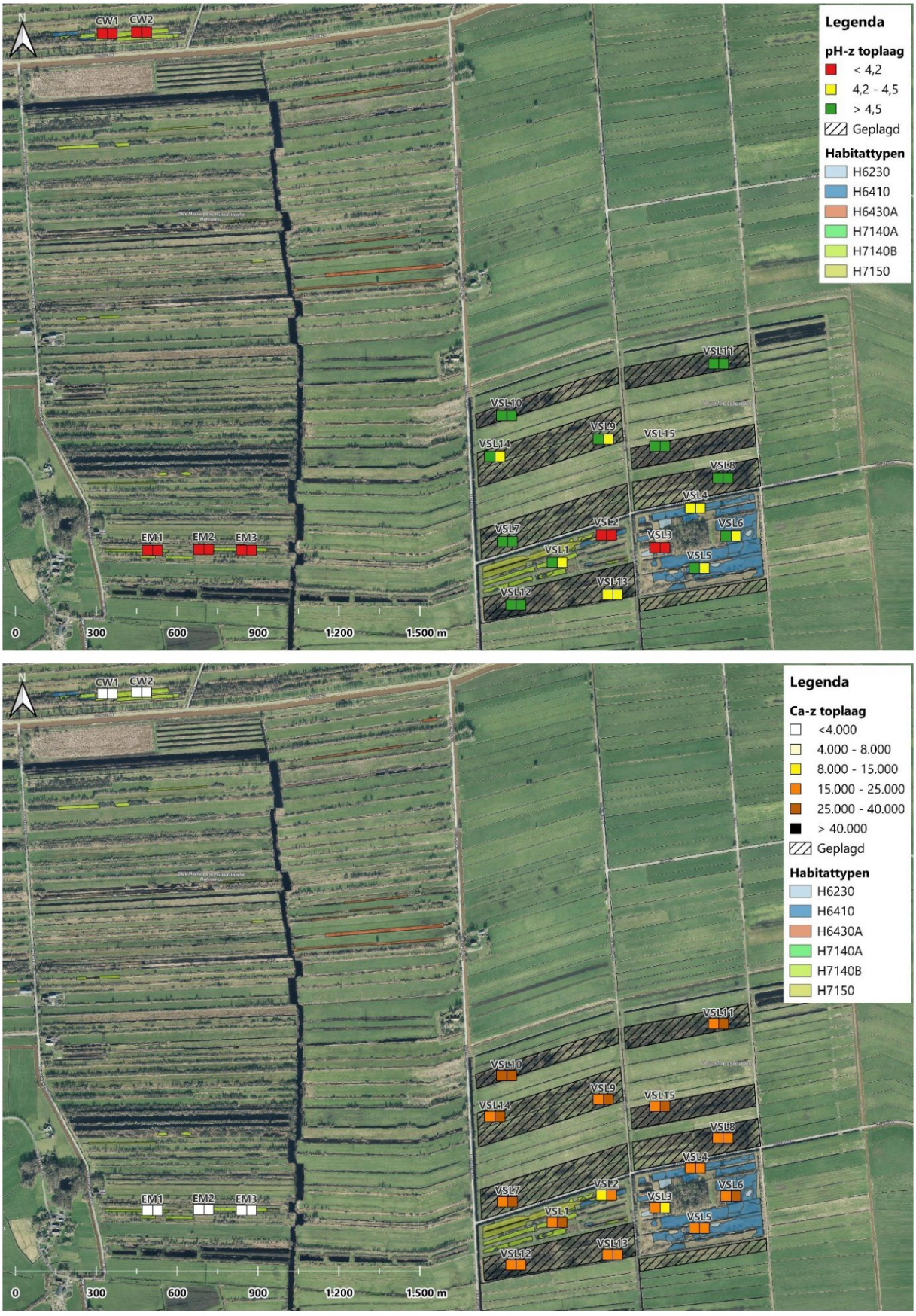
Locatie	Diepte	Bodem	OS	V	MV	P-O	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	K-t	Mg-t	S-t	S/MgCa	Al-z	Ca-z	K-z	Mg-z	pH-z	BV	P-z	NO_3-z	NH_4-z
Oude blauwgrasland reservaat																							
VSL3	0-15	veen	57	67	0,29	619	7,4	177	43	142	8,5	22,4	35	0,53	254	16679	120	1242	4,1	97	0,3	304	86
	15-30	veen	86	82	0,17	74	2,0	23	119	56	0,6	3,1	25	0,20	17	24444	86	992	5,0	100	0,0	124	126
	30-50	veen	92	87	0,12	47	1,2	5	66	22	0,1	1,4	24	0,36	13	18625	112	734	4,7	99	1,1	20	144
VSL4	0-15	veen	57	70	0,32	474	8,8	175	65	151	9,3	20,0	39	0,45	183	20870	99	1578	4,3	98	0,1	320	87
	15-30	veen	84	83	0,16	152	2,5	34	56	40	1,2	4,0	33	0,55	92	18938	52	1191	4,2	99	0,4	85	111
	30-50	veen	93	89	0,11	46	0,9	6	36	19	0,1	1,9	34	0,91	31	13975	115	1078	4,2	99	1,5	10	163
VSL5	0-15	veen	61	68	0,30	128	6,6	141	87	173	7,5	24,0	29	0,26	24	21566	162	3376	4,8	99	0,1	357	147
	15-30	veen	87	83	0,15	179	1,4	9	101	39	0,3	3,1	17	0,17	7	21255	77	1335	4,8	100	0,1	85	107
	30-50	veen	93	87	0,11	54	1,1	6	47	22	0,1	1,7	21	0,43	6	14564	109	810	4,7	99	0,5	20	122
VSL6	0-15	veen	62	75	0,27	300	6,5	132	94	115	7,2	22,7	28	0,24	26	24464	81	2346	4,8	99	1,2	14	252
	15-30	veen	84	84	0,16	99	2,2	24	91	39	0,8	5,4	22	0,23	17	20573	55	1734	5,0	99	0,4	141	138
	30-50	veen	86	85	0,14	69	1,3	13	66	24	0,3	4,1	20	0,28	21	17068	88	1730	4,6	99	0,5	103	136
Proefgebied 1998																							
VSL1	0-15	veen	91	84	0,14	116	2,6	10	77	40	0,7	3,9	17	0,21	22	20399	238	1883	4,6	99	2,2	56	239
	15-30	veen	94	88	0,11	47	1,3	4	51	19	0,1	2,3	17	0,31	6	15378	184	1310	4,8	99	1,2	15	126
	30-50	veen	90	87	0,12	44	1,2	6	66	22	0,2	3,4	34	0,48	5	18579	145	1710	4,9	99	1,5	5	219
VSL2	0-15	veen	94	87	0,13	139	2,1	5	42	33	0,4	2,1	17	0,39	16	14937	181	1307	4,0	98	0,8	8	439
	15-30	veen	94	88	0,11	48	1,1	3	41	21	0,1	1,6	25	0,60	11	14271	136	1023	4,3	98	1,3	2	277
	30-50	veen	94	89	0,10	31	0,9	2	56	15	0,0	2,8	28	0,48	8	15550	141	1474	5,0	99	1,8	5	178
Herinrichting 2013/2014																							
VSL7	0-15	veen	80	82	0,18	139	3,2	20	101	63	0,8	6,8	22	0,21	15	23032	46	2706	4,9	99	1,0	15	93
	15-30	veen	93	87	0,12	58	1,3	4	58	29	0,1	3,1	23	0,37	10	16814	89	1747	4,6	99	0,8	12	31
	30-50	veen	93	89	0,11	46	1,0	2	51	24	0,0	3,1	29	0,54	3	14686	165	1692	5,0	99	1,0	4	134
VSL8	0-15	veen	91	85	0,15	121	1,7	5	107	15	0,5	6,8	15	0,14	4	20521	196	2959	5,1	100	0,7	11	58
	15-30	veen	94	88	0,12	71	1,0	3	66	10	0,1	4,1	12	0,18	3	16556	133	2204	5,0	100	1,3	9	30
	30-50	veen	41	79	0,22	80	0,8	6	62	10	0,1	3,7	19	0,28	8	16601	153	2083	5,1	99	1,0	4	68
VSL9	0-15	veen	88	79	0,19	165	2,8	19	115	54	0,9	7,1	27	0,22	22	24714	58	3039	4,6	100	0,9	3	39
	15-30	veen	94	84	0,15	92	1,3	4	77	18	0,1	4,4	26	0,31	16	20085	85	2456	4,4	100	2,0	5	28
	30-50	veen	94	88	0,11	48	0,8	3	58	14	0,0	3,7	27	0,43	5	16210	139	2101	4,9	99	2,3	5	76
VSL10	0-15	veen	69	75	0,24	210	5,0	77	118	77	4,5	19,7	35	0,26	18	25115	58	3032	5,0	100	0,7	21	91
	15-30	veen	84	80	0,19	104	1,9	23	124	36	1,0	9,6	49	0,36	11	24229	80	3324	5,2	100	0,8	5	14
	30-50	veen	91	87	0,12	58	0,9	4	84	23	0,1	5,9	42	0,47	4	19662	116	2908	5,3	100	1,4	4	58
VSL11	0-15	veen	86	82	0,17	186	4,0	24	102	33	2,3	10,0	24	0,21	10	23207	131	4593	5,2	100	1,1	4	30
	15-30	veen	94	85	0,14	89	0,9	2	74	6	0,2	7,8	18	0,22	4	17622	94	4088	4,8	100	2,4	2	5
	30-50	veen	95	88	0,11	57	0,8	3	54	6	0,1	7,1	21	0,34	19	14919	156	4053	4,9	100	0,6	4	11
VSL12	0-15	veen	85	84	0,16	112	2,6	18	86	52	0,9	5,3	26	0,29	16	20775	109	1693	4,8	100	0,8	5	70
	15-30	veen	93	87	0,12	112	1,4	2	61	33	0,1	2,6	31	0,49	27	16304	143	1242	5,2	99	1,3	4	21
	30-50	veen	93	88	0,12	65	1,2	2	63	32	0,0	2,5	28	0,43	3	16670	125	1246	5,2	100	1,2	5	49
VSL13	0-15	veen	87	83	0,16	181	2,8	18	71	64	1,0	4,0	45	0,60	17	21953	127	1424	4,5	99	0,8	2	5
	15-30	veen	89	86	0,13	68	1,2	3	87	43	0,0	2,9	75	0,83	3	21028	123	1356	5,4	100	1,9	2	4
	30-50	veen	90	88	0,12	55	0,9	3	86	33	0,0	2,9	52	0,58	1	19781	129	1386	5,7	100	1,0	3	11
VSL14	0-15	veen	76	80	0,21	309	6,1	62	87	85	3,9	11,0	27	0,27	61	23153	42	1849	4,6	99	0,3	3	44
	15-30	veen	88	84	0,16	126	2,4	17	76	45	0,7	4,5	28	0,35	24	21386	84	1668	4,8	99	0,7	5	30
	30-50	veen	91	88	0,12	64	1,0	4	61	26	0,0	3,0	43	0,67	11	17464	113	1742	4,9	99	1,9	3	52
VSL15	0-15	veen	82	81	0,19	147	3,6	26	112	56	1,4	9,1	23	0,19	16	23224	168	3549	4,9	100	0,5	4	50
	15-30	veen	93	87	0,13	72	1,1	5	67	17	0,2	4,7	24	0,33	12	18476	108	2782	4,8	100	1,1	4	24
	30-50	veen	85	88	0,11	54	0,9	4	62	11	0,1	4,0	25	0,39	5	15627	165	2289	5,1	99	1,3	4	77

Tabel 12. *Bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de blauwgraslandlocaties in de Veerslootslanden (VSL1 t/m VSL15), in augustus 2024. 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), S/MgCa = S-t/(Ca-t+Mg-t)-ratio (mol/mol) als maat voor de verzuringsgevoeligheid bij verdroging (risico bij ratio > 0,67; getal in rood weergegeven), BV is indicatieve basenverzadiging (%). Voor de toegepaste kleurarceringen zie het bijschrift van Tabel 11. Voor ligging van de locaties zie Figuur 9 of Figuur 14 t/m Figuur 16.*

Locatie	Diepte	Bodem	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_3-z	NH_4-z
Oude blauwgrasland reservaat																							
VSL3	0-15	veen	76	62	0,24	166	5,5	107	40	92	4,8	13,1	24	0,45	111	11991	266	1577	4,1	94	1,6	204	1043
	15-30	veen	88	80	0,18	55	2,0	31	95	52	1,2	4,1	21	0,21	25	25793	55	1198	4,8	100	1,0	120	95
	30-50	veen	77	81	0,18	63	2,1	28	66	43	0,9	3,6	31	0,45	15	18959	81	993	4,7	99	1,3	102	97
VSL4	0-15	veen	58	60	0,27	254	7,2	149	44	102	7,9	18,7	27	0,43	115	15553	48	1083	4,2	98	0,6	117	129
	15-30	veen	85	81	0,17	69	1,8	22	54	32	0,8	3,1	30	0,52	61	16352	51	1102	3,6	99	1,3	75	46
	30-50	veen	83	83	0,19	122	3,2	61	40	55	3,0	7,9	39	0,81	117	21095	71	1546	3,9	98	0,8	45	101
VSL5	0-15	veen	67	67	0,26	95	4,3	95	106	118	4,1	15,9	24	0,20	16	23296	40	2498	4,3	99	0,9	245	124
	15-30	veen	90	82	0,17	21	1,6	18	104	46	0,6	4,6	20	0,18	52	22013	56	1958	4,7	99	0,5	117	107
	30-50	veen	88	86	0,14	17	1,1	7	51	27	0,2	2,1	29	0,55	4	17047	88	1049	4,6	99	1,4	58	109
VSL6	0-15	veen	61	68	0,29	88	5,7	124	103	113	5,6	19,6	28	0,23	31	25123	1	1923	4,4	99	0,6	615	134
	15-30	veen	83	81	0,18	36	2,1	27	85	39	1,1	5,9	22	0,24	22	21348	24	1679	4,2	99	0,8	263	104
	30-50	veen	88	83	0,18	19	1,5	18	57	24	0,7	4,3	15	0,25	14	19566	84	1721	4,4	99	0,8	110	195
Proefgebied 1998																							
VSL1	0-15	veen	87	79	0,19	75	3,6	21	88	50	1,4	6,2	19	0,20	21	25039	122	2266	4,4	99	2,4	90	461
	15-30	veen	94	86	0,13	31	1,4	4	50	19	0,2	2,4	16	0,30	6	17566	81	1521	4,4	99	2,2	35	100
	30-50	veen	86	86	0,13	7	1,1	7	61	19	0,4	4,4	29	0,45	3	15787	80	1525	4,9	99	2,8	4	154
VSL2	0-15	veen	95	86	0,13	51	1,6	4	35	22	0,3	1,6	15	0,42	22	15675	77	1223	3,9	98	1,9	32	329
	15-30	veen	95	87	0,14	23	1,1	3	41	22	0,1	1,7	25	0,58	8	15556	90	1132	3,7	99	1,4	19	61
	30-50	veen	93	88	0,12	4	0,8	3	59	14	0,3	3,5	29	0,46	5	15734	106	1512	4,9	99	1,8	1	75
Herinrichting 2013/2014																							
VSL7	0-15	veen	81	80	0,20	37	2,6	14	92	51	0,7	6,5	21	0,21	47	25163	15	2823	4,7	99	2,3	46	140
	15-30	veen	91	86	0,12	29	1,5	7	47	30	0,3	3,0	22	0,44	13	16107	64	1689	4,6	99	1,8	5	36
	30-50	veen	91	87	0,13	9	1,1	3	56	28	0,1	3,9	33	0,55	9	16377	86	1925	5,0	99	2,0	4	141
VSL8	0-15	veen	90	82	0,16	33	1,4	5	99	14	0,5	7,5	14	0,13	6	21080	88	3241	4,8	100	3,9	7	95
	15-30	veen	92	87	0,12	10	0,8	3	56	9	0,1	4,1	13	0,22	16	18428	79	2577	4,9	100	2,5	4	29
	30-50	veen	63	84	0,19	8	0,9	8	74	14	0,2	4,6	27	0,34	81	20206	130	2536	5,1	99	1,6	4	119
VSL9	0-15	veen	87	76	0,25	88	3,7	28	131	65	1,5	9,9	30	0,21	39	28705	48	3617	4,4	99	1,6	1	113
	15-30	veen	93	83	0,15	36	1,0	4	62	16	0,2	3,6	26	0,39	60	16846	65	2161	4,4	99	2,8	1	27
	30-50	veen	92	88	0,13	7	0,7	3	54	12	0,1	3,9	26	0,45	10	17161	103	2083	4,7	99	2,4	2	103
VSL10	0-15	veen	72	74	0,27	91	4,6	64	121	73	3,2	15,6	37	0,27	36	29076	57	3060	4,7	99	1,1	213	216
	15-30	veen	85	80	0,19	22	1,9	30	109	39	1,3	10,6	48	0,40	12	29958	44	3684	4,9	100	1,5	4	37
	30-50	veen	88	85	0,16	10	1,0	7	94	27	0,3	7,7	50	0,49	11	26839	99	3761	5,1	100	1,9	3	35
VSL11	0-15	veen	87	81	0,20	71	2,7	13	134	29	1,1	11,8	30	0,21	14	29403	134	4693	5,2	100	0,7	2	93
	15-30	veen	93	84	0,14	24	0,8	2	63	7	0,2	7,7	17	0,24	4	17904	82	3704	4,7	100	2,7	1	21
	30-50	veen	94	87	0,14	9	0,8	3	57	8	0,2	8,7	26	0,39	2	18354	156	4162	4,8	100	1,7	2	26
VSL12	0-15	veen	81	81	0,16	44	1,8	6	68	46	0,5	2,7	27	0,38	22	22211	155	2055	4,8	99	1,0	54	162
	15-30	veen	89	85	0,14	9	1,3	3	58	34	0,2	2,2	36	0,59	15	19954	93	1710	5,1	100	1,8	5	44
	30-50	veen	92	87	0,13	7	1,1	2	59	32	0,2	2,3	26	0,43	1	17195	101	1165	5,2	100	1,2	2	79
VSL13	0-15	veen	81	80	0,19	53	1,9	15	73	63	0,7	3,1	43	0,56	10	24084	73	1565	4,5	99	2,7	0	29
	15-30	veen	89	85	0,14	14	1,2	3	82	43	0,3	2,6	71	0,84	12	24210	101	1395	4,4	99	1,4	1	14
	30-50	veen	89	87	0,13	7	0,8	3	75	35	0,2	2,7	55	0,71	0	19720	100	1354	5,6	100	1,9	1	37
VSL14	0-15	veen	83	75	0,22	76	3,2	29	102	67	1,5	6,1	23	0,22	57	27765	42	2007	4,5	99	1,6	5	109
	15-30	veen	92	83	0,16	28	1,3	5	78	27	0,3	2,1	17	0,21	19	20934	64	1180	4,4	99	2,0	10	28
	30-50	veen	93	87	0,14	13	1,0	4	61	21	0,2	2,4	30	0,48	7	19223	91	1623	4,8	99	1,7	1	149
VSL15	0-15	veen	97	81	0,17	23	1,8	8	106	27	0,6	6,3	16	0,14	44	25692	7	3193	4,9	99	1,6	1	73
	15-30	veen	93	86	0,13	11	1,0	4	55	15	0,2	3,0	19	0,32	13	17649	87	1793	4,8	99	2,7	0	46
	30-50	veen	92	88	0,12	3	0,8	3	56	13	1,0	2,9	24	0,41	9	16450	102	1622	4,8	99	1,9	1	46



Figuur 13. *Boxplots van enkele sturende bodemchemische variabelen op drie verschillende diepten (0-15, 15-30 en 30-45 cm-mv) in het oude blauwgraslandreservaat (oud; locaties VSL3 t/m VSL6) en op de geplagde percelen (nieuw; locaties VSL1, VSL2 en VSL7 t/m VSL15) in april en augustus 2024. De box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde, het kruisje het gemiddelde van de metingen en de stippen de uitschieters. De groene zone geeft de range aan waarbinnen 50% van de referentiemetingen voor blauwgrasland op veen uit de GRIP-database liggen (zie Tabel 1).*



Figuur 14. *Ruimtelijke variatie in de pH-z (boven) en het zoutuitwisselbaar calcium (µmol/l bodem; onder) in de toplaag (0/5-15 cm-mv) van de bodem. Het linker vierkantje geeft de meting in april 2024 en het rechter vierkantje in augustus 2024.*

Buffering van het veen

De buffering van het veen (op basis van calcium) ligt in de range voor blauwgrasland en neemt iets af in de diepere veenlagen (Figuur 13). Zowel de totale als zoutuitwisselbare calciumconcentratie is in de toplaag van het veen in het blauwgraslandreservaat iets lager dan op de geplagde percelen. De buffering van het veen verschilt niet sterk tussen april en augustus 2024, maar op de geplagde percelen waren de Ca-z concentraties in augustus wel hoger dan in april 2024 (Figuur 13). Dit kan mogelijk verklaard worden door lichte voeding met kwelwater in de zomer (zie paragraaf 3.3.1; [redacted]

De hogere totaal calciumconcentraties in de toplaag van de geplagde percelen (VSL7 t/m VSL15) kunnen nog een erfenis van het landbouwkundig gebruik zijn. De toplaag van landbouwpercelen is vaker verrijkt met calcium als gevolg van de bekalking tijdens het landbouwkundig gebruik ter optimalisatie van de pH voor de gewasgroei. Dat de concentraties totaal-P in de toplaag van de geplagde percelen ook hoger is dan in het diepere veen (Figuur 13) ondersteunt deze hypothese. Dit kan ook gecheckt worden door bodemmonsters te verzamelen en analyseren op de niet geplagde percelen in de zone van VSL7 t/m VSL15. In 2000 werden ook hogere calciumconcentraties gemeten in het proefgebied uit 1998 dan in het oude blauwgraslandreservaat [redacted]

De pH-z van de toplaag van het veen is op de meeste blauwgraslandlocaties hoger dan 4,2 (Figuur 14) en ligt daarmee in de range voor blauwgrasland op veen (pH-z: 4,3-5,5; Tabel 1). In augustus 2024 was de pH-z van de toplaag van het veen over het algemeen lager (ca. 0,1-0,2 pH eenheid) dan in april 2024 (Figuur 14). De lagere pH-z in de zomer is het gevolg van verzurende oxidatieprocessen in de zomer. De pH-z is vaak het hoogste op de locaties in de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden. Op locatie VSL2 en VSL3 is de pH-z het laagste (pH-z: 3,9-4,1; Figuur 14) en daarmee is de toplaag van het veen ook zuurder dan vaak gemeten wordt in blauwgrasland op veen. Op locatie VSL2 was in 2018 nog goed ontwikkeld blauwgrasland aanwezig, maar in 2024 alleen nog een rompgemeenschap. Mogelijk heeft stagnerend regenwater geresulteerd in deze verzuring [redacted] Naast stagnerend regenwater (minder kwelinvloed) kan een gebrek aan peilfluctuaties in het veen ook leiden tot verzuring doordat minder interne alkalinisatie (genereren van buffering door reductieprocessen na oxidatieprocessen in de zomerperiode) plaatsvindt. In 2000 werd in het proefgebied nog een gemiddelde pH-KCl gemeten van 4,4, terwijl deze in het oude blauwgraslandreservaat 3,6 was [redacted]

Op locatie VSL3 was in 2018 nog een rompgemeenschap van blauwgrasland aanwezig, maar in 2024 de associatie van Liggend walstro en Schapengras (associatie uit het verbond van heischrale graslanden). De Ca-z concentraties in de toplaag op deze locaties liggen nog wel in de range voor blauwgrasland, maar zijn in vergelijking tot de andere meetlocaties wel lager (ca. 12.000-15.000 µmol Ca-z/l ten opzichte van 15.000-25.000 µmol Ca-z/l).

De toplaag van het veen is op geen enkele blauwgraslandlocatie gevoelig voor sterke verzuring bij verdroging (S/(Ca+Mg)-ratio < 0,67; [redacted] Tabel 11 en Tabel 12). Dit is een belangrijke reden dat de toplaag van het veen op de meeste locaties ondanks de suboptimale grondwaterstanden niet sterk verzuurd is. Lokaal zijn in de ondergrond wel zwavelrijke veenlagen aanwezig met een S/(Ca+Mg) ratio >0,67). Droogval van deze bodemlagen kan leiden tot verzuring, de mobilisatie van sulfaat en calcium (meetbaar in poriewater, grondwater en/of oppervlaktewater).

Gebaseerd op de bodemchemische analyses in april en augustus 2024 vormt de buffering van de veenbodem geen knelpunt voor de blauwgraslanden in zowel het blauwgraslandreservaat als de geplagde percelen in het proefgebied uit 1998 als de deelgebieden uit 2013/2014. Uitgezonderd locatie VSL3 (heischraal grasland), is op alle meetlocaties nog een (rompgemeenschap) van blauwgrasland aanwezig [redacted] De lichte afname van de buffering in de diepte is een indicatie dat het veen niet wordt gebufferd via het grondwater. In het oude blauwgraslandreservaat zorgt de periodieke inundatie met oppervlaktewater voor buffering van de toplaag van het veen. Elke winter wordt gedurende een periode van enkele weken het peil tijdelijk een stuk hoger ingesteld om de blauwgraslanden tijdelijk te inunderen met gebufferd slootwater. De geplagde percelen zijn de afgelopen zes jaar tweemaal geïnundeerd. Het ging hierbij waarschijnlijk om een mixtype van kwel- en neerslagwater (maar dit is niet onderzocht; [redacted] Daarnaast kan de goede

buffering in de toplaag van het veen van de geplagde percelen nog een erfenis zijn van het vroegere landbouwkundig gebruik. Landbouwkundige bekalking zorgt ervoor dat de pH en buffering van de bodem op peil blijft, ondanks de depositie van verzurende verbindingen (stikstof en zwavel). De poriewatermetingen geven hierover meer duidelijkheid (paragraaf 3.3).

Voedselrijkdom van het veen

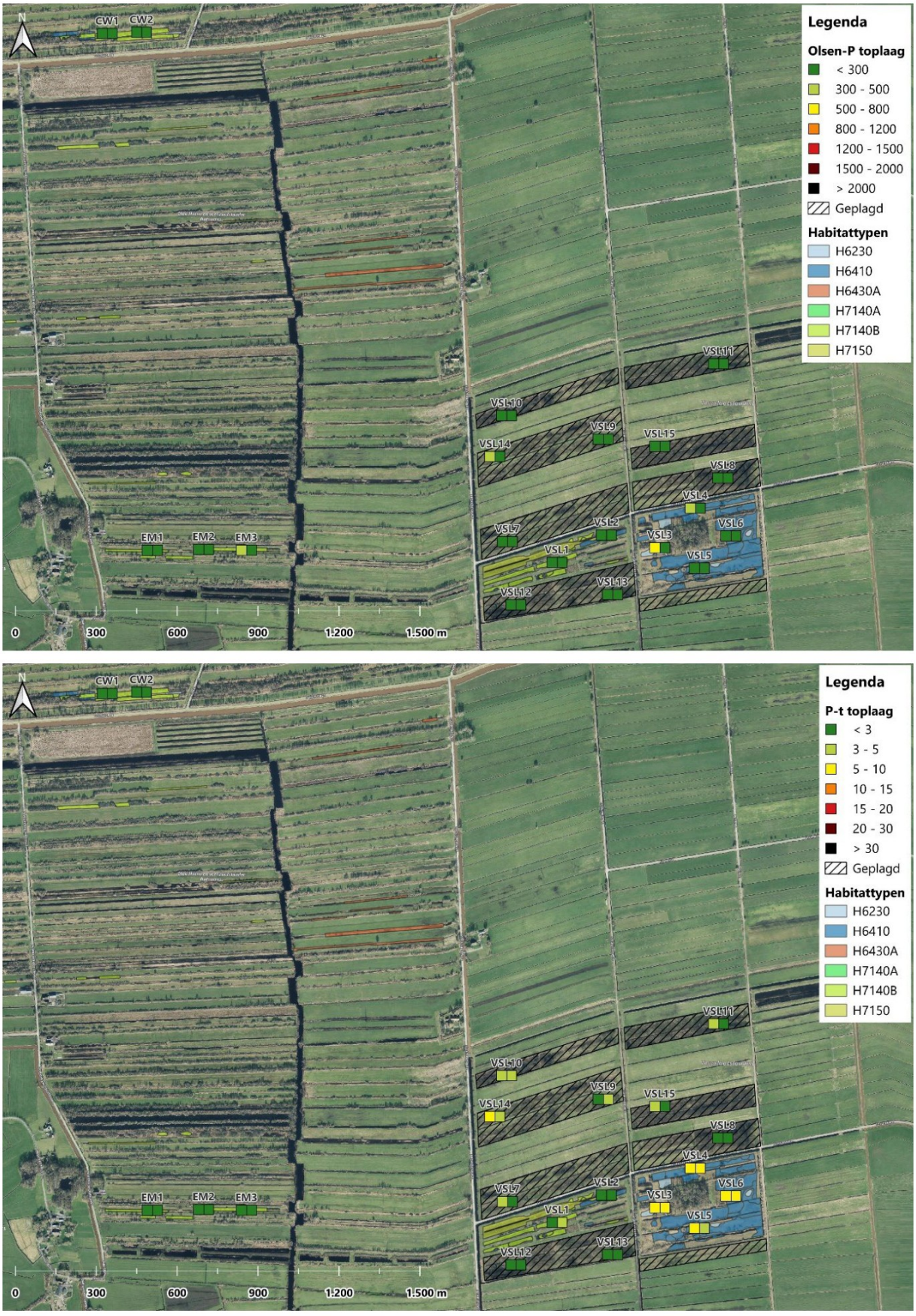
De toplaag van het veen in het oude blauwgraslandreservaat was in april 2024 op locatie VSL3 en VSL4 wel verrijkt met plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P; Figuur 15). In augustus 2024 werden in het reservaat wel lage Olsen-P concentraties gemeten (< 300 µmol/l; Figuur 13 en Figuur 15). De afname van Olsen-P is te verklaren door de opname van fosfaat door de vegetatie en/of doordat bij lagere waterstanden fosfaat beter in de bodem gebonden wordt, bijvoorbeeld aan ijzer(hydr)oxides. De fosfaatbeschikbaarheid in de toplaag van het veen op de geplagde locaties is zowel in april als augustus laag (Figuur 13). De totaal-P concentraties zijn in de toplaag van het blauwgraslandreservaat duidelijk hoger in vergelijking met de geplagde percelen van de proeflocatie uit 1998 als de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden (Figuur 13). Uit metingen in 2000 bleek ook al dat de P-concentraties in de toplaag van het veen in het reservaat hoger waren dan in het proefgebied [redacted]

De zoutuitwisselbare stikstofconcentraties (nitraat en ammonium) zijn in de toplaag van het veen in het blauwgraslandreservaat duidelijk verhoogd (Figuur 13 en Figuur 16). Opvallend is de ammoniumpiek (1043 µmol/l) in het verdroogde blauwgrasland/heischraal grasland (VSL3) in augustus. In het diepere veen zijn de stikstofconcentraties over het algemeen lager. De nitraatconcentraties zijn ook fors hoger dan gemeten wordt in referentieblauwgraslanden op veen (1-3 µmol/l; Tabel 1). Voor blauwgrasland op veen is er geen specifieke referentiewaarde voor ammonium, maar voor blauwgrasland in het algemeen kan een range van 40-148 µmol NH_4-z/l gehanteerd worden [redacted] In het blauwgraslandreservaat wordt deze range vaak overschreden (Figuur 13 en Figuur 16). Daarnaast worden op de locaties VSL1 en VSL2 in het proefgebied uit 1998 hoge ammoniumconcentraties gemeten. In 2000 werden in het proefgebied nog veel lagere stikstofconcentraties (Kjeldahl N) gemeten dan in het oude reservaat [redacted] De meest waarschijnlijke redenen voor deze toename zijn veenoxidatie als gevolg van verdroging (mineralisatie van organische stof) en de hoge stikstofdepositie (Provincie Overijssel, 2023; [redacted] Het oppervlaktewater in het proefgebied (OW6) is stikstofarm (zie paragraaf 3.5.1), dus inundatie met stikstofrijk water lijkt geen aannemelijke verklaring voor de stikstoftoename.

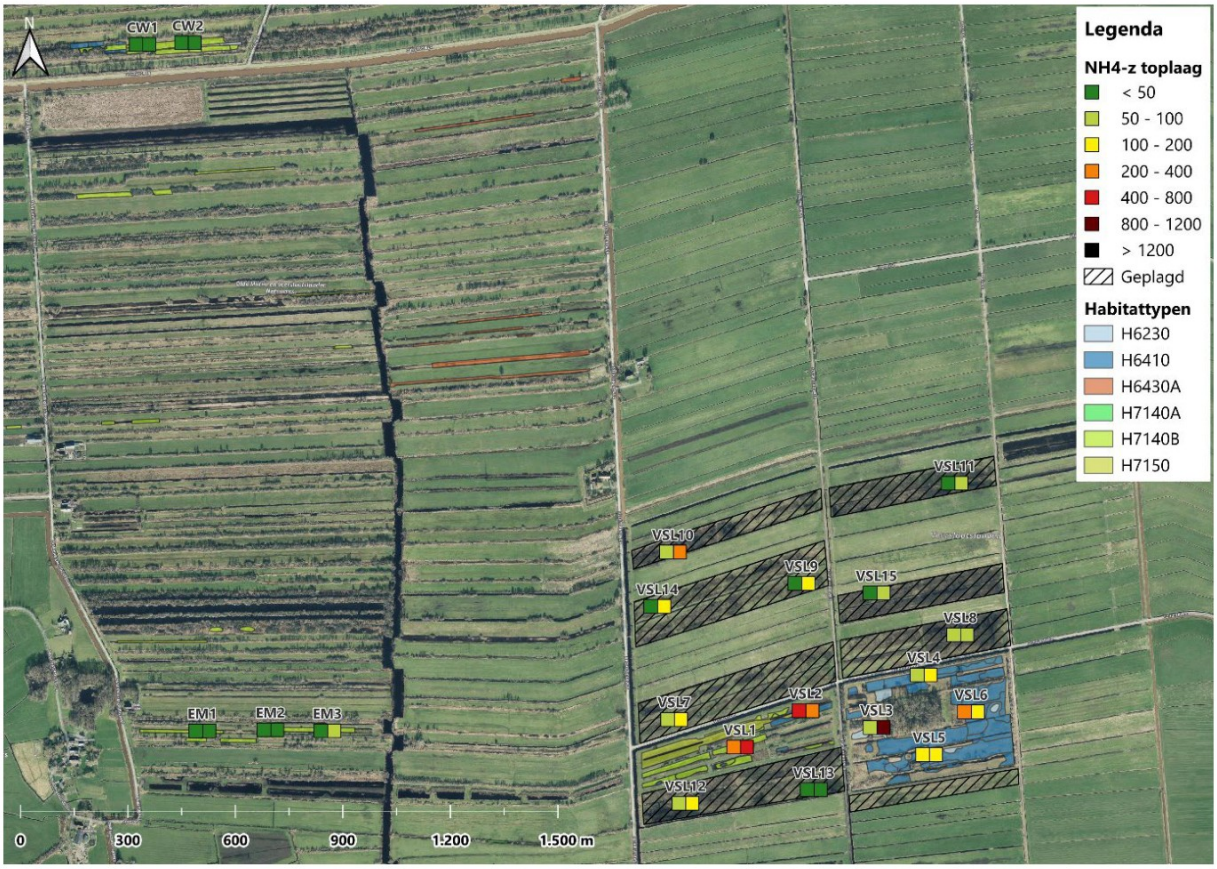
Peilfluctuaties (nat in de winterperiode en droogval van de toplaag in het groeiseizoen) kunnen bijdragen aan stikstofverliezen. Om onder andere te voorkomen dat (nieuw) ammonium dat op de bodem valt zich ophoopt in de toplaag, is het wel van belang dat natte en droge episoden elkaar afwisselen. Daarom moet de bodem van blauwgraslanden in de zomer juist oppervlakkig droogvallen, om ervoor te zorgen dat het ammonium (met toxische effecten) onder invloed van zuurstof wordt geoxideerd tot nitraat. Een deel van dit nitraat wordt dieper in de bodem, waar anaerobie heerst, vervolgens gedenitrificeerd en verdwijnt alsnog uit het systeem. Vernatting kan ook een middel zijn om de verzurende effecten van stikstofdepositie tegen te gaan, zelfs als actueel nog sprake is van een goede habitatkwaliteit. Een te sterke uitzakking van de grondwaterstanden in de zomer kan leiden tot een verhoogde mineralisatie, dus dit moet worden voorkomen. Te hoge stikstofdepositie kan immers leiden tot uitputting van de buffercapaciteit waardoor later alsnog verzuring kan optreden (Beije e.a., 2012).

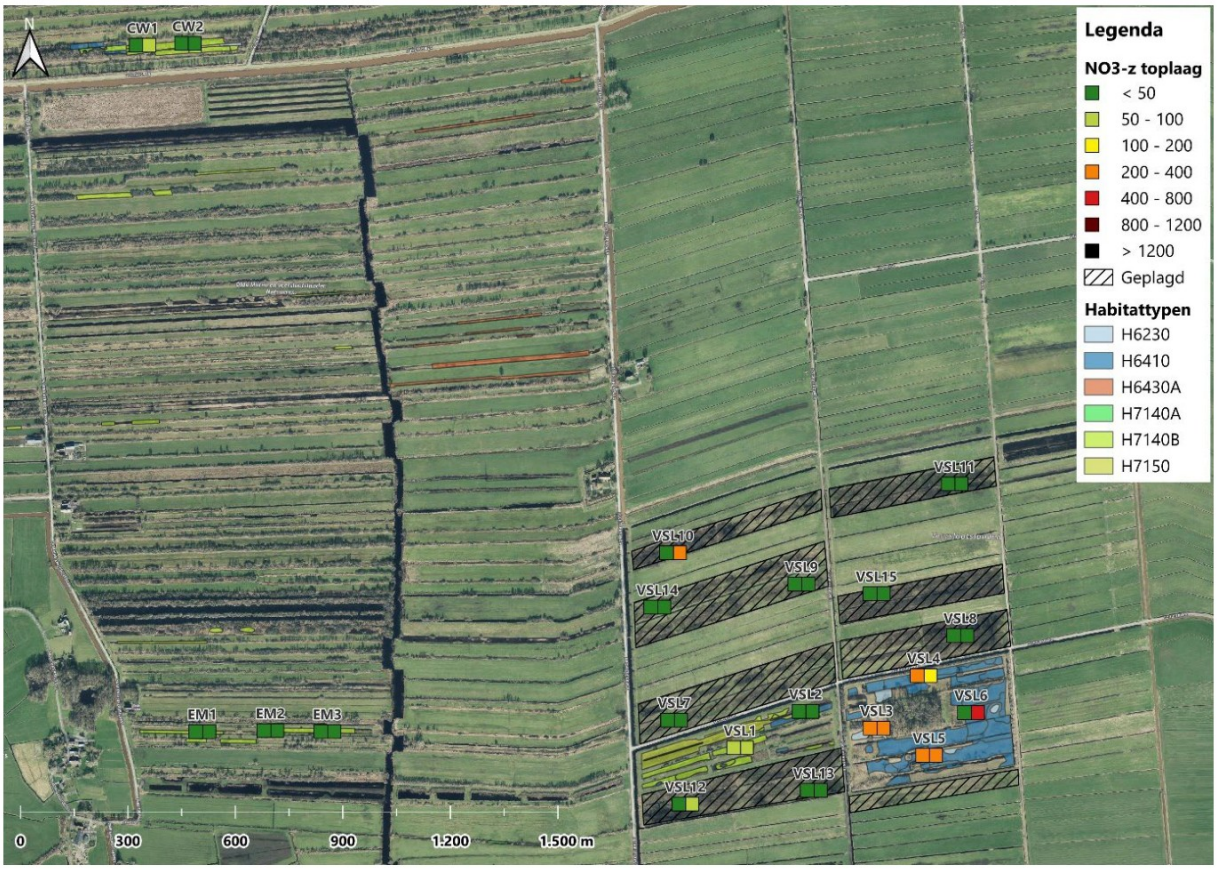
Knelpunten bodemchemie blauwgrasland

Op basis van de bodemchemie vormt vooral de te hoge stikstofbeschikbaarheid een knelpunt voor blauwgrasland. Lokaal (VSL3 en VSL4) is ook de fosfaatbeschikbaarheid te hoog. Op locatie VSL2 (nog blauwgrasland) en VSL3 (inmiddels heischraal grasland) is de toplaag van het veen te zuur voor blauwgrasland.



Figuur 15. *Ruimtelijke variatie in de Olsen-P (µmol/l bodem; boven) en de totaal-P concentratie (mmol/l bodem; onder) in de toplaag (0/5-15 cm-mv) van de bodem. Het linker vierkantje geeft de meting in april 2024 en het rechter vierkantje in augustus 2024.*

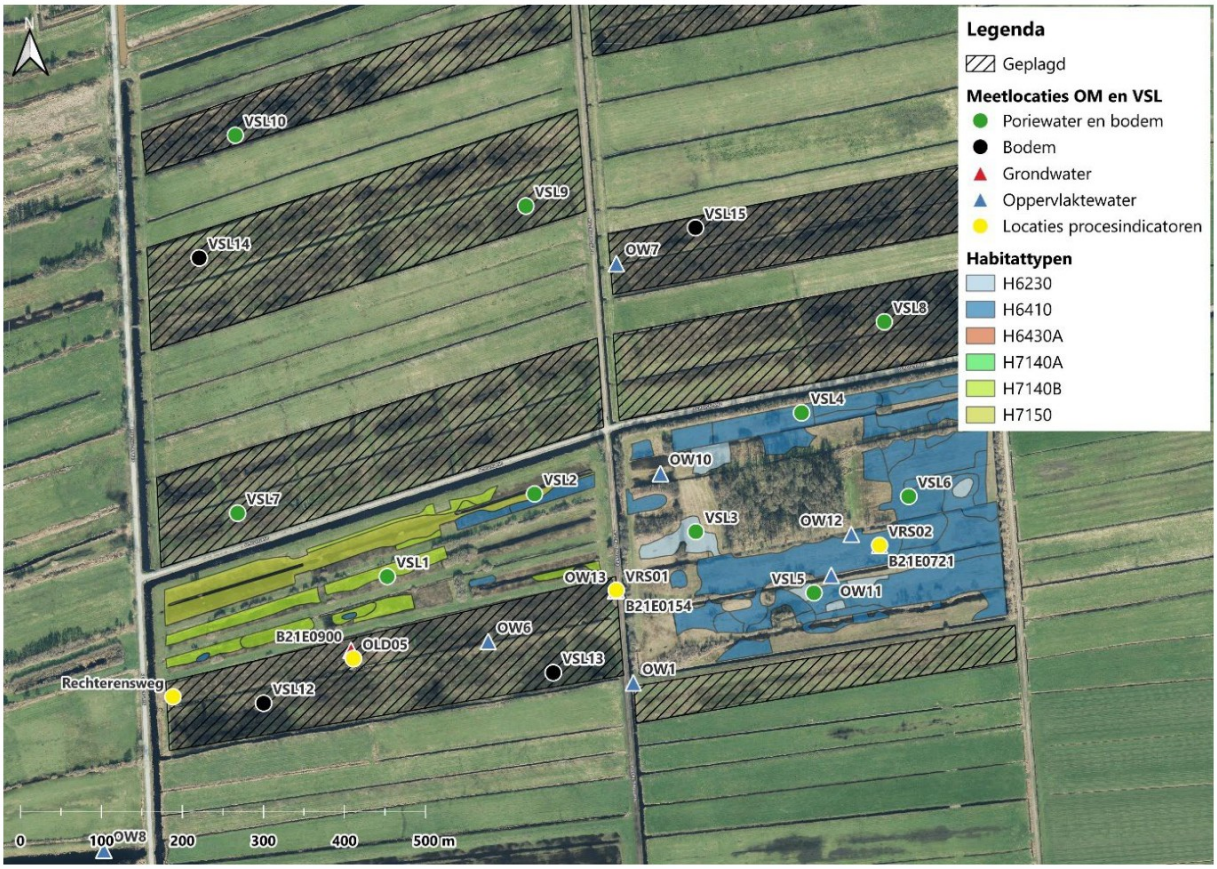




Figuur 16. *Ruimtelijke variatie in het zoutuitwisselbaar ammonium (µmol/l bodem; boven) en nitraat (µmol/l bodem; onder) in de toplaag (0/5-15 cm-mv) van de bodem. Het linker vierkantje geeft de meting in april 2024 en het rechter vierkantje in augustus 2024.*

Vergelijking met bodemchemische data 2008 en 2019/2022

In de Veerslootslanden werd zowel in 2008 [redacted] als 2019/2022 [redacted] al een bodemchemisch onderzoek uitgevoerd. De exacte locaties van het onderzoek uit 2008 zijn niet beschikbaar, maar wel van 2019 en 2022. In het kader van de monitoring van herstelprocesindicatoren werden in maart 2019 en maart 2022 op vier locaties in de Veerslootslanden monsters van de toplaag van het veen (0-10 cm-mv) verzameld en geanalyseerd (Figuur 17; [redacted] Uit de monitoring blijkt dat tussen 2019 en 2022 op alle locaties de pH (KCl) is afgenomen en de stikstof- en fosforconcentraties zijn toegenomen [redacted]



Figuur 17. *Ligging van de vier locaties (gele stippen) waar in het kader van de monitoring van procesindicatoren in 2019 en 2022 de bodemchemie is gemeten.* [redacted]

De bodemchemische data uit april en augustus 2024 kunnen lastig vergeleken worden met de data uit 2008, 2019 en 2022 doordat niet dezelfde locaties zijn bemonsterd en ook andere analysemethoden zijn toegepast. De monitoringslocaties van 2019 en 2022 liggen in de buurt van meetlocaties VSL5, VSL6, VSL12 en VSL13 en worden daarmee in deze paragraaf vergeleken. De bodemchemische data zijn daarvoor omgerekend naar µmol of mmol/kg droge bodem. Vanwege de lage soortelijke massa van veen zijn de concentraties uitgedrukt per kg droge bodem veel hoger dan per liter verse bodem.

Op basis van het organische stofgehalte is al te zien dat de variatie in de bemonsterde locaties groot is. De locatie bij de Rechterenseweg betreft waarschijnlijk sterk veraard veen (< 45% organische stof; Tabel 13) en op locatie VRS01 in maart 2019 een zandige bodem (5% organische stof). De pH van de bodem was in maart 2019 hoger (pH 4,5-5,2) dan in maart 2022 (pH 4,0-4,6; Tabel 13). De gemiddelde pH (20 locaties) in 2008 was 4,7, dus tussen 2008 en 2019 lijkt de bodem pH niet sterk veranderd te zijn. In april 2024 varieerde de pH op locatie VSL5, VSL6, VSL12 en VSL13 van 4,5 tot 4,7. Op basis hiervan kan voorzichtig de conclusie getrokken worden dat tussen 2022 en 2024 de pH weer iets is toegenomen. De lage bodem pH in 2022 is mogelijk het gevolg van de langdurige droogte in de voorgaande jaren (2018-

2020). Tijdens langdurige droogval van de toplaag van de bodem treedt er verzuring op als gevolg van verzurende oxidatieprocessen.

Tabel 13. *Bodemchemische data uit 2008 (alleen gemiddelden), van de vier locaties waar de procesindicatoren worden gemonitord (2019 en 2022) en de vier nabijgelegen locaties (VSL5, VSL6, VSL12 en VSL13) van het huidige onderzoek (2024). De monitoringsgegevens zijn omgerekend naar µmol of mmol/kg bodem en de data van het huidige onderzoek zijn uitgedrukt per kg bodem in plaats van per liter. Toegepaste analysemethoden: OS = gloeiverlies, P-Olsen = Olsen-extractie, -t = totale concentraties via een destructie met koningswater (2019 en 2022: Al-t, Ca-t en Fe-t), zwavelzuur (2019 en 2022: P-t) of salpeterzuur (2024: Al-t, Ca-t, Fe-t en P-t). pH-z =pH in een KCl (2008, 2019 en 2022) of NaCl-extract (2024), -z = zoutuitwisselbare concentraties in een extract met strontiumchloride (2008, 2019 en 2022: Al-z, Ca-z, Fe-z, K-z, Mg-z), calciumchloride (2008, 2019 en 2022: P-z) of natriumchloride (2024: Al-z, Ca-z, Fe-z, K-z, Mg-z en P-z). Bron data 2008:* [redacted]

Datum	Locatie	Diepte	OS	P-Olsen	P-t	Al-t	Ca-t	Fe-t	pH-z	NH_4-z	NO_3-z	P-z	Al-z	Ca-z	Fe-z	K-z	Mg-z
		cm-mv	%	µmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg	mmol/kg		µmol/kg	µmol/kg	µmol/kg	µmol/kg	µmol/kg	µmol/kg	µmol/kg	µmol/kg
2008	V1-V24 (20x)	0-15	53,2						4,7			22,6		471000			
mrt-19	VRS01	0-10	5,2	520	6,6	70	41	70	5,23	114	121	14,3	1000	92000	0	0	3000
mrt-22	VRS01	0-10	68,5	100	27,8	268	395	312	4,63	1043	57	178,6	5000	701000	3000	3000	39000
mrt-19	VRS02	0-10	54,5	55	26,4	533	258	406	4,47	464	236	7,1	22000	504000	8000	3000	25000
mrt-22	VRS02	0-10	59,8	58	26,5	579	252	458	4,12	907	829	14,3	44000	430000	6000	3000	27000
mrt-19	OLD05	0-10	70,9	39	32,8	305	509	360	4,64	936	1579	35,7	7000	966000	2000	3000	26000
mrt-22	OLD05	0-10	86,3	55	17,5	116	380	323	4,04	1214	43	21,4	8000	680000	9000	3000	34000
mrt-19	Rechterensweg	0-10	33,9	100	20,8	236	215	350	4,75	393	493	7,1	4000	458000	1000	1000	23000
mrt-22	Rechterensweg	0-10	44,5	387	56,3	550	257	730	4,43	707	886	28,6	15000	437000	2000	4000	25000
apr-24	VSL5	0-15	60,6	425	21,9	468	290	576	4,81	1190	491	0,5	81	71857	14	540	11249
aug-24	VSL5	0-15	66,9	367	16,4	368	409	454	4,34	944	477	3,4	63	89866	25	153	9634
apr-24	VSL6	0-15	62,0	1110	24,2	488	347	425	4,79	53	934	4,6	95	90483	78	300	8676
aug-24	VSL6	0-15	61,5	309	20,1	434	361	397	4,39	2158	469	2,1	110	88139	29	3	6747
apr-24	VSL12	0-15	85,5	704	16,2	114	542	329	4,84	33	440	4,8	100	130851	59	688	10666
aug-24	VSL12	0-15	81,1	266	11,2	35	413	281	4,77	326	982	5,8	130	134644	100	938	12458
apr-24	VSL13	0-15	86,9	1102	16,8	110	431	388	4,47	12	29	4,7	101	133400	158	770	8650
aug-24	VSL13	0-15	80,9	285	10,4	79	390	338	4,47	3	153	14,6	52	128829	109	392	8369

Belangrijker dan de pH is de buffercapaciteit van de bodem. In blauwgraslanden is de uitwisseling van zuur met basische kationen aan het bodemadsorptiecomplex het belangrijkste buffermechanisme. De concentratie zoutuitwisselbaar calcium is een belangrijke variabele voor de mate van zuurbuffering in de bodem. In 2008, 2019 en 2022 werd uitwisselbaar calcium in een strontiumchloride-extract gemeten en in 2024 in een natriumchloride-extract. Strontium (Sr^{2+}) kan als tweewaardig kation meer calcium vrijmaken van het bodemadsorptiecomplex dan natrium (Na^{+}). De analysedata uit 2008 (gemiddeld 47.000 µmol Ca-z/kg), 2019/2022 (gemiddeld 53.000 µmol Ca-z/kg) en 2024 (gemiddeld 11.000 µmol Ca-z/kg) kunnen daarom niet vergeleken worden. Gezien de lichte toename van de pH is het onwaarschijnlijk dat de concentratie uitwisselbaar calcium sterk is afgenomen. Ook de totale calciumvoorraad in de bodem is niet afgenomen (288 mmol Ca-t/kg in 2019/2022 en 398 mmol Ca-t/kg in 2024; Tabel 13).

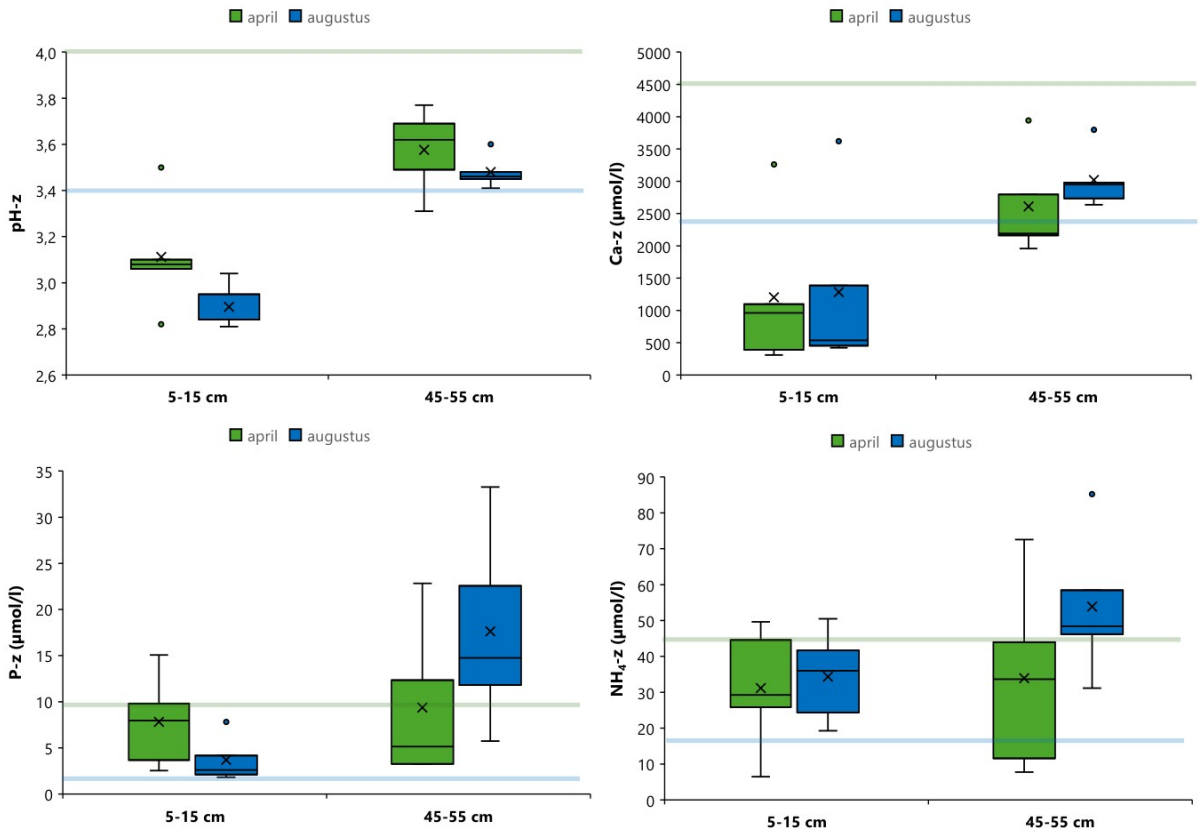
Tussen 2019 en 2022 werd een (lichte) toename in de concentratie P-Olsen gemeten en een forse toename van uitwisselbaar ammonium (NH_4-z). In het oude blauwgraslandreservaat (locatie VRS02) werd tussen 2019 en 2022 een flinke toename van zowel ammonium (van 464 naar 907 µmol/kg) als nitraat (van 236 naar 829 µmol/kg; Tabel 13) waargenomen. In 2024 werden ook hoge ammonium- en nitraatconcentraties gemeten in het reservaat (locatie VLS5 en VSL6), maar doordat verschillende extractiemethoden werden gebruikt (NaCl in plaats van $SrCl_2$) kan niet aangegeven worden of tussen 2022 en 2024 de stikstofbeschikbaarheid is veranderd. Mogelijke bronnen van stikstof zijn de mineralisatie van organisch materiaal (als gevolg van verdroging) en de atmosferische stikstofdepositie (Provincie Overijssel, 2023; [redacted] Daarnaast zijn de hydrologische condities van invloed.

In 2024 werden ten opzichte van 2019/2022 hogere Olsen-P concentraties gemeten (vooral in april 2024), maar gezien de juist lagere totale P-concentraties (P-t) is het onwaarschijnlijk dat de fosfaatbeschikbaarheid zo sterk is toegenomen. De afname van de totale P-voorraad tussen 2019/2022 is ook weer te verklaren door een verschil in analysemethode (zwavelzuur ten opzichte van salpeterzuur).

Uitgezonderd het organische stofgehalte en de pH zijn de bodemchemische analysedata niet te vergelijken, zodat er geen conclusies getrokken kunnen worden over een verslechtering of verbetering van de bodemchemische situatie in de blauwgraslanden. Ook bij toepassing van dezelfde analysemethoden is er vaak een grote variatie aanwezig als gevolg van de heterogeniteit van de bodem.

3.2.2 Veenmosrietland

De bodemchemische samenstelling van het veen in de veenmosrietlanden wordt gegeven in Tabel 14. De toplaag van het veen in de veenmosrietlanden is zuur (pH-z: 2,8-3,5) en vrijwel niet gebufferd (Ca-z: < 4.000 µmol/l; Tabel 14, Figuur 14 en Figuur 18). Op basis van de pH en Ca-z concentraties behoren de veenmosrietlanden bij de Conradsweg en in de Ende Maten tot de verzuurde veenmosrietlanden (mediane pH-z: 3,4 en Ca-z: 2372; Tabel 3) en niet tot de basenarme veenmosrietlanden (mediane pH-z: 4,0 en Ca-z: 4523; Tabel 3). In het schema van Figuur 8 zitten de veenmosrietlanden dus helemaal links (groep 1). De P-z concentraties in de toplaag van het veen zijn lokaal (zeer) hoog (2-15 µmol/l; Tabel 14 en Figuur 18). Het veen is ook licht verrijkt met stikstof, waarbij in augustus 2024 de nitraatconcentraties hoger waren dan in april 2024 (Tabel 14 en Figuur 16).



Figuur 18. *Boxplots van enkele sturende bodemchemische variabelen op twee verschillende diepten (5-15 en 45-55 cm-mv) in het veenmosrietland bij de Conradsweg (CW1 en CW2) en Ende Maten (EM1 t/m EM3) in april en augustus 2024. De box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde, het kruisje het gemiddelde van de metingen en de stippen de uitschieters. De groene lijn geeft de mediane waarde van de referentiemetingen voor basenarm veenmosrietland en de blauwe lijn voor verzuurd veenmosrietland (zie Tabel 3).*

In vergelijking tot de toplaag van het veen, is het diepere veen (45-55 cm-mv) op alle locaties verzuringsgevoelig (S/(Ca+Mg)-ratio > 0,67; [redacted] Tabel 14). De ongunstige ratio is het gevolg van de hogere zwavelgehaltes van het diepere veen (16-29 mmol/l; Tabel 14). Wanneer het diepere veen droogvalt, kan het dus sterk verzuren door de oxidatie van gereduceerde

zwavelverbindingen. Stabiele hoge waterstanden zijn cruciaal voor het in stand houden van de veenmosrietlanden. Op locatie CW1 is de GLG ca. 23 cm-mv en op locatie CW2 vanwege de meebewegende kragge 11 cm-mv [redacted], dus de risico's op sterke verzuring als gevolg van droogval van het diepere veen (45-55 cm-mv) zijn gering. In het veenmosrietland in de Ende Maten varieert de GLG door het meebewegen van de kragge op locatie EM1 t/m EM3 van 14 tot 16 cm-mv [redacted], zodat ook hier het diepere verzuringsgevoelige veen niet kan droogvallen.

Tabel 14. *Overzicht van de bodemchemische parameters (per liter versgewicht) op verschillende diepten (in cm onder maaiveld) op de veenmosrietlandlocaties aan de Conradsweg (CW1 en CW2) en de Ende Maten (EM1 t/m EM3), in april en augustus 2024. 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), S/MgCa = S-t/(Ca-t+Mg-t)-ratio (mol/mol) als maat voor de verzuringsgevoeligheid bij verdroging (risico bij ratio > 0,67; getal in rood weergegeven), BV is indicatieve basenverzadiging (%). Voor de toegepaste kleurarceringen zie het bijschrift van Tabel 11.*

Datum	Locatie	Diepte	Bodem	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_3-z	NH_4-z
Conradsweg																								
3-4-2024	CW1	5-15	veen	95	95	0,05	166	0,6	0,8	5,4	0,8	0,8	2,1	3	0,37	17	3261	298	1720	3,5	97	3,7	5	45
3-4-2024		45-55	veen	94	92	0,08	143	1,1	8,6	5,8	5,4	0,7	1,9	24	3,15	144	3941	333	962	3,8	92	3,3	4	44
3-4-2024	CW2	5-15	veen	96	91	0,04	114	0,4	0,3	0,9	0,3	0,7	0,9	1	0,51	9	390	153	505	2,8	86	2,5	2	6
3-4-2024		45-55	veen	93	92	0,08	160	1,1	4,1	4,7	5,0	0,7	1,2	18	3,01	41	2161	400	526	3,5	92	3,3	4	8
Ende Maten																								
3-4-2024	EM1	5-15	veen	96	95	0,03	132	0,3	0,2	0,5	0,2	0,6	0,9	1	0,58	12	309	382	746	3,1	92	8,0	2	29
3-4-2024		45-55	veen	94	93	0,07	324	1,7	3,7	2,9	2,9	0,7	1,1	18	4,60	99	1957	172	686	3,3	88	22,8	3	73
3-4-2024	EM2	5-15	veen	94	96	0,03	183	0,4	0,3	1,0	0,4	0,8	1,0	1	0,53	38	962	401	733	3,1	91	15,1	4	26
3-4-2024		45-55	veen	93	95	0,05	133	0,9	3,4	4,3	5,3	0,4	0,9	16	3,06	30	2190	239	477	3,7	96	12,3	3	34
3-4-2024	EM3	5-15	veen	96	96	0,03	301	0,4	0,2	1,5	0,8	0,5	0,8	1	0,47	32	1097	211	858	3,1	92	9,8	4	50
3-4-2024		45-55	veen	91	94	0,07	125	1,2	5,9	6,1	10,0	0,4	1,0	24	3,31	70	2795	190	380	3,6	94	5,1	4	12
Conradsweg																								
26-8-2024	CW1	5-15	veen	97	94	0,05	234	0,8	0,9	5,4	1,1	1,3	2,9	3	0,33	30	3621	341	1846	3,0	95	2,6	57	42
26-8-2024		45-55	veen	89	91	0,10	124	1,4	7,4	3,9	4,7	0,5	1,3	29	5,60	103	2978	291	1025	3,5	89	14,8	29	48
26-8-2024	CW2	5-15	veen	100	93	0,05	220	0,5	0,4	0,7	0,5	0,7	1,5	1	0,60	35	535	218	947	2,8	87	4,2	5	36
26-8-2024		45-55	veen	97	93	0,08	247	0,9	1,8	4,0	2,5	0,5	1,3	9	1,82	43	2950	250	602	3,5	90	11,8	39	31
Ende Maten																								
26-8-2024	EM1	5-15	veen	100	91	0,04	114	0,3	0,3	0,9	0,3	0,5	1,1	1	0,59	15	421	305	665	2,8	88	1,8	14	19
26-8-2024		45-55	veen	95	92	0,10	197	1,4	6,3	3,9	4,1	0,6	1,4	29	5,59	105	2734	415	894	3,4	87	22,6	43	85
26-8-2024	EM2	5-15	veen	97	94	0,04	157	0,4	0,3	0,6	0,3	0,8	0,9	1	0,65	41	455	130	538	2,8	84	2,1	34	24
26-8-2024		45-55	veen	93	92	0,08	218	1,3	4,6	4,6	3,9	0,4	1,6	23	3,69	34	2637	259	1008	3,5	92	33,3	41	46
26-8-2024	EM3	5-15	veen	95	94	0,04	159	0,4	0,3	1,0	0,5	0,3	1,3	1	0,48	50	1387	129	488	3,0	89	7,8	22	50
26-8-2024		45-55	veen	92	92	0,08	82	1,3	5,4	6,6	8,3	0,3	0,8	22	2,90	76	3798	150	374	3,6	94	5,7	49	58

3.3 Poriewaterchemie

3.3.1 Blauwgrasland

Voor 11 blauwgraslandlocaties (VSL1 t/m VSL11) werd de chemische samenstelling van het poriewater op drie diepten bepaald in zowel april 2024 (Tabel 15) als augustus 2024 (Tabel 16). In Figuur 19 worden een aantal sturende chemische variabelen in het poriewater weergegeven, waarbij onderscheid is gemaakt tussen het oude blauwgraslandreservaat en de nieuwe blauwgraslanden in het proefgebied (1998) en de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden. Een aantal belangrijke chemische variabelen in het poriewater in de toplaag van het veen worden ook ruimtelijk weergegeven in Figuur 20 t/m Figuur 22.

Zowel in het oude blauwgraslandreservaat als op de geplagde percelen neemt de buffering van het poriewater (HCO_3^- en calcium) af richting het maaiveld (Figuur 19). De buffering van het veen (Ca-z en Ca-t) nam juist toe richting het maaiveld (Figuur 13). In het oude blauwgraslandreservaat kan het gebufferde grondwater de toplaag niet bereiken [redacted] Buffering van het ondiepe poriewater kan daar uitsluitend plaatsvinden door de jaarlijkse inundatie met water dat uit de door kwelwater gevoede sloot wordt opgepompt. De aanrijking van het diepe poriewater is hierdoor

beperkt, maar ook door de beperkte buffering van het diepe grondwater (zie paragraaf 3.4). Bij de nieuwe blauwgraslanden op de geplagde percelen in het proefgebied en de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden kan het gebufferde grondwater in de winter en het vroege voorjaar de toplaag ook niet bereiken, omdat dan infiltratie optreedt [redacted] In de zomer treedt er echter wel lichte zomerkwel op, waarbij het aannemelijk is dat onder invloed van capillaire werking van de veenbodem en de aanzuigende werking van de verdamping het gebufferde grondwater in de toplaag van de veenbodem kan doordringen [redacted] In de natte zomer van 2024 is dit echter maar in beperkte mate gebeurd. In het proefgebied werd in het voorjaar van 2004 op drie locaties de samenstelling van het ondiepe poriewater bepaald. De calciumconcentratie varieerde sterk, namelijk van 13 tot 130 mg/l (= 324-3244 µmol/l; [redacted] De calciumconcentraties die in het voorjaar van 2024 in het ondiepe poriewater in het proefgebied (VSL1 en VSL2) werden gemeten (317-706 µmol/l; Tabel 15) liggen binnen dit bereik, maar wel in het lage deel.

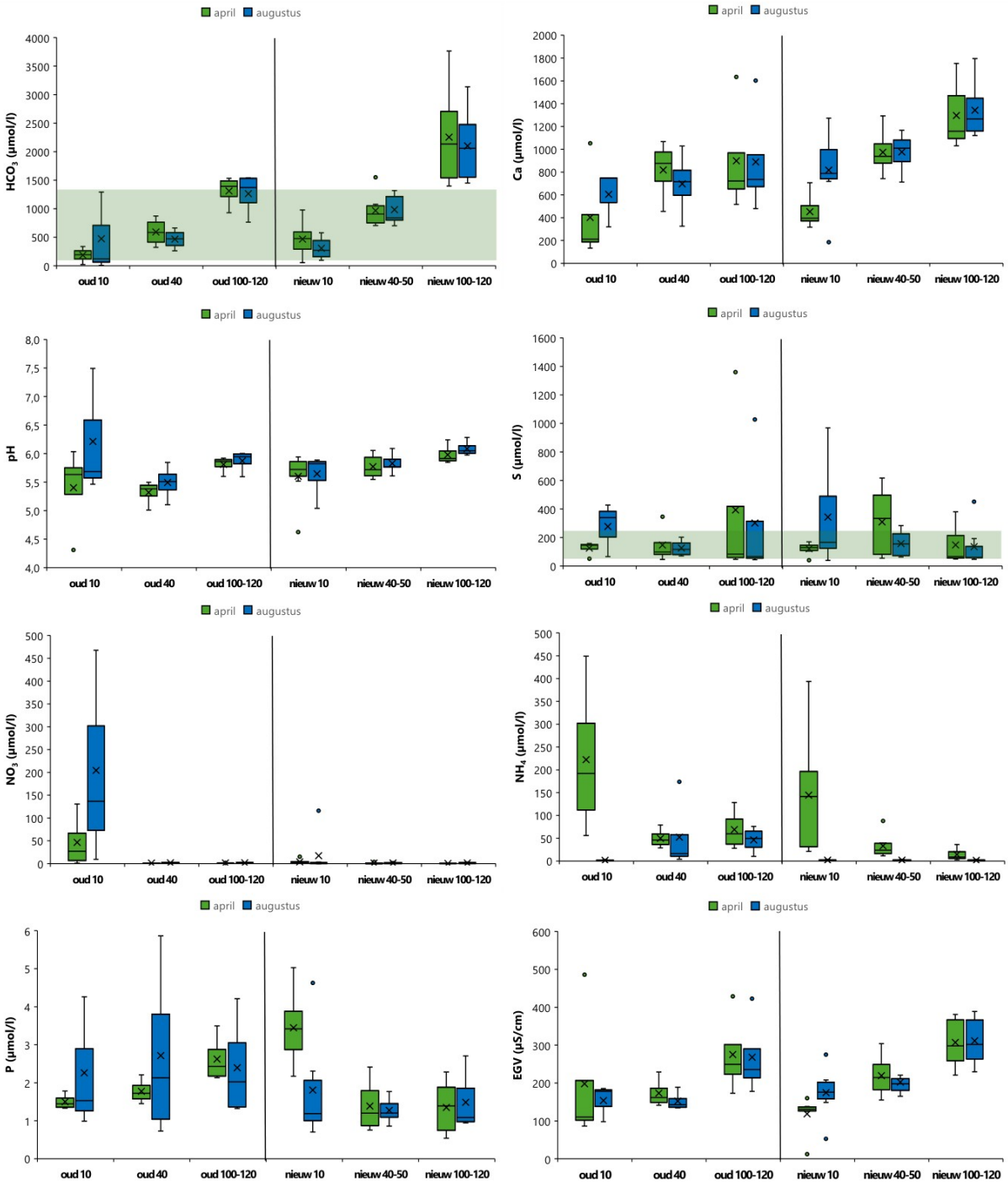
In het oude reservaat is het ondiepe poriewater op locatie VSL5 sterker gebufferd (HCO_3^-) dan op de andere drie locaties (Figuur 20). Locatie VSL5 ligt net iets lager (-0,83 m NAP) en staat daardoor waarschijnlijk net wat meer onder invloed van het basenrijke inlaatwater dan de andere locaties. Van de nieuwe blauwgraslanden is op locatie VSL1 en VSL2 het ondiepe poriewater duidelijk minder gebufferd dan op de andere vijf locaties. Gemiddeld genomen liggen de bicarbonaatconcentraties in het ondiepe poriewater binnen de range voor blauwgrasland (Figuur 19).

Het poriewater in de toplaag van het veen in het oude blauwgraslandreservaat was in april 2024 verrijkt met nitraat en ammonium, dit is waarschijnlijk een gevolg van de accumulatie van atmosferische stikstofdepositie en/of mineralisatie van het veen. Het inlaatwater (OW1) is stikstofarm, dus de winterinundatie van het reservaat lijkt niet de oorzaak voor de stikstofverrijking (zie paragraaf 3.5.1). In augustus werd in het poriewater geen ammonium meer gemeten, maar wel meer nitraat. Door de lagere waterstanden is het ammonium geoxideerd tot nitraat (nitrificatie). In de toplaag van het veen van de geplagde percelen werden vooral in de noordwestelijk gelegen locaties (VSL1, VSL2, VSL7 en VSL10) hoge ammoniumconcentraties gemeten in april 2024 (Figuur 19). In april 2024 waren deze laaggelegen locaties nog geïnundeerd met regenwater [redacted], waardoor ammonium kan accumuleren. Doordat de toplaag van het veen van de geplagde percelen natter blijft, vindt er hier geen nitrificatie plaats. In het poriewater uit het diepere veen is geen nitraat gemeten en de ammoniumconcentraties zijn lager dan in het poriewater uit de toplaag van het veen. In het voorjaar van 2004 varieerden in het proefgebied de ammoniumconcentraties in het ondiepe poriewater van 0,15-0,67 mg/l (=11-48 µmol/l; [redacted] De ammoniumconcentraties die in het voorjaar van 2024 in het ondiepe poriewater in het proefgebied (VSL1 en VSL2) werden gemeten waren veel hoger (142-201 µmol/l; Tabel 15). De hoge ammoniumconcentraties zijn waarschijnlijk deels het gevolg van de natte omstandigheden sinds 2023 (geen nitrificatie), maar zeker ook als gevolg van de accumulatie van atmosferisch stikstof sinds 1998.

Uitgezonderd locatie VSL5 in augustus 2024, is de P-concentratie in het poriewater van de toplaag van het veen is in het oude blauwgraslandreservaat overal laag (< 2,5 µmol/l; Figuur 21). De P-concentratie in het poriewater in de toplaag van de geplagde percelen (waar de voedselrijke toplaag is afgegraven met als doel het creëren van voedselarmere condities en het versterken van de grondwaterinvloed) is over het algemeen net iets hoger, mogelijk een erfenis van het voormalige agrarische gebruik. In het proefgebied werden in het voorjaar van 2004 in het ondiepe poriewater P-concentraties van 0,06-0,08 mg/l (=1,9-2,9 µmol/l; [redacted] gemeten, dit is redelijk vergelijkbaar met de metingen in het voorjaar van 2024 (2,6-4,2; Tabel 15).

De sulfaatconcentratie (gemeten als totaal S) in het ondiepe poriewater lag in april 2024 in de range voor blauwgrasland, maar was in augustus 2024 lokaal hoger. De toename van sulfaat in het poriewater is het gevolg van de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen in het veen waarbij sulfaat wordt gemobiliseerd. Sulfaat is een mobiel ion en kan eenvoudig uitspoelen naar het oppervlaktewater (zie paragraaf 3.5) of naar diepere veenlagen en daar weer gereduceerd worden. In het proefgebied werden in april 2024 veel lagere sulfaatconcentraties in het ondiepe poriewater gemeten (115-130 µmol/l), dan

in het voorjaar van 2004 (67-140 mg SO_4/l = 697-1457 µmol/l; [redacted] Deze afname van sulfaat zal het gevolg zijn van de nattere condities in 2024, waarbij er geen oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen zal plaatsvinden.



Figuur 19. *Boxplots van enkele sturende hydrochemische variabelen van het poriewater op drie verschillende diepten (10, 40-50 en 100-120 cm-mv) in het oude blauwgraslandreservaat (oud; locaties VSL3 t/m VSL6) en op de geplagde percelen (nieuw; locaties VSL1, VSL2 en VSL7 t/m VSL15) in zowel april als augustus 2024. De box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde, het kruisje het gemiddelde van de metingen en de stippen de uitschieters. De groene zone geeft de range aan waarbinnen 50% van de referentiemetingen voor blauwgrasland op veen uit de GRIP-database liggen (zie parameters voor poriewater in Tabel 1).*

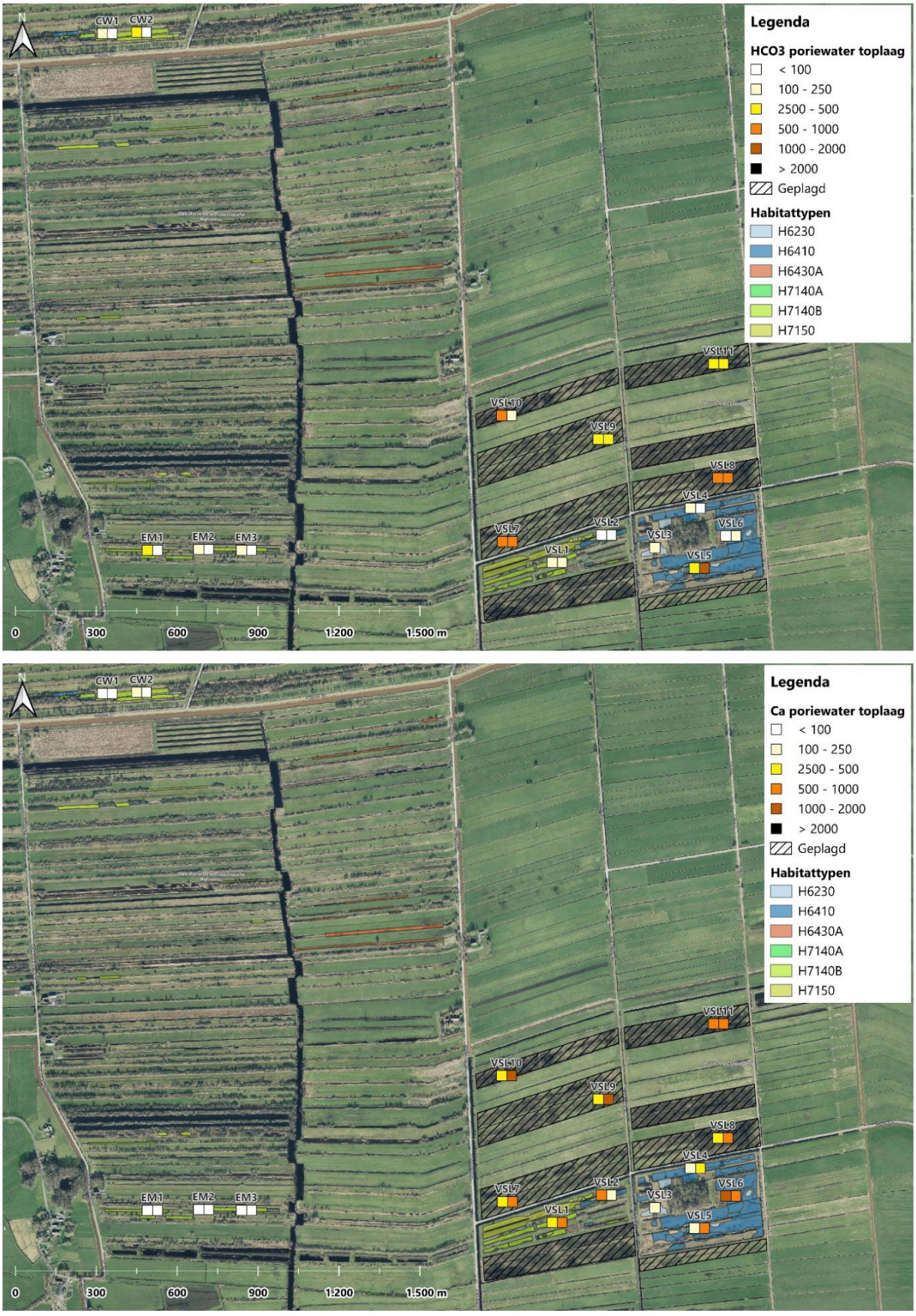
Tabel 15. *Chemische samenstelling van het poriewater op verschillende diepten in de blauwgraslanden in de Veerslootslanden (VSL1 t/m VSL 11) op 4 april 2024. Diepte = diepte in cm-mv, E_{450}. = kleuring van het water bij 450 nm als maat voor de concentratie humuszuren, EGV = elektrisch geleidingsvermogen in µS/cm, overige concentraties in µmol/l. Fe/P = Fe/P-ratio in mol/mol. Voor ligging van de locaties zie Figuur 9 en Figuur 11.*

Locatie	Diepte	pH	E_{450}	EGV	CO_2	HCO_3	TIC	NO_3	NH_4	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Fe/P
Oude blauwgrasland reservaat																			
VSL3	10	5,7	0,039	114	798	150	948	130,6	253,1	290	24,0	298	10,3	133	14,0	112	1,8	143,2	7,9
	40	5,3	0,250	151	4939	446	5385	1,2	28,9	325	5,0	298	26,9	808	102,5	49	1,6	92,6	63,5
	100	5,9	0,122	173	3784	1309	5094	1,8	27,9	362	5,4	241	11,8	698	30,6	90	2,1	63,2	14,3
VSL4	10	5,6	0,084	87	1408	238	1646	1,0	56,1	177	5,2	128	32,6	206	30,9	46	1,5	158,5	20,1
	40	5,0	0,315	229	7651	324	7975	0,9	52,9	319	11,6	637	39,7	1068	155,0	128	1,8	346,4	84,5
	120	5,8	0,087	240	5465	1533	6998	1,5	128,3	342	8,8	837	29,9	517	18,8	392	2,2	105,1	8,6
VSL5	10	6,0	0,030	107	752	337	1089	45,5	130,9	177	5,2	123	5,0	218	2,8	103	1,3	148,6	2,1
	40	5,5	0,302	141	5556	724	6280	1,2	38,8	530	5,0	272	20,0	455	55,8	43	1,4	46,5	38,5
	120	5,9	0,140	259	4603	1473	6075	1,5	40,2	671	5,4	754	23,9	747	86,8	134	3,5	47,0	24,8
VSL6	10	4,3	0,126	486	2473	21	2494	8,9	449,2	196	21,9	3375	331,6	1053	36,9	216	1,4	51,4	27,1
	40	5,4	0,318	172	7840	874	8713	0,9	79,1	180	4,9	252	17,0	945	114,3	121	2,2	103,1	51,7
	100	5,6	0,090	429	5646	931	6576	1,4	79,8	269	7,2	266	27,1	1634	84,0	396	2,7	1360,1	31,5
Proefgebied 1998																			
VSL1	10	5,5	0,161	127	1011	138	1150	15,1	201,3	150	21,1	282	28,4	317	18,8	107	2,6	129,5	7,2
	40	5,5	0,155	162	4826	706	5532	0,3	38,8	171	9,1	231	16,3	744	55,1	100	1,6	62,5	34,9
	100	5,9	0,123	221	4484	1523	6007	0,0	24,0	202	5,1	232	4,7	1043	66,3	158	0,8	49,2	84,1
VSL2	10	4,6	1,216	136	3168	55	3223	1,5	141,6	129	12,3	445	57,8	706	556,9	76	4,2	114,6	132,0
	40	5,9	0,586	155	2026	713	2739	3,8	88,1	617	8,7	1062	35,7	979	169,9	129	2,0	101,6	84,6
	100	5,8	0,233	235	4791	1398	6189	1,1	7,6	165	5,1	249	10,2	1159	69,5	230	1,4	61,9	50,0
Herinrichting 2013/2014																			
VSL7	10	5,7	0,076	126	3191	652	3842	3,3	191,7	127	10,6	159	18,1	359	9,7	95	3,1	142,6	3,1
	40	5,7	0,179	215	4935	1077	6012	2,1	15,5	166	5,9	202	6,8	938	81,3	166	0,9	334,0	92,2
	100	5,8	0,115	282	5332	1563	6895	0,4	36,2	144	5,1	271	0,4	1144	165,0	233	0,7	337,8	234,5
VSL8	10	5,9	0,080	138	2926	980	3906	0,9	21,3	271	5,2	235	9,8	498	6,9	104	2,2	41,0	3,2
	40	5,6	0,067	304	5586	906	6492	0,0	11,6	400	5,1	597	4,4	1115	26,4	198	0,9	502,3	30,5
	100	5,9	0,071	381	6042	2134	8176	0,1	8,9	387	45,9	556	8,0	1539	22,8	229	2,3	380,8	10,0
VSL9	10	5,7	0,141	131	2181	477	2658	0,8	33,8	169	8,1	180	35,6	397	15,6	218	5,0	149,2	3,1
	40	6,1	0,211	270	2162	1021	3183	0,2	23,9	159	5,0	329	54,8	1293	85,2	213	1,2	617,0	70,9
	120	5,9	0,122	298	6927	2305	9231	0,3	17,4	149	16,6	189	24,2	1404	58,5	308	1,8	91,1	33,2
VSL10	10	5,8	0,102	160	1985	531	2516	4,9	393,6	137	6,3	386	26,2	383	16,0	138	3,4	104,9	4,7
	40	5,9	0,117	204	4299	1550	5849	0,9	39,2	150	17,5	176	11,8	922	28,9	176	2,4	55,1	12,0
	100	6,2	0,079	374	5210	3766	8977	0,2	4,3	240	5,0	210	0,0	1753	76,2	329	0,5	67,2	140,4
VSL11	10	5,9	0,306	12	1215	440	1656	1,0	28,5	194	15,1	168	19,3	513	14,5	128	3,5	169,6	4,1
	50	5,6	0,081	228	4515	794	5309	0,1	17,1	300	5,0	361	3,3	833	15,5	273	0,8	493,0	20,5
	115	6,2	0,038	360	5130	3106	8235	0,9	2,6	543	52,5	764	9,3	1031	4,1	517	2,0	48,9	2,0

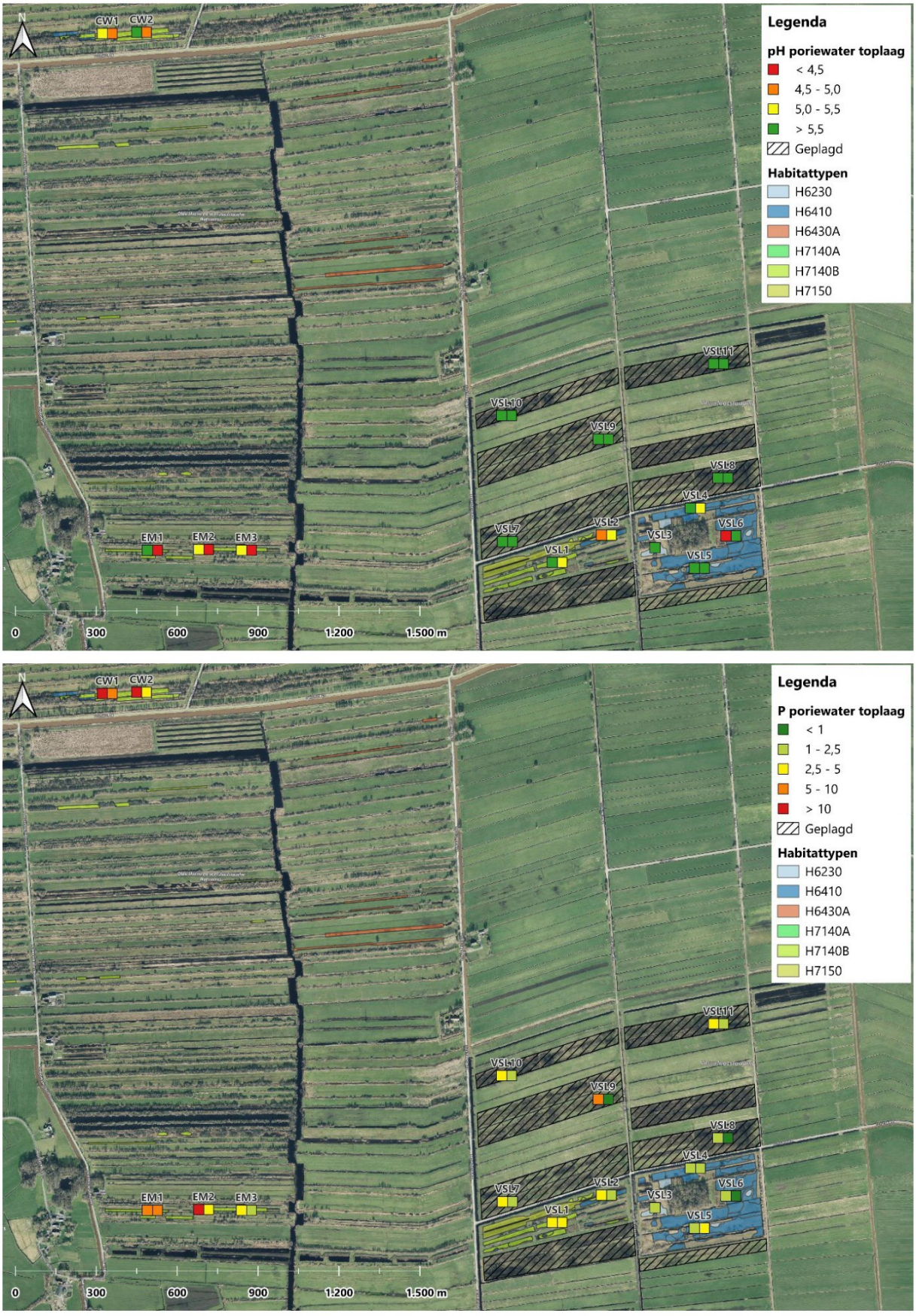
Tabel 16. *Chemische samenstelling van het poriewater op verschillende diepten in de blauwgraslanden in de Veerslootslanden (VSL1 t/m VSL 11) op 27 augustus 2024. Diepte = diepte in cm-mv, E_{450} = kleuring van het water bij 450 nm als maat voor de concentratie humuszuren, EGV = elektrisch geleidingsvermogen in µS/cm, overige concentraties in µmol/l. Fe/P = Fe/P-ratio in mol/mol. Voor ligging van de locaties zie Figuur 9 en Figuur 11.*

Locatie	Diepte	pH	E_{450}	EGV	CO_2	HCO_3	TIC	NO_3	NH_4	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Fe/P
Oude blauwgrasland reservaat																			
VSL3	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	40	5,6	0,299	137	3623	556	4179	2,7	3,7	319	0,2	305	14,0	746	100,2	40	1,1	83,9	87,4
	100	6,0	0,151	178	2916	1218	4134	2,9	4,1	401	0,2	276	7,6	736	37,4	81	1,3	58,3	28,2
VSL4	10	5,5	0,028	98	65	8	73	9,3	1,8	170	0,5	55	16,6	319	8,3	33	1,5	340,1	5,4
	40	5,1	0,383	189	4955	262	5217	2,3	19,4	330	0,2	734	50,2	1028	144,5	110	3,1	201,7	46,4
	120	5,6	0,081	226	4693	765	5458	2,5	61,9	377	0,6	825	34,5	481	17,9	370	1,4	76,4	13,0
VSL5	10	7,5	0,028	178	100	1293	1393	136,5	0,4	113	65,4	96	7,9	748	1,8	40	4,3	66,2	0,4
	40	5,8	0,182	149	2292	664	2956	0,4	173,9	502	8,8	286	16,5	326	33,5	48	5,9	70,5	5,7
	120	6,0	0,161	246	3737	1530	5267	1,3	10,5	737	0,2	613	28,1	737	91,1	122	2,7	44,6	34,2
VSL6	10	5,7	0,060	186	605	121	727	467,7	1,4	108	0,2	48	19,3	748	8,9	78	1,0	427,5	9,0
	40	5,5	0,369	135	3269	386	3655	1,8	12,9	179	0,2	289	16,6	687	116,7	91	0,7	149,4	160,0
	100	5,9	0,139	423	4701	1543	6244	0,4	37,1	284	0,3	288	22,4	1603	117,3	526	4,2	1028,4	27,9
Proefgebied 1998																			
VSL1	10	5,5	0,179	196	867	103	969	116,0	76,1	144	0,5	266	29,9	764	21,7	233	4,6	368,3	4,7
	40	5,8	0,180	165	3453	840	4293	4,3	2,2	198	0,2	233	19,6	825	71,2	98	0,9	63,2	82,9
	100	6,0	0,167	230	3191	1482	4673	3,6	2,8	199	0,2	225	7,9	1120	83,5	154	1,0	59,8	85,3
VSL2	10	5,0	0,216	53	2135	97	2232	3,6	2,9	95	0,2	118	23,9	185	106,8	21	1,0	39,3	102,1
	40	5,8	0,300	169	3445	830	4275	3,2	4,0	162	0,2	310	15,2	1054	63,3	118	1,2	81,4	52,5
	100	6,0	0,207	234	4158	1629	5787	3,2	2,9	182	0,2	270	10,8	1180	77,7	214	1,0	60,1	79,7
Herinrichting 2013/2014																			
VSL7	10	5,9	0,189	149	1778	549	2327	0,2	1,8	120	0,2	238	19,9	789	76,6	121	1,2	120,5	64,5
	40	5,9	0,206	193	3431	1144	4575	0,5	2,0	187	0,2	279	10,3	960	88,7	152	1,2	66,8	74,8
	100	6,0	0,114	302	3610	1450	5060	1,2	3,9	189	0,2	283	6,0	1266	184,6	232	1,1	451,6	170,2
VSL8	10	5,8	0,146	167	2089	578	2667	0,9	1,6	281	0,1	396	14,9	719	14,1	123	0,7	128,6	20,1
	40	5,9	0,123	270	4003	1320	5322	0,9	1,2	423	0,2	573	7,3	1106	33,3	172	1,0	211,9	33,3
	100	6,1	0,075	356	4128	2060	6188	0,9	0,9	421	58,7	544	12,0	1486	34,0	199	2,7	192,7	12,6
VSL9	10	5,6	0,564	176	2025	336	2361	0,8	3,9	209	0,0	683	37,3	1076	148,0	164	1,0	166,0	154,3
	40	5,6	0,259	221	4163	702	4865	0,3	2,4	177	0,2	416	19,9	1167	66,3	171	1,6	284,3	40,6
	120	6,0	0,142	293	5448	2389	7837	0,1	1,7	174	18,7	235	25,1	1409	81,3	293	2,0	83,2	40,0
VSL10	10	5,9	0,096	275	667	213	881	0,1	1,3	128	0,1	109	22,5	1272	15,9	188	2,3	969,6	6,9
	40	6,1	0,133	202	2512	1285	3798	0,2	1,2	161	0,2	165	13,0	1009	28,0	163	1,3	154,5	22,1
	100	6,3	0,082	377	3939	3137	7076	0,0	0,6	261	0,2	219	2,0	1795	87,8	303	0,9	57,8	92,9
VSL11	10	5,8	0,173	208	933	272	1206	0,5	1,5	224	0,2	182	23,4	917	18,0	201	1,8	611,8	9,9
	50	5,8	0,115	198	3173	770	3943	0,6	0,8	325	0,2	432	4,6	713	17,8	221	1,8	240,5	10,1
	115	6,2	0,065	389	3926	2565	6491	0,3	0,5	636	48,8	825	10,5	1140	33,9	555	1,7	47,3	20,2

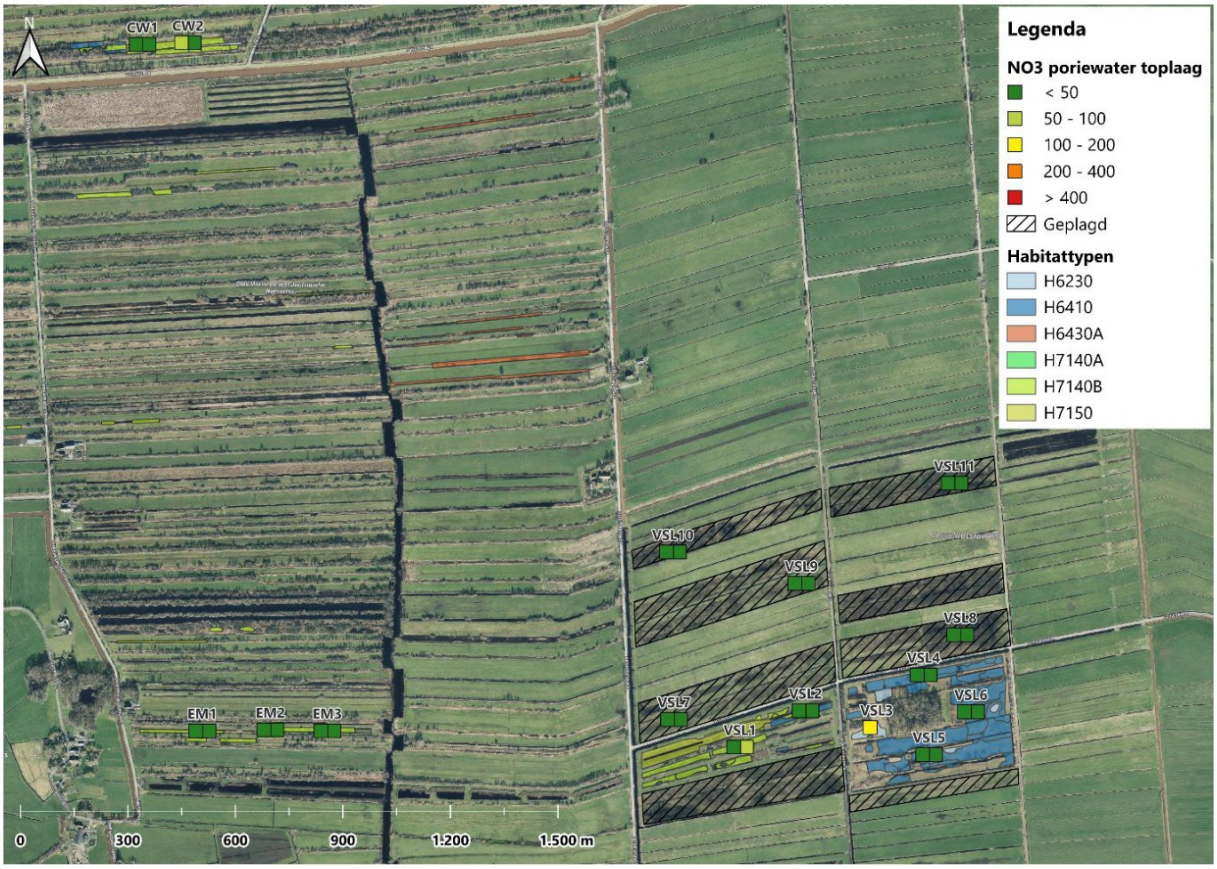
Op basis van de analyses blijkt dat op de meeste locaties de buffering van het ondiepe poriewater in de range voor blauwgrasland op veen ligt. Door aanrijking via het grondwater nemen zowel de bicarbonaat- als calciumconcentraties in het poriewater toe in de diepte (op 100-120 cm-mv hoogste concentraties), waarbij de grondwaterinvloed groter is in de nieuwe blauwgraslanden. Richting de toplaag neemt de mate van buffering (aanrijking met basen via het grondwater) dus af als gevolg van verdunning met regenwater. De ammonium- en/of nitraatconcentraties in het ondiepe poriewater zijn in zowel het oude blauwgraslandservervaat als de nieuwe blauwgraslanden in het proefgebied en de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden verhoogd als gevolg van de te hoge atmosferische stikstofdepositie [redacted]

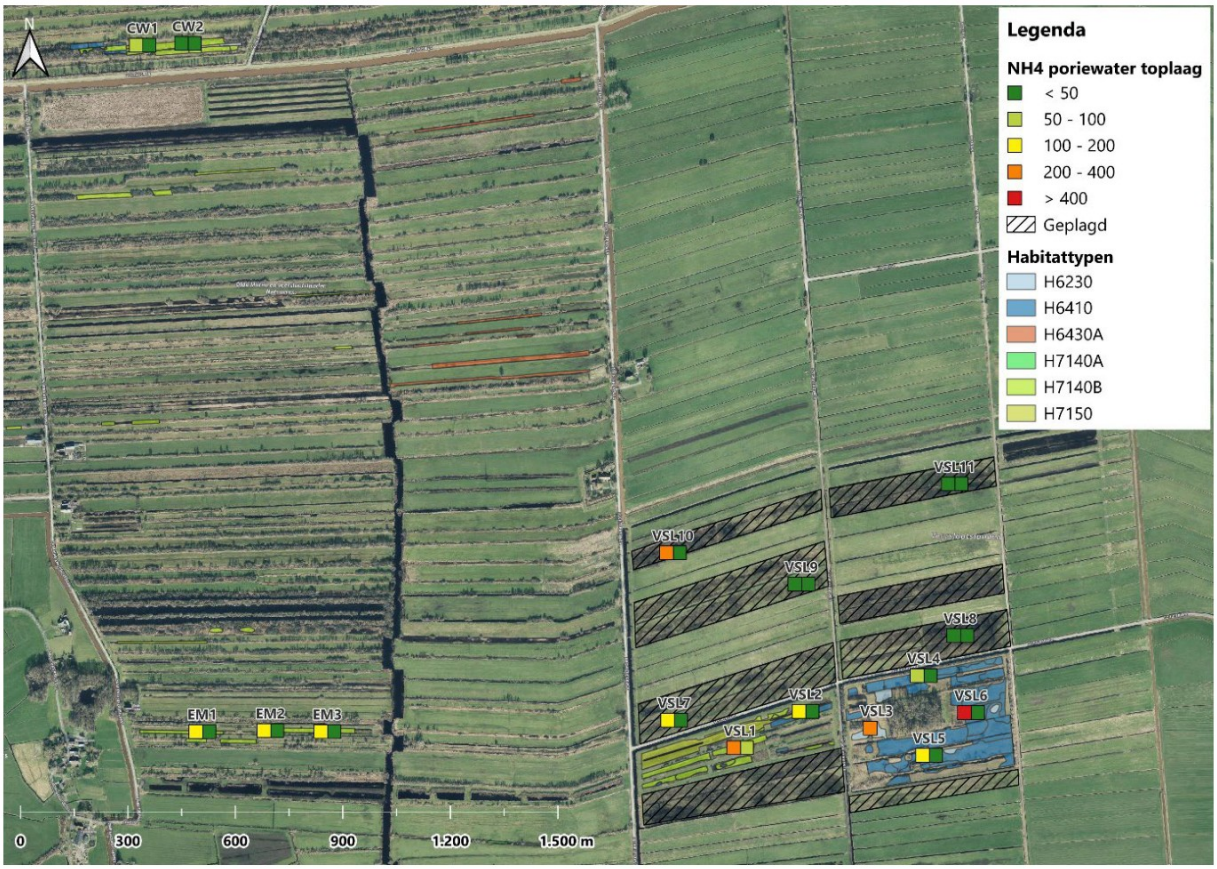


Figuur 20. *Ruimtelijke variatie in de bicarbonaat- (µmol/l; boven) en calciumconcentratie (µmol/l; onder) in het poriewater uit de toplaag (10 cm-mv) van de bodem. Het linker vierkantje geeft de meting in april 2024 en het rechter vierkantje in augustus 2024.*



Figuur 21. *Ruimtelijke variatie in de pH (boven) en fosforconcentratie (µmol/l; onder) in het poriewater uit de toplaag (10 cm-mv) van de bodem. Het linker vierkantje geeft de meting in april 2024 en het rechter vierkantje in augustus 2024.*





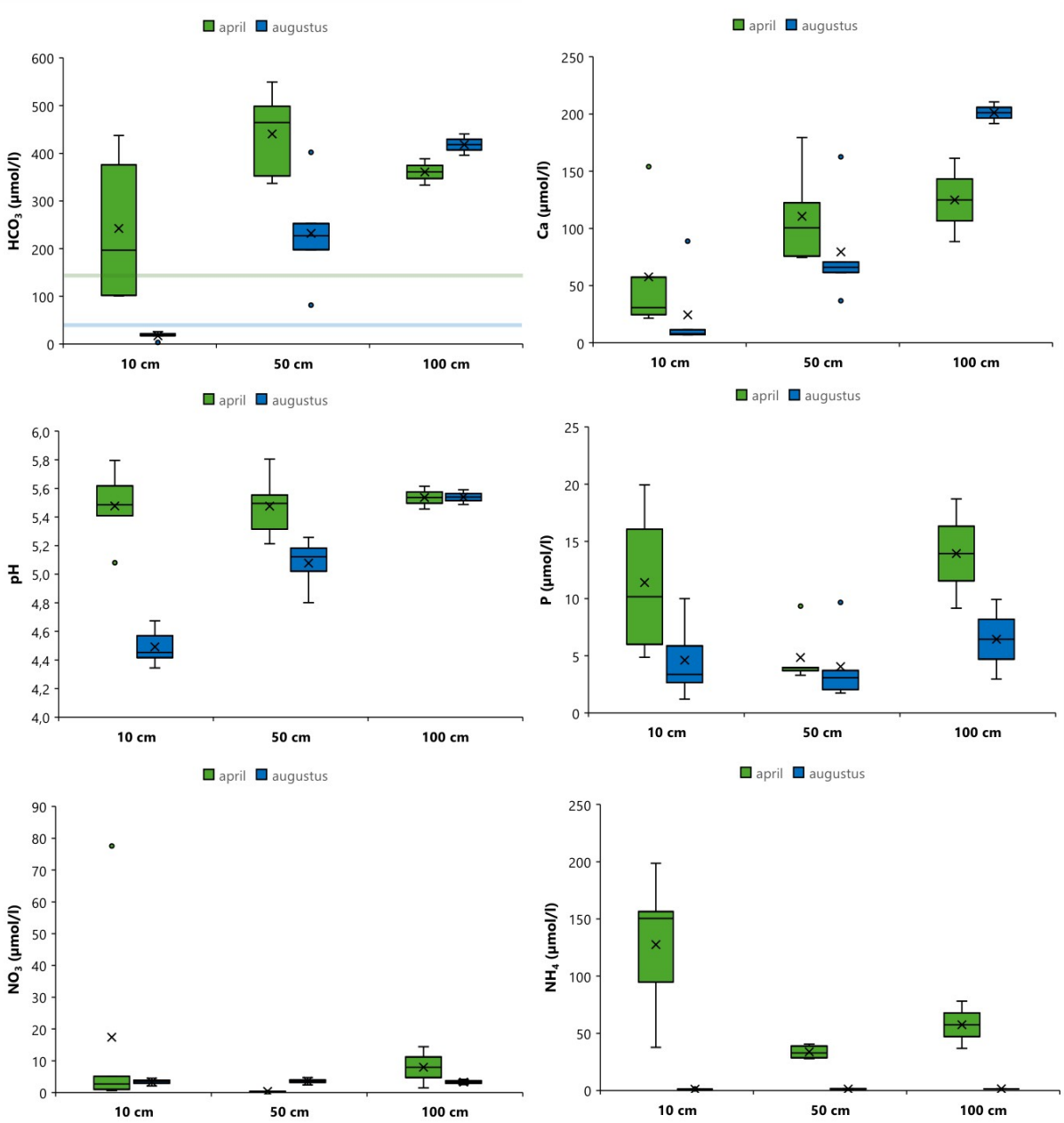
Figuur 22. *Ruimtelijke variatie in de nitraat- (µmol/l; boven) en ammoniumconcentratie (µmol/l; onder) in het poriewater uit de toplaag (10 cm-mv) van de bodem. Het linker vierkantje geeft de meting in april 2024 en het rechter vierkantje in augustus 2024.*

3.3.2 Veenmosrietland

In de veenmosrietlanden bij de Conradsweg en in de Ende Maten werd poriewater bemonsterd op 10 en 50 cm-mv. In beide gebieden werd op een locatie (CW1 en EM2) een extra keramische cup geplaatst op 100 cm-mv. Voor veenmosrietland werd in april 2024 een erg hoge pH in het ondiepe poriewater gemeten (5,1-5,8; Tabel 17 en Figuur 23). Als gevolg van deze hoge pH werden ook hoge bicarbonaatconcentraties berekend (ca. 100-450 µmol/l; Tabel 17 en Figuur 23). De mediane bicarbonaatconcentratie in basenarme veenmosrietlanden is 140 µmol/l en in verzuurde veenmosrietlanden slechts 37 µmol/l (Tabel 3). Op basis van de pH-z en Ca-z concentratie van het veen zijn de veenmosrietlanden bij de Conradsweg en in de Ende Maten verzuurd, maar niet op basis van de buffering van het poriewater in april 2024. De hoge pH, bicarbonaat- en ook calciumconcentratie is mogelijk het gevolg van het oplossen van sporen kalk uit de keramische cups. De cups zijn vooraf gespoeld met zuur om eventuele kalkresten op te lossen, maar het lijkt erop dat het kalk niet volledig is verwijderd. In augustus 2024 was op 10 en 50 cm diepte het poriewater veel zuurder met lagere bicarbonaat en calciumconcentraties (Tabel 17 en Figuur 23). Op basis van de bicarbonaatconcentratie in augustus 2024 (Figuur 23) vallen de veenmosrietlanden allemaal onder het verzuurde type (groep 1 in Figuur 8).

Tabel 17. *Chemische samenstelling van het poriewater op verschillende diepten in de veenmosrietlanden bij de Conradsweg (CW1 en CW2) en de Ende Maten (EM1 t/m EM3) op 4 april 2024 en 27 augustus 2024. Diepte = diepte in cm-mv, E_{450}. = kleuring van het water bij 450 nm als maat voor de concentratie humuszuren, EGV = elektrisch geleidingsvermogen in µS/cm, overige concentraties in µmol/l. Fe/P = Fe/P-ratio in mol/mol. Voor ligging van de locaties zie Figuur 9 en Figuur 11.*

Datum	Locatie	Diepte	pH	E_{450}	EGV	CO_2	HCO_3	TIC	NO_3	NH_4	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Fe/P
Conradsweg																				
4-4-2024	CW1	10	5,1	0,031	59	2022	101	2122	1,0	94,9	348	52,7	418	4,5	22	3,3	33	16,1	35,7	0,2
4-4-2024		50	5,8	0,096	73	1755	465	2219	0,4	38,9	127	14,9	104	8,7	75	0,4	164	9,3	40,9	0,0
4-4-2024		100	5,6	0,045	97	1950	333	2283	14,4	78,2	192	36,8	185	13,3	88	0,8	158	9,2	80,6	0,1
4-4-2024	CW2	10	5,8	0,027	80	1690	437	2127	77,6	37,8	106	14,3	109	7,7	154	0,9	62	10,2	26,9	0,1
4-4-2024		50	5,5	0,028	79	3853	499	4352	0,7	27,9	165	12,1	123	3,6	122	1,5	122	3,9	19,3	0,4
Ende Maten																				
4-4-2024	EM1	10	5,6	0,025	47	2187	376	2563	0,6	150,4	71	9,3	98	5,2	25	2,1	19	6,0	11,7	0,3
4-4-2024		50	5,3	0,061	80	6411	550	6961	0,3	40,5	194	25,9	132	21,5	101	6,4	173	3,3	40,6	1,9
4-4-2024	EM2	10	5,4	0,032	108	957	102	1058	2,7	156,5	165	176,2	277	22,8	57	16,6	46	19,9	36,8	0,8
4-4-2024		50	5,6	0,017	67	2267	337	2604	0,3	28,6	76	4,8	99	2,1	76	0,0	163	3,7	17,3	0,0
4-4-2024		100	5,5	0,061	88	3277	389	3666	1,5	36,8	152	34,1	111	18,3	161	12,6	120	18,7	51,1	0,7
4-4-2024	EM3	10	5,5	0,015	59	1551	197	1748	5,1	198,6	92	10,8	95	2,6	31	3,3	36	4,9	20,2	0,7
4-4-2024		50	5,2	0,121	99	5199	352	5552	0,0	32,9	166	12,3	130	21,8	179	47,4	161	4,0	62,2	11,9
Conradsweg																				
27-8-2024	CW1	10	4,6	0,091	38	1407	22	1429	2,1	1,4	155	1,0	158	11,0	89	18,7	59	5,9	37,7	3,2
27-8-2024		50	4,8	0,079	44	3105	81	3186	2,4	1,6	165	0,3	89	36,4	37	9,1	29	1,7	34,8	5,2
27-8-2024		100	5,5	0,158	99	3101	396	3497	2,5	1,3	322	38,3	231	18,6	192	71,9	51	3,0	39,0	24,3
27-8-2024	CW2	10	4,7	0,040	28	1323	26	1349	2,9	1,2	130	0,1	42	22,7	7	2,8	4	2,7	12,8	1,1
27-8-2024		50	5,1	0,089	33	4136	227	4363	3,2	1,6	172	9,6	87	19,1	71	32,9	22	3,1	25,9	10,7
Ende Maten																				
27-8-2024	EM1	10	4,4	0,038	29	320	3	324	3,4	1,1	81	0,8	45	19,4	7	1,8	6	10,0	15,7	0,2
27-8-2024		50	5,2	0,089	40	4007	253	4259	3,5	1,2	118	0,2	29	27,5	66	54,7	39	2,0	46,4	26,8
27-8-2024	EM2	10	4,3	0,017	33	1879	17	1896	3,9	1,1	81	0,2	50	20,3	8	3,2	11	3,4	10,5	1,0
27-8-2024		50	5,0	0,048	45	4549	198	4747	4,0	1,0	123	9,0	74	17,6	62	24,9	33	9,7	25,4	2,6
27-8-2024		100	5,6	0,125	80	2730	441	3170	4,1	1,6	165	42,2	93	12,2	211	90,8	50	9,9	41,6	9,2
27-8-2024	EM3	10	4,5	0,020	41	1517	18	1534	4,5	1,0	99	0,0	45	20,0	11	5,4	6	1,2	15,5	4,4
27-8-2024		50	5,3	0,127	71	5364	402	5766	4,7	1,3	192	0,5	97	28,1	163	86,3	35	3,7	38,2	23,2



Figuur 23. *Boxplots van enkele sturende chemische variabelen in het poriewater op drie verschillende diepten (10, 50 en 100 cm-mv) in het veenmosrietland bij de Conradsweg (CW1 en CW2) en Ende Maten (EM1 t/m EM3) in april en augustus 2024. De box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde, het kruisje het gemiddelde van de metingen en de stippen de uitschieters. De groene lijn geeft de mediane waarde van de referentiemetingen voor basenarm veenmosrietland en de blauwe lijn voor verzuurd veenmosrietland (zie Tabel 3).*

In april 2024 werden in het ondiepe poriewater hoge ammoniumconcentraties gemeten (Tabel 17 en Figuur 23), maar in augustus 2024 zijn de concentraties afgenomen tot vrijwel 0. De lage ammoniumconcentraties in het poriewater, ook op 100 cm-mv zijn wel opvallend. Mogelijk is dit het gevolg van de opname van ammonium door de vegetatie in combinatie met een natte zomer in 2024.

3.4 Grondwaterkwaliteit

Voor grondwater gevoede natuurtypen als blauwgrasland is het belangrijk dat in de winter gebufferd grondwater lang genoeg tot aan maaiveld staat om de productie van zuur in de zomer te compenseren. Om een indicatie te krijgen van de samenstelling van het grondwater werd op 4 april 2024 en 27 augustus 2024 op drie locaties in de Veerslootslanden en een locatie bij de Conradsweg het grondwater bemonsterd (Tabel 18, Figuur 9, Figuur 11 en Bijlage 3). Alle locaties waren minimaal uitgerust met een dubbel filter.

3.4.1 Veerslootslanden

April 2024

Peilbuis B21E0154 (aan de Afschuttingsweg in de Veerslootslanden) is uitgerust met 5 filters, waarvan de 2 ondiepste filters werden bemonsterd. Deze filters zitten op een diepte van ca. 19 en 66 m-mv (in het gecombineerde watervoerende pakket 1 en 2) en zijn daarmee minder relevant dan de overige peilbuizen. Het bodemprofiel is opgebouwd uit een veenpakket van 1 m, daaronder een pakket zand en grind van ca. 80 m op een kleipakket van de formatie van Peize. Beide bemonsterde filters zitten in het pakket met zand en grind (Bijlage 3). Het diepe grondwater is pH neutraal en sterk gebufferd (pH: 6,9-7,0 en alkaliniteit: 4,3-6,3 meq/l; Tabel 18). Het grondwater is niet verrijkt met stikstof en sulfaatarm. De fosforconcentratie is wel licht verhoogd (3,0-6,5 µmol P/l), maar de ijzer/fosfor-ratio is wel gunstig (Fe/P-ratio: 10-19). Met het grondwater wordt dus meer ijzer dan fosfor aangevoerd, zodat bij uittreden van dit grondwater het fosfaat aan ijzer gebonden kan worden.

Tabel 18. *Chemische samenstelling van het grondwater op 4 april 2024 en 27 augustus 2024. Diepte = filterdiepte in m-mv, Alk. = alkaliniteit in meq/l, EGV = elektrisch geleidingsvermogen in µS/cm, overige concentraties in µmol/l. Fe/P = Fe/P-ratio in mol/mol. Voor ligging van de locaties zie Figuur 9 en Figuur 11.*

Datum	Locatie	Diepte	pH	Alk.	EGV	CO_2	HCO_3	NO_3	NH_4	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Fe/P
4-4-2024	B21E0154-01	17,98-19,98	6,9	4,33	509	1359	4924	14,1	15,9	682	30,0	801	0,0	2030	65,2	188	6,5	22,6	10,0
4-4-2024	B21E0154-02	64,98-66,98	7,0	6,32	642	1830	6879	4,7	26,1	457	27,4	666	0,0	2936	58,9	266	3,0	9,8	19,4
4-4-2024	B21E0721-01	0,70-0,90	5,9	1,36	162	3423	1126	3,9	65,9	249	5,6	190	35,1	759	133,4	121	2,9	61,0	46,0
4-4-2024	B21E0721-02	3,50-4,00	6,1	1,31	221	2339	1112	10,0	13,0	467	6,3	260	33,5	786	62,7	136	2,2	257,7	28,2
4-4-2024	B21E0899-01	0,73-1,23	5,5	0,52	67	2622	384	0,0	1,4	89	5,0	99	14,3	265	82,4	65	1,0	37,0	86,0
4-4-2024	B21E0899-02	3,33-3,83	6,1	1,78	208	3705	1770	0,0	8,0	176	5,2	183	7,6	866	85,9	158	3,9	30,2	21,8
4-4-2024	B21E0900-01	0,44-0,94	5,3	0,47	97	2546	190	0,4	7,9	145	5,0	162	34,9	476	138,0	52	3,3	160,9	41,6
4-4-2024	B21E0900-02	2,53-3,03	6,2	3,53	386	4873	3310	0,3	87,7	240	47,0	248	27,0	1696	95,9	362	6,1	94,4	15,8
27-8-2024	B21E0154-01	17,98-19,98	6,8	5,46	581	1091	3198	0,7	5,2	721	2,3	548	7,0	2550	308,3	232	18,0	18,9	17,1
27-8-2024	B21E0154-02	64,98-66,98	6,8	6,20	652	2347	6319	0,4	13,5	469	12,0	667	5,9	3021	322,4	247	19,0	7,1	17,0
27-8-2024	B21E0154-05	166,98-168,98	7,1	5,59	548	1046	6061	1,3	1,3	510	204,6	299	0,0	1735	38,2	863	17,5	2,0	2,2
27-8-2024	B21E0721-01	0,70-0,90	6,2	1,44	167	1684	1001	11,0	9,8	260	6,8	146	18,2	728	127,0	134	2,3	61,1	56,4
27-8-2024	B21E0721-02	3,50-4,00	6,0	1,64	220	2951	1333	0,9	6,7	516	1,6	241	34,3	784	91,4	138	3,4	139,9	27,2
27-8-2024	B21E0899-01	0,73-1,23	5,5	0,65	91	3025	426	1,0	1,0	78	0,2	66	17,7	343	114,8	85	1,2	81,9	94,8
27-8-2024	B21E0899-02	3,33-3,83	6,0	1,80	217	3660	1650	1,5	1,3	198	0,4	217	14,0	862	139,9	160	5,8	32,0	24,1
27-8-2024	B21E0900-01	0,44-0,94	5,4	0,48	271	1607	156	1,7	1,5	189	0,2	326	20,2	1095	136,3	128	2,9	827,5	46,9
27-8-2024	B21E0900-02	2,53-3,03	6,3	3,62	395	4321	3204	1,9	61,1	281	47,3	291	15,5	1719	205,8	351	7,9	62,5	26,0

In de Veerslootslanden werd het freatische grondwater bemonsterd op locatie B21E0721 (in het blauwgraslandreservaat) en B21E0900 (in westelijke plagzone). Op beide locaties zit het freatische filter in het veenpakket (Bijlage 3). Het freatische grondwater is zwak zuur en zwak tot matig gebufferd (pH: 5,3-5,9 en alkaliniteit: 0,5-1,4 meq/l; Tabel 18). In het blauwgraslandreservaat is het freatisch grondwater licht verrijkt met ammonium (66 µmol/l). Op beide locaties is het grondwater licht aangerijkt met P (2,9-3,3 µmol P/l), maar de ijzer/fosfor-ratio is gunstig (Fe/P-ratio: 42-46). Wanneer dit grondwater in contact komt met zuurstof zal het fosfor worden gebonden aan ijzer waardoor de fosfaatbeschikbaarheid laag blijft. IJzerhoudend grondwater is in natte natuurgebieden belangrijk voor het immobiliseren van fosfaat (bij een wisselend/natuurlijk waterpeil). Het freatisch grondwater is verder sulfaatarm (61-161 µmol/l;

Tabel 18). Het diepere grondwater (filter in zandpakket) heeft op locatie B21E0721 een vergelijkbare buffering als het freatische grondwater (ca. 1,3 meq/l: Tabel 18). Het diepere grondwater bevat minder ammonium, maar is wel licht verrijkt met sulfaat (258 µmol/l). Op locatie B21E0900 is het diepere grondwater (filter in zandpakket) sterker gebufferd (3,5 meq/l; Tabel 18) dan het freatische grondwater. De calciumconcentratie in het diepe grondwater was in april 2024 ca. 1700 µmol/l. Dit komt goed overeen met metingen van [redacted] waar op 15 plekken de samenstelling van het freatische grondwater (ca. 2 m-mv diepte) werd bepaald en waaruit bleek dat in het gehele gebied ondiep calciumrijk (mediane waarde 64 mg/l = 1600 µmol/l) grondwater voorkomt. Het diepere grondwater op locatie B21E0900 was in april 2024 wel verrijkt met ammonium (88 µmol/l; Tabel 18).

Augustus 2024

In augustus 2024 werd de samenstelling van het grondwater nogmaals bepaald. De belangrijkste verschillen ten opzichte van april 2024 zijn:

- Van peilbuis B21E0154 (Afschuttingsweg) werd een derde filter (B21E0154-5), in het 3^{e} watervoerende pakket, bemonsterd. Het sterk gebufferde grondwater heeft een vergelijkbare samenstelling als het grondwater van het 1^{e} en 2^{e} watervoerende pakket (Tabel 18).
- Het grondwater uit peilbuis B21E0154 (filter 1 en 2) was in augustus 2024 rijker aan ijzer (59-65 µmol/l in april en ca. 308-322 µmol/l in augustus 2024; Tabel 18).
- In de westelijke plagzone (B21E0900) was het ondiepe grondwater in augustus rijker aan chloride (162 µmol/l in april en 326 µmol/l in augustus), calcium (476 µmol/l in april en 1095 µmol/l in augustus) en sulfaat (161 µmol/l in april en 828 µmol/l in augustus; Tabel 18). Het sulfaat is waarschijnlijk afkomstig door de uitspoeling van sulfaat door de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen in de toplaag van het veen. Hierbij komt zuur (H^{+}) vrij en het zuur wordt in het veen gebufferd door de uitwisseling met calcium aan het bodemadsorptiecomplex. Het zuur wordt hierbij gebonden en het calcium kan uitspoelen naar het grondwater.

Samenvatting

Van de grondwateranalyses zijn vooral de resultaten van peilbuis B21E0721 (in het blauwgraslandreservaat) en B21E0900 (in westelijke plagzone) relevant. Peilbuis B21E0154 heeft alleen diepe filters en peilbuis B21E0899 staat in het veenmosrietland. In het oude reservaat is zowel het ondiepe (0,7-0,9 m-mv) als diepere grondwater (3,5-4 m-mv) matig gebufferd (ca. 1,3-1,6 meq/l; Tabel 18). In de westelijke plagzone is het ondiepe grondwater (0,44-0,94 m-mv) zwak gebufferd (0,5 meq/l) en het diepere grondwater (2,5-3 m-mv) sterk gebufferd (3,5-3,6 meq/l; Tabel 18). Wanneer op de geplagde percelen het diepere grondwater de toplaag van het veen kan bereiken, zorgt dit water voor een sterkere aanrijking met basen. Onder de huidige omstandigheden is dit nu slechts in beperkte mate het geval, aangezien het poriewater in de toplaag van het veen nauwelijks gebufferd is. Daarnaast is het positief dat het grondwater op beide locaties ijzerrijk is. IJzeraanvoer draagt bij aan fosfaatvastlegging en daarmee voedselarmere condities.

3.4.2 Conradsweg

In het veenmosrietland aan de Conradsweg werd het grondwater bemonsterd op locatie B21E0899. Het freatische filter zit in het veenpakket (Bijlage 3). Het freatische grondwater is, zowel in april als augustus 2024, zwak zuur en zwak gebufferd (pH: 5,5 en alkaliniteit: 0,5-0,7 meq/l; Tabel 18). Het freatische grondwater is nutriënten- en sulfaatarm. Het diepere grondwater is matig gebufferd (alkaliniteit: 1,8 meq/l; Tabel 18) en ook arm aan nutriënten en sulfaat.

3.5 Kwaliteit oppervlaktewater

Voor de inventarisatie van het oppervlaktewatersysteem in de Olde Maten en Veerslootslanden werd op acht locaties (OW1 t/m OW8) in april en augustus 2024 de kwaliteit van het oppervlaktewater bepaald (Tabel 19). In augustus 2024 werd bij de inlaatvoorziening aan de noordzijde van de Olde Maten een extra locatie (OW9) bemonsterd. Tijdens een veldbezoek op 19 juni 2024 werden nog vier oppervlaktewatermonsters (OW10 t/m OW13) in en direct grenzend aan het blauwgraslandreservaat verzameld. In het rapport van de ecohydrologische systeembeschrijving van de Olde Maten en Veerslootslanden wordt de samenstelling van het oppervlaktewater beschreven [redacted] In deze paragraaf worden kort enkele bijzonderheden beschreven.

3.5.1 Veerslootslanden

Ter hoogte van locatie OW1 (zie Figuur 9) wordt oppervlaktewater opgepompt naar het greppelstelsel van het oude blauwgrasland reservaat. Dit water is sterk gebufferd (alkaliniteit: 3,0-3,3 meq/l en calcium: 1525-1650 µmol/l; Tabel 19) en dat is gunstig voor het opladen van de toplaag van de veenbodem met basen. Het oppervlaktewater is stikstofarm, maar wel verrijkt met fosfaat (1,1-1,4 µmol/l reactief fosfaat en 2,2-2,6 µmol/l fosfor; Tabel 19). Het oppervlaktewater bevat wel meer ijzer dan fosfaat, zodat het fosfaat aan ijzer gebonden kan worden. Het risico op een toename van de fosfaatbeschikbaarheid in het oude blauwgraslandreservaat is dan gering (mits er geen anaerobe omstandigheden ontstaan), maar de totale P-voorraad in de bodem neemt wel toe. Voor Nederlandse begrippen is het oppervlaktewater op locatie OW1 sulfaatarm (<100 µmol/l; Tabel 19).

Tabel 19. *Chemische samenstelling van het oppervlaktewater op 4 april 2024, 19 juni 2024 (alleen OW10 t/m 13) en 27 augustus 2024. Deelgebied: VSL = Veerslootslanden en OM = Olde Maten. Alk. = alkaliniteit in meq/l, EGV = elektrisch geleidingsvermogen in µS/cm, overige concentraties in µmol/l. Fe/P = Fe/P-ratio in mol/mol. Voor ligging van de locaties zie Figuur 3 en Figuur 9.*

Datum	Locatie	Deelgebied	pH	Alk.	Turb.	EGV	CO_2	HCO_3	NO_3	NH_4	PO_4	Na	K	Cl	Al	Ca	Fe	Mg	P	S	Si	Zn	Fe/P
4-4-2024	OW1	VSL	7,2	3,31	17,2	382	575	3794	1,1	1,0	1,1	455	9,7	459	0,0	1650	52,7	202	2,2	70,9	33,7	0,2	23,9
4-4-2024	OW2	VSL	7,1	5,02	34,2	562	1073	5854	20,9	69,9	1,1	530	106,7	570	0,0	2418	84,1	256	3,9	137,3	210,7	0,0	21,8
4-4-2024	OW3	VSL	7,6	4,87	62,7	599	388	.	8,4	40,1	0,9	881	76,3	1061	0,0	2327	135,3	256	2,9	77,1	194,9	0,0	46,5
4-4-2024	OW4	OM	6,5	0,62	17,1	101	383	486	6,6	9,8	1,5	168	45,0	146	1,3	318	40,4	115	6,0	70,0	1,9	0,4	6,7
4-4-2024	OW5	OM	6,8	0,64	15,6	107	174	469	3,4	2,5	1,3	183	33,3	183	2,1	355	47,2	103	5,1	90,5	14,2	0,1	9,3
4-4-2024	OW6	VSL	6,7	3,73	21,4	414	2237	4184	0,4	1,0	0,8	452	5,0	470	0,0	1870	48,3	163	0,9	47,7	108,4	0,1	52,8
4-4-2024	OW7	VSL	6,8	2,90	9,7	368	660	1680	0,1	0,7	0,6	561	5,0	595	0,0	1482	11,5	259	0,4	151,1	13,0	0,0	25,7
4-4-2024	OW8	OM	6,6	0,56		98	469	705	12,3	2,4	0,7	153	20,7	160	0,9	332	99,7	93	3,0	114,3	42,0	0,1	33,7
27-8-2024	OW1	VSL	7,2	3,02	10,9	368	424	2983	1,2	0,8	1,4	552	2,1	557	0,5	1525	39,7	209	2,6	48,1	65,3	0,0	15,0
27-8-2024	OW2	VSL	7,5	3,28	8,0	437	256	3041	0,7	0,2	1,1	793	97,1	788	0,0	1556	26,6	232	1,4	177,1	66,3	0,0	18,5
27-8-2024	OW3	VSL	7,4	3,42	10,9	507	326	3332	4,4	0,3	1,0	1014	114,7	1063	0,1	1712	37,3	247	2,0	175,7	75,3	0,3	19,0
27-8-2024	OW4	OM	7,0	1,89	11,3	299	467	1898	0,1	0,2	1,0	670	58,2	618	0,3	900	18,5	191	1,6	109,0	96,9	0,0	11,9
27-8-2024	OW5	OM	7,0	1,26	20,3	125	210	785	0,1	1,2	1,0	205	8,0	143	1,4	474	29,2	141	6,0	65,2	88,8	0,0	4,9
27-8-2024	OW6	VSL	6,9	2,37	14,7	393	743	2333	0,2	0,8	0,8	488	0,3	598	1,9	1700	60,9	172	1,9	462,0	115,3	0,0	32,4
27-8-2024	OW7	VSL	6,7	2,56	16,1	437	1148	2349	0,1	0,7	0,8	670	2,0	702	1,3	1729	14,7	271	1,4	517,9	91,1	0,0	10,8
27-8-2024	OW8	OM	7,5	0,86	18,0	106	54	688	0,3	0,9	0,8	162	0,2	111	3,1	424	100,8	115	4,9	44,2	102,7	0,0	20,7
27-8-2024	OW9	OM	7,0	3,04	17,5	460	630	2807	21,2	0,5	0,8	1019	108,6	1021	1,4	1427	67,8	254	4,5	166,1	160,7	0,1	15,1
19-6-2024	OW10	VSL	7,4			270	225	2460	0,1	1,5	0,1	447	3,3	378	0,0	1130	4,0	157	0,8	31,2	0,0	0,0	5,2
19-6-2024	OW11	VSL	7,7	2,1	7,6	246	102	2326	0,2	1,5	0,2	416	1,5	328	0,1	1012	6,5	147	0,5	28,9	0,0	0,1	13,6
19-6-2024	OW12	VSL	7,4			306	253	2862	0,1	1,1	0,0	385	0,3	344	0,0	1390	4,9	165	0,3	45,7	0,0	0,0	14,7
19-6-2024	OW13	VSL	7,1	3,2	18,1	359	590	3304	0,7	2,1	0,2	429	0,8	259	1,7	1640	82,1	178	3,9	47,1	85,7	0,1	21,2

Ter hoogte van locatie OW3 is het oppervlaktewater bemonsterd dat aan de zuidzijde in de Veerslootslanden in droge zomerperioden kan worden ingelaten. Dit is in de natte zomer van 2024 niet nodig geweest. Het potentiële inlaatwater is sterk gebufferd (alkaliniteit: 3,4-4,9 meq/l en calcium: 1712-2327 µmol/l; Tabel 19). Het potentiële inlaatwater is stikstofarm (in april 2024 wel licht verhoogde ammoniumconcentratie), maar wel licht verrijkt met fosfaat (0,9-1,0 µmol/l reactief fosfaat en 2,0-2,9 µmol/l fosfor; Tabel 19). Het oppervlaktewater bevat wel meer ijzer dan fosfaat, zodat het fosfaat aan ijzer gebonden kan worden. Het oppervlaktewater op locatie OW3 was in april 2024 arm aan sulfaat

(<100 µmol/l; Tabel 19), maar in augustus 2024 werd een lichte toename van sulfaat gemeten (176 µmol/l). Deze toename is waarschijnlijk het gevolg van de mobilisatie van sulfaat bij de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen uit de toplaag van de bodem van de drooggevallen percelen. Als alternatief voor het inlaatpunt ter hoogte van OW3, kan het water ook aan de oostzijde ter hoogte van OW2 worden ingelaten. Het water op beide locaties heeft een vergelijkbare samenstelling (licht verhoogde ammoniumconcentratie in april 2024), dus verplaatsing van het inlaatpunt zal weinig effect hebben.

De verhoogde fosforconcentraties in het inlaatwater (OW1 en OW3) vormen wel een potentieel knelpunt. In het blauwgraslandreservaat (waar jaarlijkse inundatie plaatsvindt) werden verhoogde totaal-P concentraties in de toplaag gemeten en lokaal verhoogde Olsen-P concentraties in april (in augustus werd het beschikbare fosfaat door de planten opgenomen en waren de Olsen-P concentraties laag).

Tijdens het veldbezoek in juni 2024 werd binnen het oude blauwgraslandreservaat op drie locaties (OW10 t/m OW12; Tabel 19) een oppervlaktewatermonster verzameld. Het slootwater binnen het reservaat is sterk gebufferd (alkaliniteit ca. 2,1 meq/l; Tabel 19) en arm aan nutriënten en sulfaat. Op locatie OW12 was in de sloot Stijve moerasweegbree aanwezig (Figuur 24). Het oppervlaktewater in de sloot aan de westzijde van het reservaat (OW13; Figuur 24) is ook sterk gebufferd en stikstofarm. De P-concentratie is wel verhoogd (reactief fosfaat niet), waarschijnlijk door de aanwezigheid van colloïdale ijzerfosforverbindingen en/of slibdeeltjes.



Figuur 24. *Tijdens het veldbezoek in juni 2024 werd een extra watermonster verzameld van een interne sloot met Stijve moerasweegbree (OW12; links). In de sloot aan de westzijde van het reservaat was een waterplantenvegetatie aanwezig met Krabbescheer, Kikkerbeet, Glanzig fonteinkruid, Pijlkruid en Grote egelskop (OW13; rechts).* [redacted]

De nieuwe blauwgraslanden in het proefgebied en de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden inunderen soms: dit is de afgelopen zes jaar twee keer op grote schaal gebeurd [redacted] Om inzicht te krijgen in de samenstelling van het oppervlaktewater in deze gebieden werd zowel een perceelsloot in het westelijke deel (OW6) als in het noordelijke deel (OW7) bemonsterd. Het slootwater was zowel in april als augustus 2024 goed gebufferd (alkaliniteit: 2,4-3,7 meq/l; Tabel 19). Het slootwater is verder fosfaatarm (0,7-1,0 µmol/l reactief fosfaat en 0,4-1,9 µmol/l fosfor; Tabel 19). Het oppervlaktewater bevat ook meer ijzer dan fosfaat, zodat het fosfaat aan ijzer gebonden kan worden. De stikstofbelasting van het oppervlaktewater in de sloten is zeer laag (NO_3: 0,1-0,4 µmol/l en NH_4: 0,7-1,0 µmol/l). Het slootwater was in augustus 2024 wel verrijkt met sulfaat (april 2024: 48-151 µmol/l en augustus: 426-518 µmol/l; Tabel 19). Het sulfaat is waarschijnlijk in de toplaag van het veen of elders (buiten het gebied) gemobiliseerd bij de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen en naar de sloten gespoeld. In de winter zijn de sulfaatconcentraties waarschijnlijk wel laag (zie meting april), dus de verhoogde sulfaatconcentraties in de zomer (waarschijnlijk intern gemobiliseerd) vormen geen knelpunt.

3.5.2 Olde Maten

Het oppervlaktewater ter hoogte van locatie OW9 (voormalige meetlocatie IWG17) is sterk gebufferd (alkaliniteit: 3,0 meq/l en calcium: 1427 µmol/l; Tabel 19). Uit onderzoek in de Wieden-Weerribben bleek dat voor de instandhouding van gebufferde habitattypen als trilvenen de calciumconcentratie van het oppervlaktewater meer dan 50 mg/l (= 1248 µmol/l) moet bedragen, waarbij verlagingen in de winter acceptabel zijn zo lang de concentratie dan wel minimaal hoger is dan 35 mg/l (= 874 µmol/l; Cusell e.a., 2022). Ondanks de vele regen in 2023-2024 lag in augustus 2024 de calciumconcentratie op locatie OW9 boven deze grenswaarde. Uit de metingen op locatie IWG17 in de zomer van 2019 t/m 2022 blijkt dat de calciumconcentratie varieerde van 46-60 mg/l (= 1148-1497 µmol/l; Bell & van 't Hullenaar, 2025). Het oppervlaktewater is in de zomer daarmee meestal voldoende gebufferd voor de instandhouding van gebufferde habitattypen als trilvenen. Het is niet wenselijk dat het gebufferde oppervlaktewater in direct contact komt met veenmosrietlanden, aangezien veenmossen zeer gevoelig zijn voor hoge bicarbonaatconcentraties in het water (Koks e.a., 2022a).

In vergelijking tot de andere locaties werd alleen op deze locatie in augustus 2024 een (zeer) licht verhoogde nitraatconcentratie gemeten (21 µmol/l; Tabel 19). Op deze locatie werd tussen 2010 en 2022 een dalende concentratie N-totaal gemeten van 3 naar 1,5 mg/l (= van 214 naar 107 µmol/l; Bell & van 't Hullenaar, 2025). Totaal-N is daarmee nog wel hoger dan de grenswaarde binnen de KRW voor matig grote ondiepe laagveenplassen (M27) van 1,3 mg/l (goede kwaliteit) of 1,0 mg/l (zeer goede kwaliteit; zie ook paragraaf 1.3.2). Totaal-N is in augustus 2024niet gemeten, maar op deze locatie was de totale anorganische stikstofconcentratie 21,7 µmol/l (= 0,3 mg/l).

Op basis van de eenmalige meting in augustus 2024 is de verhoogde P-concentratie (0,8 µmol/l reactief fosfaat en 4,5 µmol/l fosfor; Tabel 19) het belangrijkste knelpunt om dit water in te laten in de Olde Maten. Uit onderzoek in de Wieden-Weerribben bleek dat voor de instandhouding van kwetsbare habitattypen als trilvenen en veenmosrietlanden het aangrenzende oppervlaktewater niet meer dan 0,04 mg P/l (= 1,3 µmol/l) mag bevatten (Cusell e.a., 2022; zie ook paragraaf 1.3.2). Het oppervlaktewater bevat wel meer ijzer dan fosfaat (Fe/P-ratio = 15), zodat het fosfaat aan ijzer gebonden kan worden. Desondanks zorgt inlaat van dit water wel voor een toename van de P-voorraad in de (water)bodem. Voor de Olde Maten is het dan belangrijk om te bepalen of de P-concentraties voldoende afgenomen zijn door P-vastlegging en/of verdunning voordat het water de kwetsbare habitattypen bereikt.

4 Synthese en conclusies

In dit hoofdstuk worden in paragraaf 4.1 t/m 4.3 de belangrijkste resultaten en conclusies van het bodem- en hydrochemisch onderzoek beschreven. In paragraaf 4.4 volgt een beknopte beantwoording van de in paragraaf 1.4 beschreven onderzoeksvragen. In paragraaf 4.5 worden de beperkingen van het uitgevoerde onderzoek gegeven, gevolg door aanbevelingen voor aanvullende metingen in paragraaf 4.6.

In Tabel 20 worden de belangrijkste abiotische condities, gebaseerd op zowel het bodem- en hydrochemische onderzoek als de ecohydrologische systeemanalyse [redacted] samengevat. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen vier situaties:

1. Blauwgrasland in het oude reservaat (VSL3 t/m VSL6);
2. Blauwgrasland in proefgebied uit 1998 (VSL1 en VSL2);
3. Blauwgrasland in deelgebieden heringericht in 2013/2014 (VSL7 t/m VSL15);
4. Veenmosrietland bij de Conradsweg (CW1 en CW2) en in de Ende Maten (EM1 t/m EM3).

Tabel 20. *Samenvattende tabel met de abiotische condities en knelpunten voor het oude blauwgraslandreservaat (VSL3 t/m VSL6), de in 1998 geplagde blauwgraslandpercelen in het proefgebied (VSL1 en VSL2), de blauwgraslanden in de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden (VSL7 t/m VSL15) en het veenmosrietland bij de Conradsweg (CW1 en CW2) en in de Ende Maten (EM1 t/m EM3). Weergegeven zijn de ranges binnen elk type, voor een aantal variabelen zijn de april en augustusmeting samen weergegeven. Voor een aantal variabelen is met kleuren aangegeven in hoeverre de variabele voldoet voor blauwgrasland of veenmosrietland: groen = voldoet, oranje/geel = suboptimaal en rood/oranje = voldoet niet (zie paragraaf 1.3 voor de referentiedata). Voor de gegevens over de vegetatieontwikkeling en hydrologische situatie, zie het rapport van* [redacted]

Condities/knelpunten	VSL3 t/m VSL6	VSL1 en VSL2	VSL7 t/m VSL15	CW1, CW2, EM1 t/m EM3
Vegetatietype	Blauwgrasland	Blauwgrasland	Blauwgrasland	Veenmosrietland
Situatie/maatregelen	Oorspronkelijk reservaat	Geplagd 1998	Geplagd 2013/2014	Verlande petgaten
Ontwikkeling vegetatie 2018-2024	VSL3 is achteruitgegaan van rompgemeenschap blauwgrasland naar heischraal grasland (verdroging), overige locaties geen (duidelijke) verandering	VSL1 Rompgemeenschap blauwgrasland, VSL2 achteruitgang van goed ontwikkeld naar rompgemeenschap van blauwgrasland, veel veenmosgroei	Rompgemeenschap blauwgrasland, potentie ontwikkeling richting blauwgrasland	Achteruitgang van soortenrijk naar rompgemeenschap (zuur) veenmosrietland, mogelijk veroorzaakt door reeks droge zomers
Hydrologie	Infiltratie winter, lichte kwel zomer (maar niet tot in mv)	Infiltratie winter, lichte kwel zomer	Infiltratie winter, lichte kwel zomer	Kraggen bewegen mee met waterpeil
Inundatie	Actieve inlaat, jaarlijkse winterinundatie 2-3 weken	Overstroomt eens per 3 jaar licht door verhoging stuwpeilen in de winter	Overstroomt eens per 3 jaar licht door verhoging stuwpeilen in de winter	Nee
GVG (cm-mv)	11-28 (VSL3: 34)	5-10	5-14	0-2 (CW) en 3-6 (EM)
GLG (cm-mv)	59-68	36-39	28-43	11-23 (CW) en 14-16 (EM)
Knelpunten hydrologie	GLG overal te laag, GVG op VSL3 en VSL5 te laag	GLG iets te laag	GLG overal iets te laag	Geen door meebewegende kragge, uitgezonderd CW1 waar GLG te laag is door niet meebewegende kragge
OS% toplaag	57-76%	87-95%	69-97%	94-100%
Vocht% toplaag	60-75%	79-86%	74-85%	91-96%
P-totaal toplaag	4,3-8,8 mmol/l	1,6-3,6 mmol/l	1,4-6,1 (overwegend 2-3) mmol/l	0,3-0,8 mmol/l
Olsen-P toplaag april 2024	128-619 µmol/l	116-139 µmol/l	112-309 µmol/l	114-301 µmol/l
Olsen-P toplaag augustus 2024	88-254 µmol/l	51-75 µmol/l	23-91 µmol/l	114-234 µmol/l
Ca-totaal toplaag	40-106 mmol/l	35-88 mmol/l	38-134 mmol/l	1-5 mmol/l
Ca-z toplaag april 2024	21.000-24.500 µmol/l (VSL3: 16.500 µmol/l)	15.000-20.5000 µmol/l	20.500-25.000 µmol/l	300-3.000 µmol/l
Ca-z toplaag augustus 2024	15.500-25.000 µmol/l (VSL3: 12.000 µmol/l)	15.500-25.000 µmol/l	21.000-29.500 µmol/l	400-3.500 µmol/l
pH-z toplaag april 2024	4,1-4,8	4,0-4,6	4,5-5,2	2,8-3,5
pH-z toplaag augustus 2024	4,1-4,4	3,9-4,4	4,4-5,2	2,8-3,0

Condities/knelpunten	VSL3 t/m VSL6	VSL1 en VSL2	VSL7 t/m VSL15	CW1, CW2, EM1 t/m EM3
NO_3-z toplaag	14-615 µmol/l	8-90 µmol/l	0-54 µmol/l (VSL10: 213 µmol/l in augustus 2024)	2-57 µmol/l
NH_4-z toplaag	86-252 µmol/l (VSL3: 1043 µmol/l in augustus 2024)	239-461 µmol/l	5-216 µmol/l	6-50 µmol/l
Verzuringsgevoeligheid	Lokaal zwavelhoudend veen in ondergrond met S/(Ca+Mg) >0,67	-	Lokaal zwavelhoudend veen in ondergrond met S/(Ca+Mg) >0,67	Toplaag niet verzuringsgevoelig. Vanaf 45 cm-mv is de S/(Ca+Mg) ratio overal >0,67
Overig bodemchemie	Door inklinking toplaag is deze rijker aan Al-totaal, P-totaal en Fe-totaal	-	-	-
HCO_3 poriewater 10-40/50-100 cm-mv april 2024	194-585-1391 µmol/l	97-709-1460 µmol/l	531-1021-2305 µmol/l	197-465-361 µmol/l
HCO_3 poriewater 10-40/50-100 cm-mv augustus 2024	121-471-1374 µmol/l	100-835-1556 µmol/l	336-1144-2389 µmol/l	18-227-418 µmol/l
HCO_3 diepere grondwater (2-3 m)	1112-1333 µmol/l	3204-3310 µmol/l	-	1650-1770 µmol/l (CW)
Inlaatwater	Gebufferd, arm aan stikstof en sulfaat, maar licht verrijkt met fosfor (2-3 µmol/l P; Fe/P-ratio wel gunstig)			N.v.t. (hoge bicarbonaatconcentraties zijn toxisch voor veenmossen)
Knelpunten	Verhoogde stikstof- en fosforconcentraties in de toplaag. Te lage waterstanden zorgen voor verdroging/mineralisatie en de kwel komt onvoldoende in de wortelzone. Hierdoor vindt N-ophoping plaats. Inundatie met oppervlaktewater zorgt voor de aanvoer van bufferstoffen, maar het water is ook licht fosforhoudend (wel gunstige Fe/P-ratio). Bij peilverhoging is het wel belangrijk dat voldoende peilfluctuaties blijven bestaan (max. 30 cm-mv).	VSL2: gebrekkige afvoer van regenwater leidt tot onvoldoende kwelinvloed en onvoldoende peilfluctuaties. Dit heeft geresulteerd in verzuring en accumulatie van ammonium. Hierdoor zijn veenmossen gaan domineren.	Momenteel goede ontwikkeling. Voor een duurzame ontwikkeling is het van belang dat afvoer neerslagwater mogelijk blijft en er voldoende peilfluctuaties blijven bestaan (ook t.b.v. het intern genereren van bufferstoffen en realiseren van stikstofverliezen). Kalkrijke toplaag mogelijk een restant van landbouwkundig gebruik.	De recente droge zomers lijken met name de oorzaak van de achteruitgang. Bij dikker worden van de kraggen en aan de grond lopen, zal het risico op verzuring door verdroging toenemen. Het diepere veen is verzuringsgevoelig.

4.1 Blauwgrasland in het oude reservaat

Uit het ecohydrologisch onderzoek [redacted] blijkt dat in het blauwgraslandreservaat (Figuur 25) nergens wordt voldaan aan de optimale GLG-eis (max. 30 cm-mv) voor blauwgrasland op veen. Wel wordt overal voldaan aan de GLG-eis (70 cm-mv) voor suboptimaal ontwikkeld blauwgrasland [redacted] Op de locaties VSL3 en VSL5 wordt ook niet voldaan aan de GVG-eis (max. 25 cm-mv) voor optimaal ontwikkeld blauwgrasland (op locatie VSL3 ook niet voor de relatief droge (en zure) variant van blauwgrasland). Vanwege de heischrale kenmerken van de vegetatie op locatie VSL3 is het aangewezen als habitattype H6230 (heischrale graslanden), maar het betreft eigenlijk verdroogd blauwgrasland [redacted]

Vanwege de hoge ligging van het blauwgraslandreservaat (in het verleden minder sterke veenoxidatie dan in de omgeving) en de afname van kwel komt het grondwater in de winter niet meer tot in maaiveld en zakt de grondwaterstand in het voorjaar en de zomer te snel en te ver beneden maaiveld weg [redacted] De te lage waterstanden in het oude blauwgrasland reservaat blijken ook uit het relatief lage gehalte aan vocht en organisch stof in de toplaag van het (veraarde) veen. Om verdere achteruitgang van het blauwgraslandreservaat te voorkomen wordt er jaarlijks geïnundeerd met oppervlaktewater. Het oppervlaktewater dat wordt ingelaten (OW1) is sterk gebufferd (alkaliniteit: 3,0-3,3 meq/l en calcium: 1525-1650 µmol/l; Tabel 16) en dat is gunstig voor het opladen van de toplaag

van de veenbodem met basen. Het oppervlaktewater is stikstofarm, maar wel verrijkt met fosfaat (1,1-1,4 µmol/l reactief fosfaat en 2,2-2,6 µmol/l fosfor; Tabel 16). Deze aanvoer van fosfor is, ondanks de hoge Fe/P-ratio) van het oppervlaktewater, ongunstig gezien de toch al verhoogde totaal-P concentratie in de toplaag van de oude blauwgraslanden. Gezien de cruciale bijdrage van het inlaatwater aan de buffering van de bodem, is het stoppen van het inlaatwater geen optie. Het is misschien wel mogelijk om het oppervlaktewater voor inlaat te defosfateren (ijzerfilter).



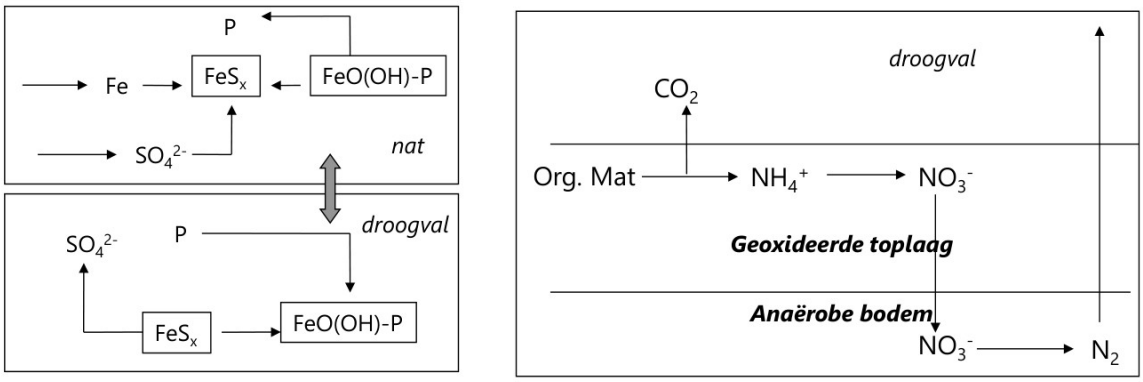
Figuur 25. *Impressie van locatie VSL5 (links) en locatie VSL6 (rechts) in het oude blauwgraslandreservaat in juni 2024.*

Dankzij de inlaat van gebufferd oppervlaktewater ligt de buffering van de toplaag van de bodem (> 15.000 µmol Ca-z/l) zowel in april als augustus 2024 in de range voor blauwgrasland op veen. Op locatie VSL3 was de buffering in augustus 2024 wel lager (ca. 12.000 µmol Ca-z/l) dan op de overige locaties in het blauwgrasland reservaat. De buffering van het veen neemt licht af in het diepere veen. De buffering van het poriewater laat juist een omgekeerd verband zien. Zowel de bicarbonaat- als calciumconcentratie in het poriewater neemt toe met de diepte. Deze toename is het grootste in het poriewater op 100-120 cm-mv, terwijl het diepste veen dat geanalyseerd is afkomstig is van 30-45 cm-mv. De verwachting is dus wel dat het diepe veen op 100-120 cm-mv net als het poriewater goed gebufferd is. Uit de analyse van het grondwater in het oude reservaat blijkt dat zowel het ondiepe (0,7-0,9 m-mv) als diepere grondwater (3,5-4 m-mv) matig gebufferd (ca. 1,3-1,6 meq/l) is. Vanwege de suboptimale waterhuishouding in het reservaat kan dit water niet tot in de toplaag van het veen doordringen en het grondwater is maar matig gebufferd. Door de inlaat van sterk gebufferd oppervlaktewater wordt voorkomen dat de toplaag van het veen te sterk verzuurd. Belangrijk daarbij is ook dat de toplaag van het veen niet gevoelig voor verzuring bij droogval (S/(Ca+Mg)-ratio < 0,67; [redacted] is. Dit is ook een belangrijke reden waarom de toplaag van het veen ondanks de suboptimale grondwaterstanden niet sterk verzuurd is.

Op locatie VSL3 en VSL4 was de toplaag van het veen in april 2024 wel verrijkt met plantbeschikbaar fosfaat (Olsen-P). Op deze locaties was in april 2024 ook het organische stofgehalte relatief laag (57%), dus mogelijk is er op deze locaties meer fosfaat gemineraliseerd uit de toplaag van het veen. In augustus 2024 werden wel lage Olsen-P concentraties gemeten (< 300 µmol/l), waarschijnlijk door de opname van fosfaat door de vegetatie en/of doordat bij lagere waterstanden fosfaat beter in de bodem gebonden wordt. De zoutuitwisselbare stikstofconcentraties (nitraat en ammonium) zijn in de toplaag van het veen wel verhoogd als gevolg van de te hoge atmosferische stikstofdepositie in combinatie met de mineralisatie van het veen en de te droge condities. Om eutrofiering in blauwgraslanden te voorkomen is het wel belangrijk dat de toplaag van de bodem in de zomer tijdelijk droogvalt (zie kader Tijdelijke droogval). Bij blauwgrasland op veen is het wel belangrijk dat de droogvalperiode niet te lang is en de grondwaterstand niet te ver uitzakt (max. 30 cm-mv) om oxidatie van het veen te voorkomen. In natte jaren (zoals 2024), is het belangrijk dat de toplaag van de bodem in het vroeg in het groeiseizoen droogvalt om kieming van doelsoorten mogelijk te maken.

Kader Tijdelijke droogval in blauwgraslanden

Blauwgraslanden zijn afhankelijk van de invloed van gebufferd grondwater om de buffercapaciteit van de bodem in stand te houden. Het is echter ook belangrijk dat de toplaag van de bodem in de zomer tijdelijk droogvalt. Tijdens droogval kan geaccumuleerd ammonium (stikstofdepositie) onder invloed van zuurstof wordt geoxideerd tot nitraat (nitrificatie). Wanneer dit nitraat uitspoelt naar diepere, anaerobe bodemlagen kan het nitraat worden gereduceerd tot stikstofgas (denitrificatie) en uit het systeem verdwijnen (Figuur A, rechts). De gekoppelde nitrificatie en denitrificatie zorgt daarmee voor stikstofverliezen uit het systeem. Daarnaast wordt tijdens droogval ijzer in de bodem geoxideerd, waardoor fosfaat weer beter in de bodem gebonden wordt (Figuur A, links). Tijdelijke droogval zorgt dus voor een verlaging van de beschikbaarheid van zowel stikstof als fosfaat in het systeem.



Figuur A. *Bij de tijdelijke droogval van de bodem worden ijzer(hydr)oxiden gevormd die zorgen voor een betere binding van fosfaat in de bodem (links). Door de gekoppelde nitrificatie en denitrificatie kan tijdelijke droogval zorgen voor stikstofverliezen uit het systeem.*

Een ander gunstig effect is dat wanneer het bij droogval geoxideerde nitraat en ijzer daarna weer worden gereduceerd, er zuur wordt geconsumeerd. De reductieprocessen dragen daarmee bij aan de buffercapaciteit in het systeem. Dit proces wordt interne alkalinisering genoemd. Bij permanent natte condities en/of te beperkte peilfluctuaties neemt de hoeveelheid bufferstoffen die intern wordt gegenereerd af. In zwavelrijke bodems kan tijdelijke droogval resulteren in een sterke verzuring van de bodem door de oxidatie van gereduceerde zwavelverbindingen (zoals pyriet). Op basis van de S/(Ca+Mg)-ratio van de bodem kan ingeschat worden of een bodem gevoelig is voor (te sterke) verzuring bij droogval [redacted] Droogval van zwavelrijke veenbodems leidt tot verzuring, de mobilisatie van sulfaat en het uitspoelen van calcium.

Peilfluctuaties (nat in de winterperiode en droogval van de toplaag in het groeiseizoen) kunnen bijdragen aan stikstofverliezen (zie kader Tijdelijke droogval). Om onder andere te voorkomen dat (nieuw) ammonium dat op de bodem valt zich ophoopt in de toplaag, is het wel van belang dat natte en droge episoden elkaar afwisselen. Daarom moet de bodem van blauwgraslanden in de zomer juist droogvallen, om ervoor te zorgen dat het ammonium (met toxische effecten) onder invloed van zuurstof wordt geoxideerd tot nitraat. Een deel van dit nitraat wordt dieper in de bodem, waar anaerobie heerst, vervolgens gedenitrificeerd en verdwijnt alsnog uit het systeem. Vernatting kan een middel zijn om de verzurende effecten van stikstofdepositie tegen te gaan, zelfs als actueel nog sprake is van een goede habitatkwaliteit. Een te hoge stikstofdepositie kan immers leiden tot uitputting van de buffercapaciteit waardoor later alsnog verzuring kan optreden [redacted]

De bijdrage van interne reductieprocessen aan de buffering van de bodem is op basis van de beschikbare analysedata lastig te bepalen. Vooral de reductie van ijzer kan flink bijdragen aan de interne generatie van alkaliniteit. De toplaag van het veen in het blauwgraslandreservaat is wel ijzerrijk (> 100 mmol/l), maar dit is als gevolg van veenoxidatie. Het meer intacte diepere veen is slechts zwak tot matig ijzerhoudend, zodat de verwachting is dat de gemeten buffering in het poriewater niet alleen afkomstig is van interne alkalinisatie.

4.2 Geplagde blauwgraslandpercelen

Ten westen van het oude blauwgraslandreservaat ligt een proeflocatie dat al in 1998 is geplagd (VSL1 en VSL2; Figuur 26). De overige percelen (VSL7 t/m VSL15; Figuur 26) zijn in 2013/2014 geplagd voor de uitbreiding van blauwgrasland. Uit het ecohydrologisch onderzoek van [redacted] blijkt op de geplagde percelen de GVG (max. 25 cm-mv) optimaal is voor blauwgrasland, maar de GLG zakt (uitgezonderd locatie VSL8) te ver weg om te voldoen aan de optimale GLG-eis (max. 30 cm-mv) voor blauwgrasland op veen. Wel wordt overal ruimschoots voldaan aan de GLG-eis (70 cm-mv) voor suboptimaal ontwikkeld blauwgrasland [redacted] De kwelintensiteit in de zomer is gering, maar onder invloed van capillaire werking van de veenbodem en de aanzuigende werking van de verdamping kan het grondwater waarschijnlijk wel tot in de toplaag van de bodem doordringen. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek voor het proefgebied uit 1998 en de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden afzonderlijk beschreven.



Figuur 26. *Impressie van locatie VSL2 (links; geplagd in 1998) en locatie VSL8 (rechts; geplagd in 2013/2014) in de Veerslootslanden in juni 2024.* [redacted]

4.2.1 Blauwgrasland in het proefgebied uit 1998

Het perceel met locatie VSL1 en VSL2 werd ruim 25 jaar geleden geplagd. De totaal calciumconcentraties in de toplaag van het veen zijn vergelijkbaar met de oude blauwgraslanden. Uit metingen in 2000 bleek dat de toplaag van het veen in het proefgebied nog rijker was aan calcium dan het oude reservaat [redacted] De buffering van de toplaag van het veen ligt in de range voor blauwgrasland op veen, waarbij op locatie VSL2 de buffering wel lager (ca. 15.000 µmol Ca-z/l) dan op locatie VSL2 (20.000-25.000 µmol/l). Op locatie VSL2 neemt de buffering van het veen af in het diepere veen. De buffering van het poriewater laat juist een omgekeerd verband zien. Zowel de bicarbonaat- als calciumconcentratie in het poriewater neemt toe met de diepte. Deze toename is het grootste in het poriewater op 100-120 cm-mv, terwijl het diepste veen dat geanalyseerd is afkomstig is van 30-45 cm-mv. De verwachting is dus wel dat het diepe veen op 100-120 cm-mv net als het poriewater goed gebufferd is. Uit de analyse van het grondwater in het westelijke plagperceel blijkt dat het ondiepe grondwater (0,44-0,94 m-mv) zwak gebufferd (0,5 meq/l) en het diepere grondwater (2,5-3 m-mv) sterk gebufferd (3,5-3,6 meq/l) is. In zowel de winter als GVG-situatie is er sprake van infiltratie, maar in de zomer kan onder invloed van de aanzuigende werking van de verdamping het gebufferde grondwater wel ondiep in de bodem doordringen [redacted] Op locatie VSL1 en VSL2 is het

ondiepe poriewater vrijwel niet gebufferd (< 150 µmol HCO_3/l). Op locatie VSL2 is dit het gevolg van stagnatie in de afvoer van neerslagwater [redacted] Op deze locaties worden een lagere pH en hogere ammoniumconcentraties gemeten en vindt meer veenmosontwikkeling plaats.

De toplaag van het veen van het geplagde perceel is (zeer) fosfaatarm (Olsen-P < 150 µmol/l). Als gevolg van mineralisatie en de daarmee gepaard gaande inklinking van het veen, nemen de fosforconcentraties (net als ijzer en aluminium) in de toekomst toe. Ditzelfde heeft plaatsgevonden in het blauwgraslandreservaat. Met het plaggen van de percelen is ook een groot deel van de geaccumuleerde stikstofdepositie verwijderd, maar als gevolg van 25 jaar stikstofdepositie en veenoxidatie is de stikstofbeschikbaarheid alweer toegenomen. Om de stikstofbeschikbaarheid in de toplaag laag te houden, is het van belang dat geen regenwaterlenzen ontstaan, gebufferde kwel in de zomerperiode in de wortelzone komt en dat er voldoende peilfluctuaties optreden om stikstofverliezen te genereren.

4.2.2 Blauwgrasland in deelgebieden heringericht in 2013/2014

In de toplaag van het veen van de in 2013/2014 geplagde percelen zijn de totaal calciumconcentraties in de toplaag hoger in vergelijking met de oude blauwgraslanden en hoger in vergelijking met diepere bodemlagen. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de bekalking tijdens het landbouwkundig gebruik om de pH te optimaliseren voor de gewasopbrengst, maar ook de laag frequente inundatie van de percelen kan hierbij aan bijgedragen hebben. De buffering van de toplaag van de bodem (vaak > 20.000 µmol Ca-z/l) ligt zowel in april als augustus 2024 in de range voor blauwgrasland op veen. De buffering van het veen neemt af in het diepere veen. De buffering van het poriewater laat juist een omgekeerd verband zien. Zowel de bicarbonaat- als calciumconcentratie in het poriewater neemt toe met de diepte. Deze toename is het grootste in het poriewater op 100-120 cm-mv, terwijl het diepste veen dat geanalyseerd is afkomstig is van 30-45 cm-mv. De verwachting is dus wel dat het diepe veen op 100-120 cm-mv net als het poriewater goed gebufferd is.



Figuur 27. *Op het geplagde perceel met meetlocatie VSL15 is de bodem voldoende gebufferd voor een soort als Parnassia.* [redacted]

Uit de analyse van het grondwater in het westelijke plagperceel blijkt dat het ondiepe grondwater (0,44-0,94 m-mv) zwak gebufferd (0,5 meq/l) en het diepere grondwater (2,5-3 m-mv) sterk gebufferd (3,5-3,6 meq/l) is. In zowel de winter als GVG-situatie is er sprake van infiltratie, maar in de zomer kan onder invloed van de aanzuigende werking van de verdamping het gebufferde grondwater wel ondiep in de bodem doordringen [redacted] Het ondiepe poriewater is dan meestal ook zwak gebufferd (april 2024: > 400 µmol HCO_3/l). Gezien de mate van buffering van het veen en/of poriewater

zijn de condities voor blauwgrasontwikkeling op de in 2013/2014 geplagde percelen goed. Op het perceel met locatie VSL15 is de buffering van het veen zelfs zo goed dat uitgezaaide Parnassia zich kan handhaven en uitbreiden (Figuur 27).

De geplagde percelen zijn ook (zeer) fosfaatarm (Olsen-P < 200-300 µmol/l). Als gevolg van mineralisatie en de daarmee gepaard gaande inklinking van het veen, nemen de fosforconcentraties (net als ijzer en aluminium) in de toekomst toe. Ditzelfde heeft plaatsgevonden in het blauwgraslandreservaat. Met het plaggen van de percelen is er ook een veenlaag aan het oppervlak komen te liggen waarin niet al decennialang stikstofdepositie heeft kunnen accumuleren. Vooral op de in 2013/2014 geplagde percelen is de stikstofbeschikbaarheid laag, dus ook op basis van de nutriëntenbeschikbaarheid zijn de condities voor blauwgrasontwikkeling op de in 2013/2014 geplagde percelen goed. Om de stikstofbeschikbaarheid laag te houden in de toplaag is het van belang dat geen regenwaterlenzen ontstaan (zoals bij locaties VSL1 en VSL2), dat de gebufferde kwel in de zomerperiode in de wortelzone komt en dat voldoende peilfluctuaties optreden om stikstofverliezen te genereren.

4.3 Veenmosrietlanden

4.3.1 Conradsweg

Uit het ecohydrologisch onderzoek [redacted] blijkt dat aan de Conradsweg de GVG (max. 10 cm-mv) optimaal is voor veenmosrietland. Op locatie CW1 (Figuur 28) voldoet de GLG (max. 20 cm-mv) niet omdat de kragge onvoldoende mee beweegt, maar op locatie CW2 voldoet de GLG wel omdat de kragge hier voldoende mee beweegt [redacted] De vegetatie is tussen 2018 en 2024 sterk achteruitgegaan, waarschijnlijk als gevolg van de reeks extreem droge zomers waarbij de waterstand zover is weggezakt dat de kraggen aan de grond lopen en de waterstand in de kragge ver kan wegzakken [redacted]



Figuur 28. *Impressie van het veenmosrietland ter hoogte van locatie CW1 (links) aan de Conradsweg en locatie EM2 (rechts) in de Olde Maten in augustus 2024.* [redacted]

De toplaag van het veen is zuur (pH-z: 2,8-3,5) en vrijwel niet gebufferd (Ca-z: < 4.000 µmol/l). Basenarm veenmosrietland (met nog soorten die enige buffering indiceren, zie ook paragraaf 1.3.1) komen voor bij een mediane pH-z van 4,0 en Ca-z van ca. 8.000 µmol/l (Tabel 3). Op basis van de pH-z en Ca-z concentraties zijn de veenmosrietlanden aan de Conradsweg verzuurd (groep 1 in Figuur 8). De P-concentraties in zowel de toplaag van het veen (2-4 µmol P-z/l) als het poriewater (3-16 µmol/l) zijn vrij hoog (mediane waarde P-z: 2 µmol/l; Tabel 3). De toplaag van het veen en het poriewater zijn ook (licht) verrijkt met stikstof. In april 2024 werd op locatie CW1 in het poriewater zelfs 95 µmol NH_4/l gemeten. Onder optimale omstandigheden kunnen veenmossen veel stikstof vastleggen, waardoor in het poriewater de ammoniumconcentraties vaak laag zijn. De ammoniumconcentraties die [redacted] werden gemeten in het ondiepe poriewater (10 cm-mv) van veenmosrietlanden en trilvenen waren vaak lager dan 10 µmol/l, met uitschieters tot 45 µmol/l. In augustus 2024 werd

daarentegen vrijwel geen ammonium meer gemeten. Mogelijk is dit het gevolg van de opname door de vegetatie in combinatie met een natte zomer in 2024. De combinatie van een reeks droge zomers, de zure omstandigheden en de verrijking met stikstof heeft geresulteerd in de achteruitgang van de vegetatie.

4.3.2 Ende Maten

Uit het ecohydrologisch onderzoek [redacted] blijkt dat in de Ende Maten door het meebewegen van de kragge zowel de GVG (max. 10 cm-mv) als GLG (max. 20 cm-mv) optimaal zijn voor veenmosrietland. Ook hier is de vegetatie tussen 2018 en 2024 achteruitgegaan, waarschijnlijk als gevolg van de reeks extreem droge zomers waarbij de waterstand zover is weggezakt dat de kraggen aan de grond lopen en de waterstand in de kragge ver kan wegzakken [redacted]

De toplaag van het veen is zuur (pH-z: 2,8-3,1) en vrijwel niet gebufferd (Ca-z: < 1.500 µmol/l). Op basis van de pH-z en Ca-z concentraties zijn de veenmosrietlanden in de Ende Maten ook verzuurd. De P-concentraties in zowel de toplaag van het veen (2-15 µmol P-z/l) als het poriewater (1-20 µmol/l) zijn vrij hoog. De toplaag van het veen en het poriewater zijn ook (licht) verrijkt met stikstof. In april 2024 werd op alle locaties 150-200 µmol NH_4/l gemeten, dit is zeer hoog. In augustus 2024 werd daarentegen vrijwel geen ammonium meer gemeten. Mogelijk is dit het gevolg van de opname door de vegetatie in combinatie met een natte zomer in 2024. Het lijkt er sterk op dat de combinatie van een reeks droge zomers, de zure omstandigheden en de verrijking met stikstof heeft geresulteerd in de achteruitgang van de vegetatie.

4.3.3 Risico's bij voortgaande successie

Op de veenmosrietlandlocaties zijn de grondwaterstanden, uitgezonderd locatie CW1, optimaal omdat de kragge meebeweegt met de waterstand. Bij voortgaande successie worden de kraggen echter dikker en zullen deze eerder aan de grond lopen. Daarmee worden ze gevoeliger voor verdroging, zeker met het vooruitzicht van een toename van langdurige perioden met droogte bij een veranderend klimaat. Dit kan extra verzuring van de kragge leiden, aangezien het diepere veen sterk verzuringsgevoelig is (S/(Ca+Mg)-ratio > 0,67). Plaggen van de kragge om de ontwikkeling richting een basenarm veenmosrietland te stimuleren is hier geen optie vanwege de verzuringsgevoeligheid van het diepere veen. Inlaat van basenrijk water vormt een risico omdat hoge bicarbonaatconcentraties toxisch zijn voor veenmossen [redacted]

Verzuring door een toename van regenwaterinvloed en afname van grondwaterinvloed is wel een natuurlijk proces in laagvenen. De aanleg van nieuwe petgaten is een maatregel om meer gebufferde successiestadia zoals trilvenen tot ontwikkeling te laten komen in het gebied. Momenteel is de totale oppervlakte aan trilveenvegetaties (groep 6 in Figuur 8) in de Olde Maten zeer gering en meer dan de helft hiervan is verzuurd [redacted] Voor de uitbreiding van trilvenen is plaggen in combinatie met inundatie met gebufferd oppervlaktewater mogelijk ook een optie. In de Rottige Meente zijn daarmee veelbelovende resultaten behaald [redacted] Het oppervlaktewater moet dan wel voedselarm en goed gebufferd zijn en goed kunnen doordringen in de toplaag van het veen (kan lastig zijn bij kraggen). Voor calcium en fosfor kunnen dan de grenswaarden [redacted] aangehouden worden: < 1,3 µmol totaal-P/l en > 1248 µmol Ca/l.

4.4 Beknopte beantwoording onderzoeksvragen

In deze paragraaf worden de onderzoeksvragen uit paragraaf 1.4 kort beantwoord op basis van het bodem- en hydrochemisch onderzoek. De vragen worden hierbij per situatie (oude blauwgraslandreservaat, nieuwe, geplagde blauwgraslanden en veenmosrietlanden) integraal beantwoord. Voor een volledige beantwoording van de vragen is informatie over het functioneren van

het hele systeem nodig. Zie daarvoor de synthese en conclusies in het rapport over de ecohydrologische systeemanalyse van de Olde Maten - Veerslootslanden [redacted]

4.4.1 Blauwgrasland in het oude reservaat

Uit de ecohydrologische systeemanalyse blijkt dat in het oude blauwgraslandreservaat geen invloed meer van basenrijke kwel is. Desondanks is de toplaag van het veen voldoende gebufferd voor het habitattype blauwgrasland. De hoger gelegen meetlocatie VSL3 is daarbij wel minder sterk gebufferd dan de overige locaties. De buffering van het veen neemt af in de diepte (0-50 cm-mv), terwijl de buffering van het poriewater toeneemt (0-100/120 cm-mv). Aangezien er in het oude reservaat geen sprake (meer) is van kwel, lijkt het er sterk op dat de goede buffering van het veen in stand gehouden wordt door de jaarlijkse winterinundatie met sterk gebufferd oppervlaktewater. De belasting van het oppervlaktewater met fosfor is, ondanks de gunstige Fe/P-ratio, wel een aandachtspunt. In april 2024 werd lokaal ook een verhoogde fosfaatbeschikbaarheid in het veen gemeten. Als gevolg van veenoxidatie en atmosferische stikstofdepositie is de stikstofbeschikbaarheid in zowel het veen als ondiepe poriewater vrij hoog. Gezien de lage stikstofconcentraties in het inlaatwater, is het niet aannemelijk dat de hoge stikstofbeschikbaarheid het gevolg is van de inlaat van oppervlaktewater.

Aangezien er geen basenaanrijking via het grondwater kan plaatsvinden, is de winterinundatie essentieel om ervoor te zorgen dat er geen (verdere) verzuring kan optreden. Om de P-belasting op het reservaat te reduceren, is het advies om de optie van het defosfateren van het inlaatwater te verkennen. Het advies is ook om te verkennen of de huidige inundatieduur optimaal is of dat met aanpassingen de oplading van het veen met bufferstoffen kan worden vergroot. Het blijft daarbij wel belangrijk dat de toplaag droogvalt in het groeiseizoen/zomerperiode met peilfluctuaties tot maximaal 30 cm-mv.

4.4.2 Geplagde blauwgraslandpercelen (proefgebied 1998 en deelgebieden 2013/2014)

De bodem- en hydrochemische situatie in de nieuwe, geplagde blauwgraslanden is over het algemeen gunstiger dan in het oude blauwgraslandreservaat. De toplaag van het veen is goed gebufferd, waarbij mogelijk een deel van de buffering nog een erfenis is van het landbouwkundige verleden. Uit de ecohydrologische systeemanalyse blijkt dat er in de geplagde blauwgraslanden waarschijnlijk lichte aanrijking met basen kan plaatsvinden via zomerkwel. De buffering van het veen en poriewater is in het proefgebied dat in 1998 is ingericht, wat lager dan in de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden. Dit is waarschijnlijk het gevolg van de stagnatie van regenwater. In vergelijking tot het oude blauwgraslandreservaat is op de geplagde percelen de fosfaatbeschikbaarheid lager. In het proefgebied is, net als in het oude reservaat, de stikstofbeschikbaarheid verhoogd. Waarschijnlijk als gevolg van enige veenoxidatie en de accumulatie van atmosferische stikstofdepositie sinds 1998. Deze hogere stikstofbeschikbaarheid is niet gemeten in de in 2013/2014 ingerichte deelgebieden.

Uit de ecohydrologische systeemanalyse blijkt dat de nieuwe graslanden nu eens in de drie jaar inunderen met een mix van neerslag- en slootkwelwater. Indien de invloed van basenrijk grondwater in de winterperiode niet versterkt kan worden, is het een overweging om de inundatiefrequentie te vergroten (jaarlijks). Het is namelijk essentieel om de goede buffering van de toplaag van het veen in stand te houden, zeker gezien de nog altijd te hoge atmosferische stikstofdepositie. Het blijft wel belangrijk dat de toplaag droogvalt in het groeiseizoen/zomerperiode met peilfluctuaties tot maximaal 30 cm-mv.

4.4.3 Veenmosrietlanden

Op basis van de bodem- en hydrochemische metingen blijkt dat de veenmosrietlanden bij de Conradsweg en Ende Maten vallen onder het verzuurde type. Als gevolg van de te hoge atmosferische stikstofdepositie werden in het voorjaar van 2024 hoge ammoniumconcentraties gemeten in het ondiepe poriewater. De P-concentraties in het poriewater zijn ook relatief hoog. Het diepere veen (45-55 cm-mv) is rijker aan zwavel en daardoor gevoelig voor verzuring bij droogval.

Gezien de (versnelde) natuurlijke successie in veenmosrietlanden, waarbij de kraggen dikker worden (op termijn vast gaan lopen aan de grond, zoals op locatie CW1, waardoor deze niet meer meebewegen met het waterpeil en de kans op verdroging toeneemt) en de invloed van regenwater toeneemt, zal het lastig zijn om maatregelen tegen de verzuring te nemen. Droogval van de kraggen moet in ieder geval voorkomen worden, aangezien er bij droogval sterk verzurende oxidatieprocessen plaatsvinden. Plaggen is vanwege de verzuringsgevoeligheid van het diepere veen ook geen goede maatregel, tenzij dit gecombineerd wordt met bevloeiing met gebufferd, voedselarm oppervlaktewater. Dit is, net zoals de aanleg van nieuwe petgaten, vooral een maatregel om meer gebufferde successiestadia, zoals trilvenen, tot ontwikkeling te laten komen in het gebied [redacted]

4.5 Beperkingen onderzoeksmethoden en -periode

Het bodem- en hydrochemisch onderzoek in de Olde Maten en Veerslootslanden heeft veel inzichten opgeleverd in de huidige kwaliteit van de blauwgraslanden en veenmosrietlanden, maar ook de knelpunten en kansen. De belangrijkste beperkingen van het onderzoek worden in deze paragraaf beschreven en in paragraaf 4.6 zijn concreet aanbevelingen voor aanvullende metingen opgenomen.

- Onvolledigheid referentiedata. Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van de best beschikbare data voor referentiewaarden voor blauwgrasland en veenmosrietland. Desondanks zijn deze referentiewaarden gebaseerd op relatief kleine aantallen meetlocaties van goed ontwikkelde vegetatietypen. Dit is deels het gevolg van de slechte staat van veel blauwgraslanden en veenmosrietlanden in Nederland, maar deels ook doordat het kostbaar is om een grote referentiedataset te ontwikkelen. Daarnaast zijn de referentiewaarden een momentopname waarbij niet bekend is of de op dat moment nog goed ontwikkelde blauwgraslanden en veenmosrietlanden stabiel zijn of toch achteruitgaan doordat de abiotische omstandigheden verslechterd zijn. Het toetsen van de meetwaarden aan de referentiewaarden moet daarmee voorzichtig gebeuren en het monitoren van de vegetatie en sturende processen blijft belangrijk.
- Concentraties versus fluxen van grond- en/of oppervlaktewater. Voor de kwaliteit van grond- en/of oppervlaktewater is het belangrijk te realiseren dat fluxen van stoffen belangrijker zijn dan concentraties. Op basis van het huidige onderzoek kunnen de fluxen van de verschillende stoffen echter niet bepaald worden. Voor de buffering van blauwgraslanden is het wel duidelijk dat goed gebufferd water met weinig nutriënten en sulfaat gunstig is, maar het daadwerkelijk vaststellen van kritische grenzen voor concentraties is complex en op basis van de beschikbare gegevens dus niet mogelijk.
- Beperkte hoeveelheid meetgegevens. In de Olde Maten - Veerslootslanden zijn alleen gegevens verzameld in april en augustus 2024, waarbij 2024 ook nog eens een uitzonderlijk nat jaar is geweest. De chemische samenstelling van het poriewater, maar ook van het oppervlaktewater en in mindere mate van grondwater, kan sterk variëren tussen jaren en binnen een seizoen. Langjarige meetreeksen zijn belangrijk om inzicht te krijgen in de variatie tussen jaren en binnen seizoenen.

4.6 Aanbevelingen aanvullende metingen

In deze paragraaf worden op basis van de resultaten van het bodem- en hydrochemisch onderzoek een aantal aanbevelingen voor aanvullende metingen gegeven.

- Het bodem- en hydrochemisch onderzoek is uitgevoerd in een uitzonderlijk nat jaar. Ondanks het gegeven dat de GLG-situatie in augustus 2024 is bereikt [redacted], zal het veen in de zomer van 2024 gedurende een (veel) kortere periode zijn drooggevallen dan in een gemiddelde zomer. Dit zal effecten hebben gehad op de biogeochemische processen in de toplaag van het veen. Daarnaast kunnen te lange, natte periodes in het groeiseizoen de ontwikkeling van doelsoorten beperken en groei van veenmossen stimuleren. Daarom wordt

geadviseerd om de metingen in de blauwgraslanden en veenmosrietlanden te herhalen na een gemiddeld droge zomerperiode om de effecten op de mate van buffering/verzuring en voedselrijkdom (N en P) goed in beeld te krijgen.

- Op basis van de beschikbare meetgegevens blijft het lastig om harde uitspraken te kunnen doen over de bijdrage van inundatie met gebufferd oppervlaktewater aan de buffering van de toplaag van het veen. Analyse van het poriewater direct voorafgaand en na inundatie kan hier meer inzicht in geven.
- De nutriëntenbelasting (fosfor en stikstof) op het blauwgraslandreservaat via inundatie met oppervlaktewater kan op basis van de beschikbare meetgegevens niet bepaald worden. Hiervoor zijn metingen van de nutriëntenconcentraties van het oppervlaktewater op het moment van inundatie nodig, maar ook het volume (debiet) van het inlaatwater. De duur van de inundatie heeft daarbij invloed op de mobilisatie van nutriënten in de huidige toplaag van het veen. De toplaag van de veenbodem moet tijdig droogvallen om problemen met interne eutrofiering te voorkomen, maar tijdige droogval is ook belangrijk voor de kieming en/of ontwikkeling van bepaalde doelsoorten van blauwgrasland. Naast het in beeld brengen van de belasting is het ook belangrijk om het effect van inundatie op de vegetatie te monitoren.
- De in de Olde Maten aanwezige trilveenvegetaties (H7140A) maakten geen onderdeel uit van het onderzoek. Op deze locaties zou een vergelijkbaar onderzoek kunnen worden uitgevoerd om de actuele toestand en de kansen en knelpunten in beeld te brengen.
- De hoge pH, bicarbonaat- en ook calciumconcentratie in het poriewater van de toplaag van de veenmosrietlanden in april 2024 zijn mogelijk het gevolg van het oplossen van sporen kalk uit de keramische cups. De cups zijn vooraf gespoeld met zuur om eventuele kalkresten op te lossen, maar het is mogelijk dat het kalk niet volledig is verwijderd. Het oplossen van sporen kalk uit de cups vindt alleen in de eerste dagen tot weken na installatie plaats, dus de meting van augustus 2024 is wel betrouwbaar. Daarnaast lost kalk alleen op onder invloed van zuur, dus op de minder zure blauwgraslandlocaties speelt dit probleem niet. Een extra meting in april 2025 kan duidelijkheid verschaffen of in het vroege voorjaar de pH van het poriewater en de bicarbonaat- en calciumconcentraties hoger zijn.

5 Literatuur

[redacted]

.

6 Bijlagen

6.1 Bijlage 1: Uitdrukken waterkwaliteitsgegevens in mol/l

Professionals in het waterbeheer drukken concentraties opgeloste stoffen in water vaak uit in gram (of mg/µg) per liter. Volgens het Internationale Stelsel van Eenheden (SI-stelsel) moet dat echter gebeuren in mol (of mmol/µmol) per liter. Los van deze afspraak, die dateert uit de jaren 70 van de vorige eeuw, heeft het werken en denken in molen grote voordelen. Zo maakt het bijvoorbeeld niet uit of de concentratie nitraat is uitgedrukt in µmol/l NO_3 of $N\text{-}NO_3$ (100 µmol NO_3 = 100 µmol $N\text{-}NO_3$), terwijl dit bij concentraties uitgedrukt in mg/l wel verschilt (6,2 mg NO_3 = 1,4 mg $N\text{-}NO_3$). Het komt regelmatig voor dat hierover verwarring bestaat en dit kan dus leiden tot fouten.

Voor bijvoorbeeld het bepalen van het risico op fosfaatnalevering is de verhouding tussen fosfaat en ijzer van belang. Wanneer de concentraties zijn uitgedrukt in µmol/l, is direct te zien hoe beide stoffen zich tot elkaar verhouden. Bij 10 µmol PO_4 en 100 µmol Fe is er 10x zoveel ijzer aanwezig ten opzichte van fosfaat. Bij 0,31 mg $P\text{-}PO_4$ (= 10 µmol $(P)\text{-}PO_4$) is er 10x zoveel ijzer aanwezig bij 5,59 mg Fe, maar dit zie je niet in een oogopslag. Het is dus niet goed mogelijk om processen die de waterkwaliteit sturen, te begrijpen wanneer de concentraties zijn uitgedrukt in mg/l. Deze rapportage drukt concentraties dus altijd uit in mmol/l of µmol/l, en ratio's in mol/mol. In het bijschrift van Tabel A staat voor een aantal relevante elementen beschreven hoe de concentraties omgerekend kunnen worden van mg/l naar µmol/l en omgekeerd.

Tabel A. *Tabel met de molaire massa van een aantal relevante elementen waarmee concentraties in mg/l omgerekend kunnen worden naar µmol/l en omgekeerd. Voor het omrekenen van concentraties in mg/l naar µmol/l moet de concentratie gedeeld worden door de molaire massa van het element (concentratie is dan uitgedrukt in mmol/l) en daarna nog maal 1000. Voor het omrekenen van µmol/l naar mg/l moet de concentratie vermenigvuldigd worden met de molaire massa (concentratie dan in µg/l) en daarna gedeeld worden door 1000. Om het omrekenen te vereenvoudigen zijn voor het omrekenen van de concentraties ook de omrekenfactoren gegeven.*

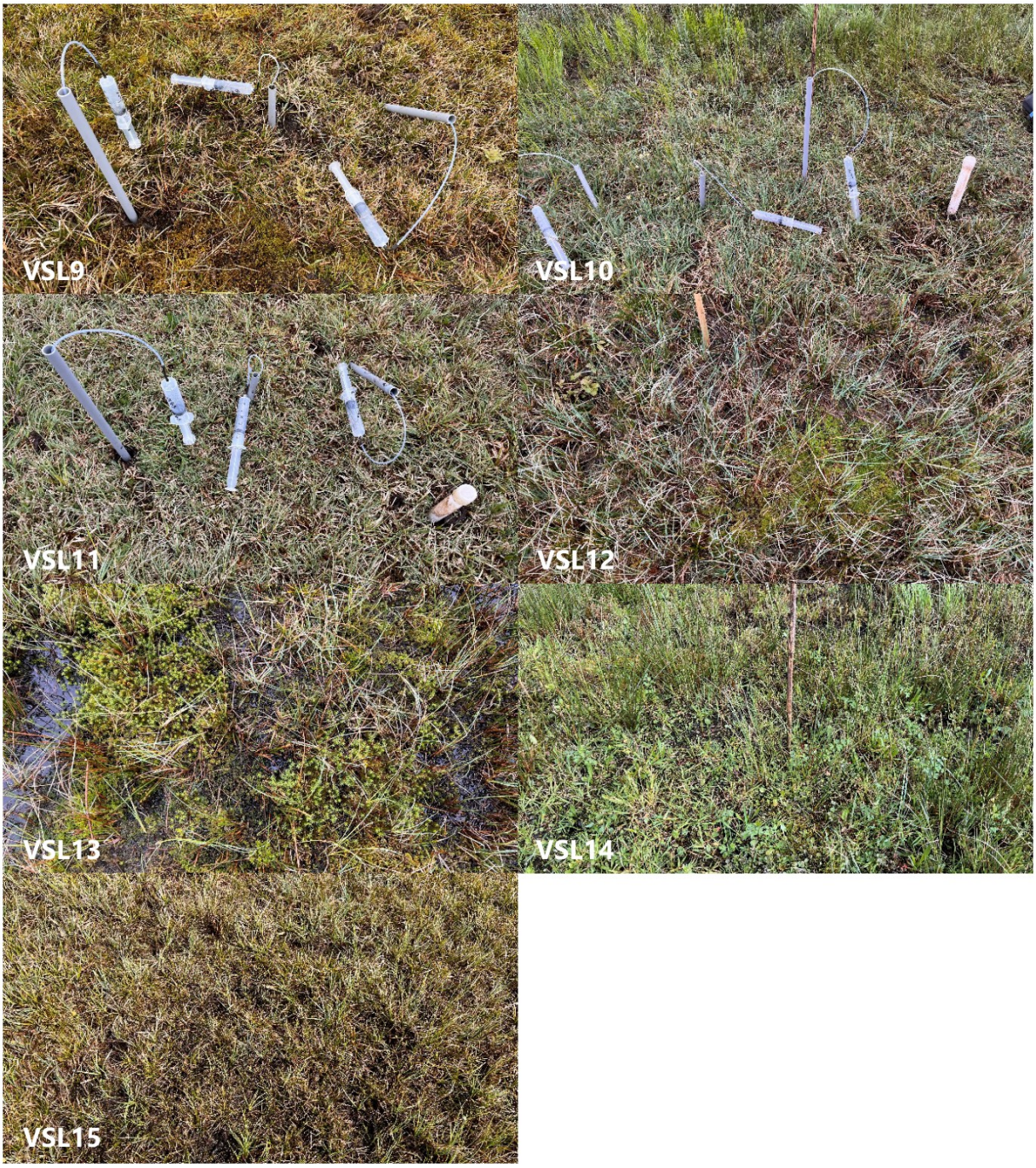
Element	Naam	Molaire massa	Omrekenfactor	
			van mg naar µmol	van µmol naar mg
Ca	Calcium	40,08	24,95010	0,04008
Cl	Chloride	35,45	28,20874	0,03545
Fe	IJzer	55,85	17,90510	0,05585
HCO_3^-	Bicarbonaat	61,02	16,38807	0,06102
H_2S	Waterstofsulfide	34,09	29,33412	0,03409
Mg	Magnesium	24,31	41,13534	0,02431
NH_4^+	Ammonium	18,05	55,40166	0,01805
$N\text{-}NH_4^+$	Stikstof als ammonium	14,01	71,37759	0,01401
NO_3^-	Nitraat	62,01	16,12643	0,06201
$N\text{-}NO_3^-$	Stikstof als nitraat	14,01	71,37759	0,01401
P	Fosfor	30,97	32,28931	0,03097
PO_4^{3-}	Fosfaat	94,97	10,52964	0,09497
$P\text{-}PO_4^{3-}$	Fosfor als fosfaat	30,97	32,28931	0,03097
S	Zwavel	32,06	31,19152	0,03206
SO_4^{2-}	Sulfaat	96,07	10,40908	0,09607

6.2 Bijlage 2: Impressie meetlocaties

6.2.1 Veerslootslanden

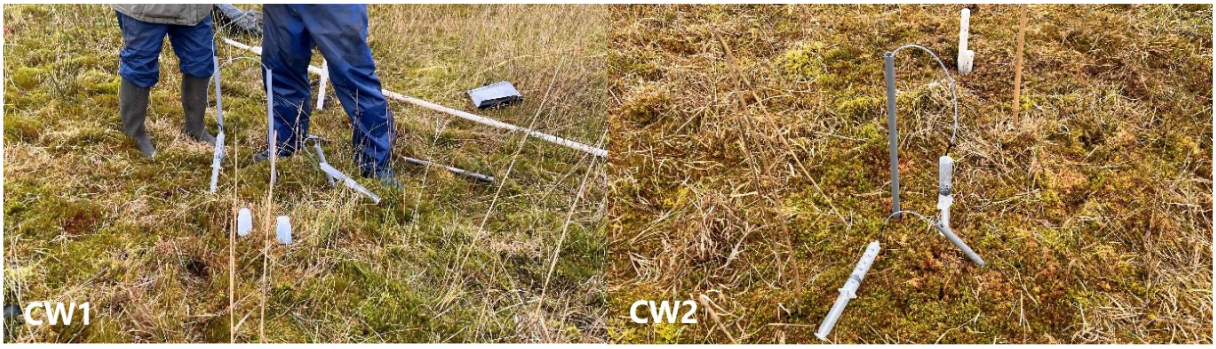
Impressie van meetlocatie VSL1 t/m VSL15 in de Veerslootslanden. Foto's zijn genomen in april 2024 na plaatsing van de keramische cups.




VSL9
VSL10
VSL11
VSL12
VSL13
VSL14
VSL15

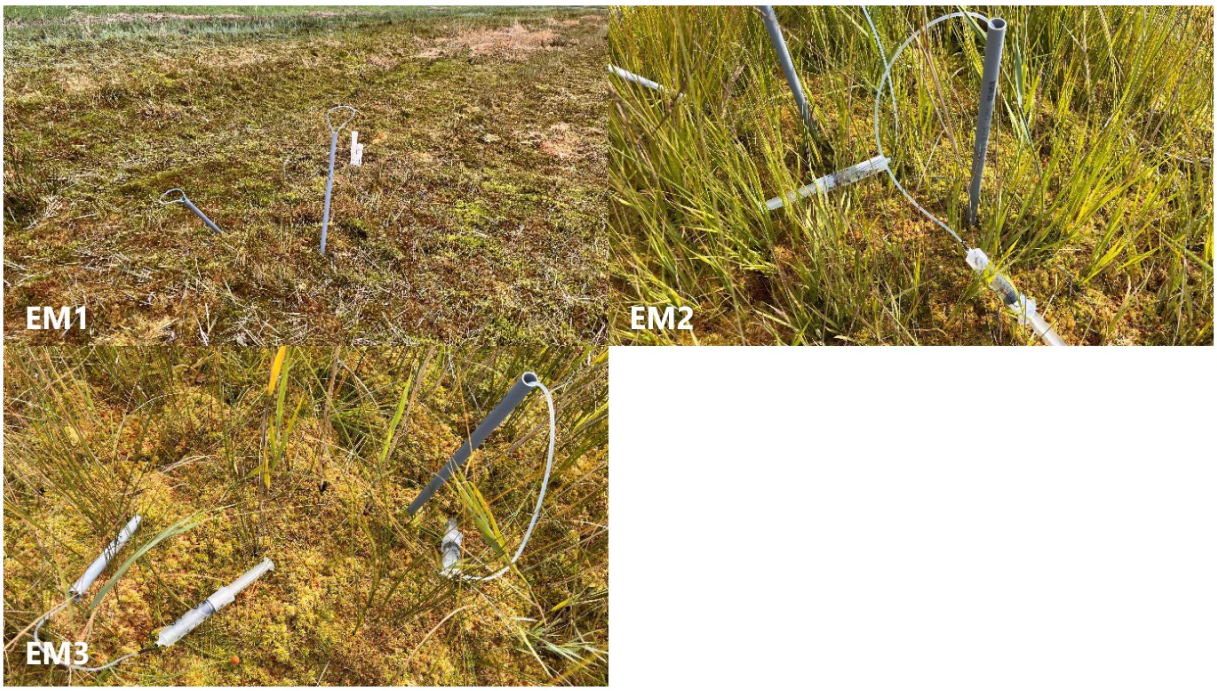
6.2.2 Conradsweg

Impressie van meetlocatie CW1 en CW2 aan de Conradsweg in de Olde Maten. Foto's zijn genomen in april 2024 na plaatsing van de keramische cups.



6.2.3 Ende Maten

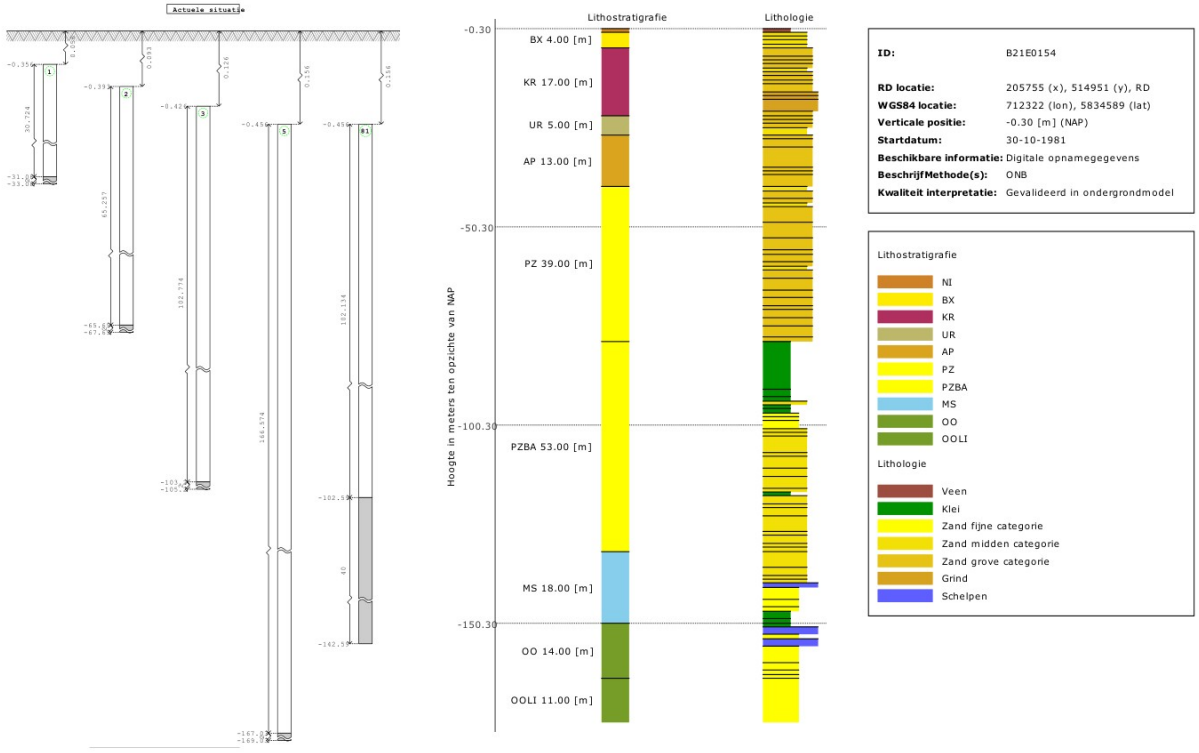
Impressie van meetlocatie EM1 t/m EM3 in de Ende Maten (deelgebied Olde Maten). Foto van locatie EM1 is genomen in april 2024 na plaatsing van de keramische cups en van locatie EM2 en EM3 in augustus 2024.



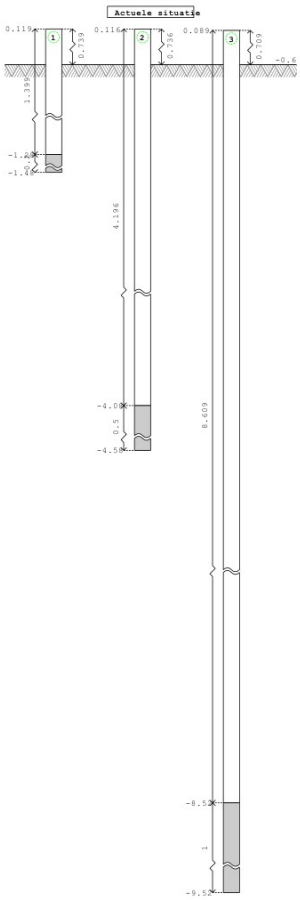
6.3 Bijlage 3: Technische gegevens bemonsterde peilbuizen

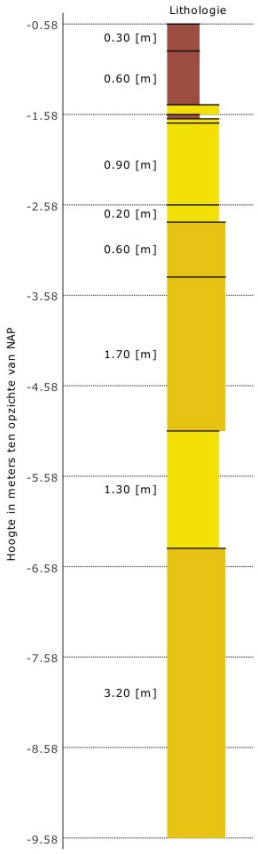
Bron: BRO/DINO

Veerslootslanden: B21E0154 (1 en 2 bemonsterd)



Veerslootslanden: B21E0721 (1 en 2 bemonsterd)





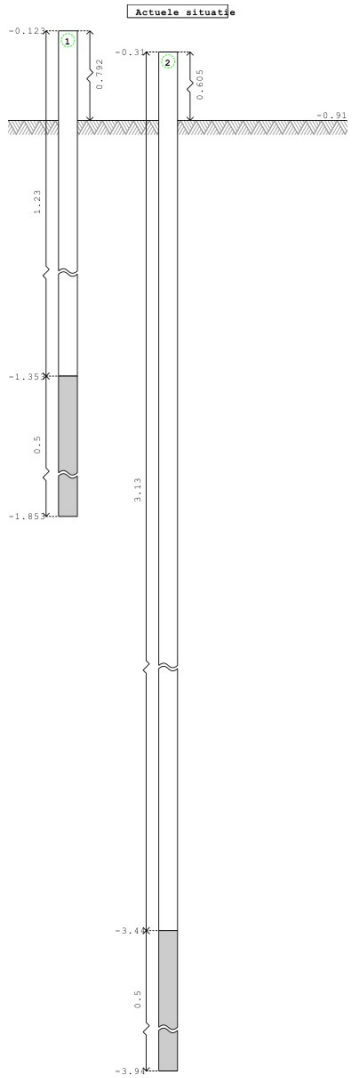
ID: B21E0721

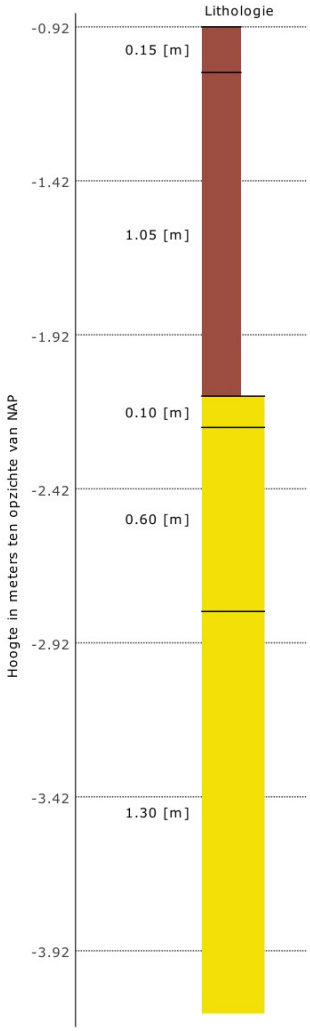
RD locatie: 206079 (x), 515012 (y), RD
WGS84 locatie: 712643 (lon), 5834661 (lat)
Verticale positie: -0.58 [m] (NAP)
Startdatum: 04-08-2015
Beschikbare informatie: Gescande documenten en digitale opnamegegevens
BeschrijfMethode(s): ONB

Lithologie

- Veen
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie

Veerslootslanden: B21E0900



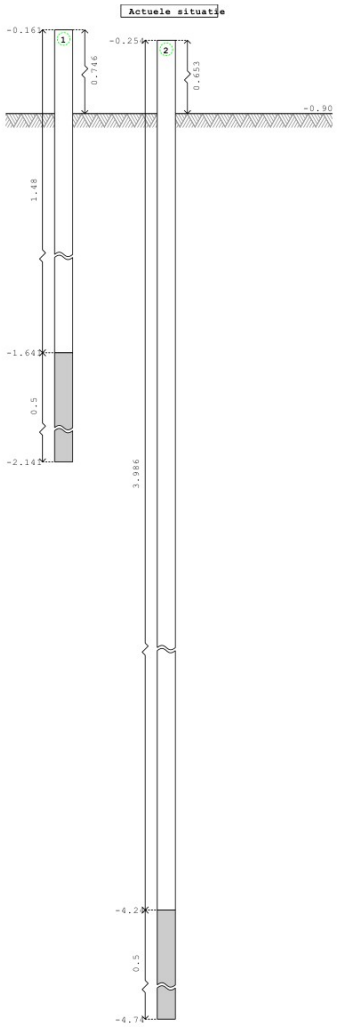


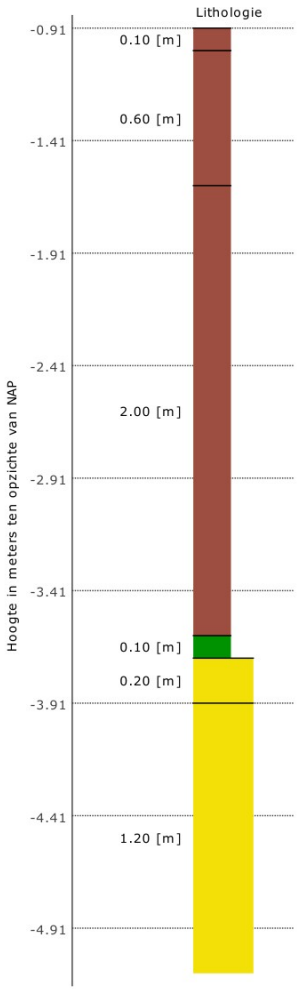
ID:	B21E0900
RD locatie:	205429 (x), 514871 (y), RD
WGS84 locatie:	711998 (lon), 5834498 (lat)
Verticale positie:	-0.92 [m] (NAP)
Startdatum:	25-10-2018
Beschikbare informatie:	Digitale opnamegegevens
BeschrijfMethode(s):	GEF

Lithologie

- Veen
- Zand midden categorie

Conradsweg: B21E0899





ID:	B21E0899
RD locatie:	203787 (x), 516897 (y), RD
WGS84 locatie:	710290 (lon), 5836469 (lat)
Verticale positie:	-0.91 [m] (NAP)
Startdatum:	25-10-2018
Beschikbare informatie:	Digitale opnamegegevens
BeschrijfMethode(s):	GEF

Lithologie

- Veen
- Klei
- Zand midden categorie

B WARE
ONDERZOEKCENTRUM

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]