



Bodem- en hydrochemisch onderzoek randzone Aamsveen



Foto's: Mark van Mullekom

Eindrapportage

Opdrachtgever: Provincie Overijssel • Projectnummer: PR-14.065

Auteurs: Mark van Mullekom, Fons Smolders & Jan Roelofs

Rapportnummer: 2015.32 • Datum: 26.02.2016



Foto: Mark van Mullekom

*Titel rapport:
Bodem- en hydrochemisch onderzoek randzone Aamsveen*

*Auteurs:
Mark van Mullekom, Fons Smolders & Jan Roelofs*

*Opdrachtgever:
Provincie Overijssel*

Rapportnummer: 2015.32

Contactgegevens:

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

Contactpersoon:
Mark van Mullekom
Tel: 024-3652815
m.vanmullekom@b-ware.eu
www.b-ware.eu

Met dank aan: Evi Verbaarschot, Hilde Tomassen, Rick Kuiperij, Emiel Brouwer (Onderzoekcentrum B-WARE), Jan-Willem van 't Hullenaar, Judy Bell (Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar), Loeki van Tweel en Harry Koster (Landschap Overijssel), Bart Timmermans (Louis Bolk Instituut) en Jan Vermeer (Het Veldwerkbureau).

© Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen, 2016.

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----|
| 1. Aanleiding en doel van het onderzoek | 7 |
| 2. Veldwerkzaamheden en monsterlocaties | 11 |
| 2.1. Bodemchemisch onderzoek | 11 |
| 2.2. Hydrochemisch onderzoek | 13 |
| 3. Grondwaterkwaliteit | 17 |
| 4. Referentielocaties | 43 |
| 4.1. Locatie R1 - R2 (deelgebied 2: zuidelijke schraallandrelict) | 43 |
| 4.2. Locatie R3 - R6 (deelgebied 4: grote schraalland) | 46 |
| 4.3. Locatie R7 - R10 (deelgebied 10: noordelijke schraalland) | 51 |
| 4.4. Hydrologie en bodemchemie referentielocaties | 56 |
| 5. Natuurontwikkelingsmogelijkheden per deelgebied | 59 |
| 5.1. Deelgebied 1: ontginningsstroken zuid | 59 |
| 5.2. Deelgebied 2: zuidelijke schraallandrelict | 60 |
| 5.3. Deelgebied 3: grasland zuid | 62 |
| 5.4. Deelgebied 4: grote schraalland | 64 |
| 5.5. Deelgebied 5: natte heide met twee geplagde laagten | 66 |
| 5.6. Deelgebied 6: grasland midden-zuidwest | 67 |
| 5.7. Deelgebied 7: elzenbroekboslaagte | 69 |
| 5.8. Deelgebied 8: grasland midden-noordoost | 72 |
| 5.9. Deelgebied 9: voormalige maisakker | 73 |
| 5.10. Deelgebied 10: noordelijk schraalland | 74 |
| 5.11. Deelgebied 11: grasland noordoost | 75 |
| 5.12. Deelgebied 12: grasland zuidwest | 79 |
| 5.13. Deelgebied 13: graslanden west | 80 |
| 5.14. Deelgebied 14: paardenweide en ruigtestrook | 83 |
| 5.15. Deelgebied 15: geplagde laagte noordwest | 84 |
| 5.16. Deelgebied 16: grasland noordwest | 84 |
| 6. Synthese en inrichtingsadviezen | 87 |
| 7. Literatuur | 93 |
| Bijlage 1. Waterkwaliteit | 95 |
| Bijlage 2. Vegetatieopnames referentielocaties | 99 |
| Bijlage 3. Boorprofielen locatie Bo1 - Bo15 | 101 |
| Bijlage 4. Praktisch uitmijnadvies locatie Bo1 - Bo15 | 107 |

1. Aanleiding en doel van het onderzoek

In het westen van natura2000-gebied Aamsveen ligt het beekdal van de Glanerbeek. In het overgangsgebied tussen het veen en de Glanerbeek, en ook op de westflank van het beekdal, kwamen in het verleden goed ontwikkelde blauwgraslanden en heischrale graslanden voor. De toename van veenmossen en andere zuurminnende soorten, in combinatie met de sterke achteruitgang en zelfs het verdwijnen van kenmerkende, basenminnende soorten van deze graslanden duidt op verzuring.

Vermoed wordt dat deze verzuring het gevolg is van veranderingen in het functioneren van het grondwatersysteem vanwege de inrichtingsmaatregelen die genomen zijn ten behoeve van hoogveenherstel in het oostelijke deel van het Aamsveen. Deze maatregelen zouden hebben geleid tot een grotere invloed van zuur veenwater in het westelijke deel van het natuurgebied ten koste van basenrijker, zwak gebufferd grondwater en van de daarvan afhankelijke heischrale graslanden. Jansen & Loeb (2011) vragen zich echter af of andere wijzigingen in het hydrologisch functioneren van het gebied niet - in ieder geval mede - de oorzaak zijn van de achteruitgang van de vochtige tot natte schraalgraslanden.

Beheerder Harry Koster heeft gemeld (visuele waarneming) dat het overgangsgebied in de eerste helft van de jaren negentig veel natter is geworden, vermoedelijk vooral in samenhang met het toen grotendeels dempen van de sloten in het gebied zelf. Tevens zijn eind 2005/begin 2006 drempels aangelegd in de Glanerbeek. Door het ontbreken van metingen is echter niet bekend welk effect deze maatregelen hebben gehad op de grondwaterstanden in het overgangsgebied.

Om te kunnen bepalen wat de oorzaken van de achteruitgang zijn, en of er (en zo ja, welke) mogelijkheden zijn voor herstel op andere locaties in de randzone van het Aamsveen, is een beter inzicht nodig in het hydro-ecologisch functioneren van dit Natura2000-gebied. De potentiële uittwijklocaties (figuur 1.1) betreffen in de eerste plaats zones die nu begroeid zijn met bos, en in de tweede plaats zones die in landbouwkundig gebruik zijn geweest.



Figuur 1.1. Bossen en voormalige landbouwgronden als potentiële uitbreidingslocaties van het vochtige tot natte schraalland.

Op basis van het bodemtype, de bodemchemie en de te verwachten hydrologische omstandigheden (zowel kwantitatief als kwalitatief) kunnen de kansen voor het herstel of de ontwikkeling van vochtige tot natte schraalgraslanden en geschikte herstelmaatregelen in kaart

worden gebracht. Onderzoekcentrum B-WARE heeft in het kader deze natuurherstel en -ontwikkelingsplannen een hydrochemisch en bodemchemisch onderzoek uitgevoerd in het onderzoeksgebied.

De ecohydrologische systeemanalyse in combinatie met een kwantitatief hydrologisch onderzoek (grondwaterstromingen en stijghoogtes) is uitgevoerd door Ecohydrologisch adviesbureau Bell Hullenaar. Bureau Bell Hullenaar heeft tevens het peilbuisennetwerk geplaatst (figuur 2.3: hoogtekaart met peilbuisraaien). Jan-Willem van 't Hullenaar coördineerde het totale onderzoek en integreert de bevindingen van Onderzoekcentrum B-WARE in het uiteindelijke inrichtingsadvies.

Het onderzoek heeft met name inzicht opgeleverd in de bodemchemie (zowel de fosfaattoestand als de algemene bodemchemie, waaronder de mate van buffering) en de freatische grondwaterkwaliteit. De volgende vragen worden beantwoord per deelonderzoek:

GRONDWATERKWALITEIT

- Wat is de grondwaterkwaliteit en welke trends zijn zichtbaar in/tussen de verschillende raaien en tussen de verschillende meetmomenten?
- Biedt de grondwaterkwaliteit kansen voor de beoogde natuurontwikkeling of vormt deze een risico?

REFERENTIELOCATIES

- Wat is de algemene bodemchemie (o.a. Olsen-P, totaal-P, totaal-Ca, totaal-Fe, percentage organische stof, uitwisselbaar calcium, pH-NaCl, Al/Ca ratio, NH₄/NO₃-ratio, indicatieve basenverzadiging etc.) van de toplaag?
- Is er een verschil in bodemchemie (en grondwaterkwaliteit) tussen de vegetatief goed ontwikkelde referentielocaties en de verzuurde referentielocaties?
- Op welke manier verhouden de bodemchemie en grondwaterkwaliteit zich tot de standplaatseisen van natte schraalgraslanden?
- Op welke manier kunnen de verzuurde locaties worden hersteld?

UITBREIDINGSLOCATIE: VOORMALIGE LANDBOUWGRONDEN

- Wat is de algemene bodemchemie en hoe verloopt deze in de diepte?
- Wat zijn de P-concentraties in de toplaag en hoe lang duurt het om deze te verschrallen?
- Tot op welke diepte is de bodem verrijkt met fosfor en wat is de geadviseerde ontgrondingsdiepte
- Welke natuurpotenties zijn er op basis van de algemene bodemchemie en het bodemtype?
- Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen bij de omvorming van voormalige landbouwgronden naar vochtige tot natte schraalgraslanden?
- Welk grasklaver-mengsel, welk bemestingsadvies (K en/of N) en welk bekalkingsadvies is vereist om optimaal uit te mijnen wanneer gekozen wordt voor een intensief verschrallingsbeheer in plaats van het afgraven van de P-rijke toplaag?

UITBREIDINGSLOCATIE: BOSSEN

- Wat is de algemene bodemchemie en hoe verloopt deze in de diepte?
- Op welke diepte is de bodem geschikt voor de ontwikkeling van een heischraal grasland?

- Welke aanvullende inrichtingsmaatregelen worden aanbevolen (bijvoorbeeld een eenmalige bekalking) bij de omvorming van bossen naar vochtige tot natte schraalgraslanden?

De resultaten van het onderzoek worden op verzoek van de opdrachtgever uitgewerkt per deelgebied.

2. Veldwerkzaamheden en analyses

2.1. Bodemchemisch onderzoek

Monstername

Op 25 september 2014 zijn de referentielocaties bemonsterd door Onderzoekcentrum B-WARE. Hierbij is op 0-10, 10-20, 20-40 en 40-60 cm-mv bodemmateriaal verzameld. De locaties zijn vastgesteld tijdens een veldbezoek op 12 september 2014 met Jan-Willem van 't Hullenaar en Harry Koster (werkzaam bij Landschap Overijssel).

Op 9 april 2015 zijn door dhr. Jan Vermeer van Het Veldwerkbureau de bodemmonsters op locatie Bo1 - Bo15 (de voormalige landbouwgronden) verzameld. Per locatie is op circa 4 dieptes een bodemmonster verzameld (figuur 2.1, links). Globaal zijn 2 monsters in de bouwvoor verzameld en 2 monsters onder de bouwvoor. Lokaal is dieper bemonsterd (80-100 cm-mv). Op basis van het boorprofiel is per locatie de optimale bemonsteringsdiepte vastgesteld. Daarnaast is het profiel beschreven tot 100 cm-mv, de grondwaterstand genoteerd en is, indien waarneembaar in het profiel, de GLG en GHG genoteerd. Op 16 april 2015 zijn op de locaties Bo1 - Bo15 bodemmonsters verzameld van de toplaag (0-25 cm-mv) voor aanvullende analyses ten behoeve van het uitmijadvies.

Op 13 en 14 april 2015 zijn door Onderzoekcentrum B-WARE de locaties Bo16 - Bo39 bemonsterd (vooral bosbodems en graslanden in het natuurgebied). In deelgebied 3 zijn aanvullende bodemmonsters verzameld (0-15 cm-mv) op 4 locaties die worden gedomineerd door Pitrus en 4 locaties die worden gedomineerd door Veldrus. In de bossen is op circa 3 dieptes (0-20, 20-35, 35-50 cm-mv) een bodemmonster verzameld. Lokaal is dieper bemonsterd (80-100 cm-mv). De locaties zijn tijdens een veldbezoek op 10 maart 2015 vastgesteld in overleg met Jan-Willem van 't Hullenaar. De monsterlocaties worden weergegeven in figuur 2.2.

De volgende analyses zijn uitgevoerd op het laboratorium van Onderzoekcentrum B-WARE:

Drooggewicht en organisch stofgehalte

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door een vast volume van het bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes en gedurende minimaal 48 uur te drogen in een stoof bij 60°C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal terug gewogen en het vochtverlies berekend. Dit alles werd in duplo uitgevoerd. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na het drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien van de monsters werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt in dit type bodems goed overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Olsenextractie

Het Olsen-extract werd uitgevoerd ter bepaling van de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat. Hiervoor werd 3 gram droog bodemmateriaal met 60 ml Olsen-extract (0,5 M NaHCO₃ bij pH 8,4) gedurende 30 minuten uitgeschud op een schudmachine bij 105 rpm. Het extract werd vervolgens geanalyseerd op een ICP_AES. Uit onderzoek op voormalige landbouwgebieden is gebleken dat een Olsen-P concentratie van 300 µmol per liter bodem als een grenswaarde kan worden beschouwd waarboven een ernstige verzuuring van de vegetatie optreedt op zand- en

veenbodems. Met name ijzerrijke kleibodems ($> 100 \text{ mmol Fe/l FW}$) binden veel fosfaat. Hierdoor kunnen voor kleibodems en andere ijzer- en/of calciumrijke bodems hogere Olsen-P grenswaarden worden gehanteerd in vergelijking met zand- of veenbodems. Over het algemeen kan op kleiige of (zeer) ijzer- en/of calciumrijke bodems een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van $500\text{-}900 \text{ } \mu\text{mol/l FW}$. Wel zullen dan over het algemeen de wat voedselrijkere natuurdoeltypen tot ontwikkeling komen.

Zoutextractie (alle bodems) en waterextractie (alleen referentielocaties)

In de water- en zoutextracten werd de eerst pH van de bodem bepaald. Hiervoor werd $17,5 \text{ gram}$ verse bodem met 50 ml zoutextract ($0,2\text{M NaCl}$) of 50 ml demiwater gedurende 2 uur geschud op een schudmachine bij 105 rpm . De pH werd gemeten met een HQD pH electrode. De extracten werden gefilterd met behulp van rhizons en het filtraat dat gemeten werd op de ICP wordt aangezuurd en opgeslagen voor analyse. Vervolgens werd de hoeveelheid NO_3 , NH_4 , Al en Ca bepaald, alsmede de hoeveelheid P en kationen, gemeten in het extract op de ICP en Autoanalyser. Bij een zoutextractie worden aan het bodemadsorptiecomplex gebonden ionen verdrongen door natrium en chloride. De aluminium/calcium-ratio geeft een goede indicatie van de buffercapaciteit van de bodem. Bij een waterextractie wordt de labiel gebonden fractie geëxtraheerd.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het bodemmateriaal te bepalen. Dit werd uitgevoerd door het bodemmateriaal na het drogen op 60°C te vermalen. Van het bodemmateriaal werd per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H_2O_2 30%) toegevoegd en de vaatjes werden geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werden de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q water. Analyse vond plaats op de Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-AES; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL).



Figuur 2.1. Foto's de bodembemonstering op voormalige landbouwgronden (links) en het met behulp van een lysimeter verzamelen van bodemvocht op een door Veldrus gedomineerde locatie in deelgebied 3. Foto's Jan Vermeer en Mark van Mullekom.

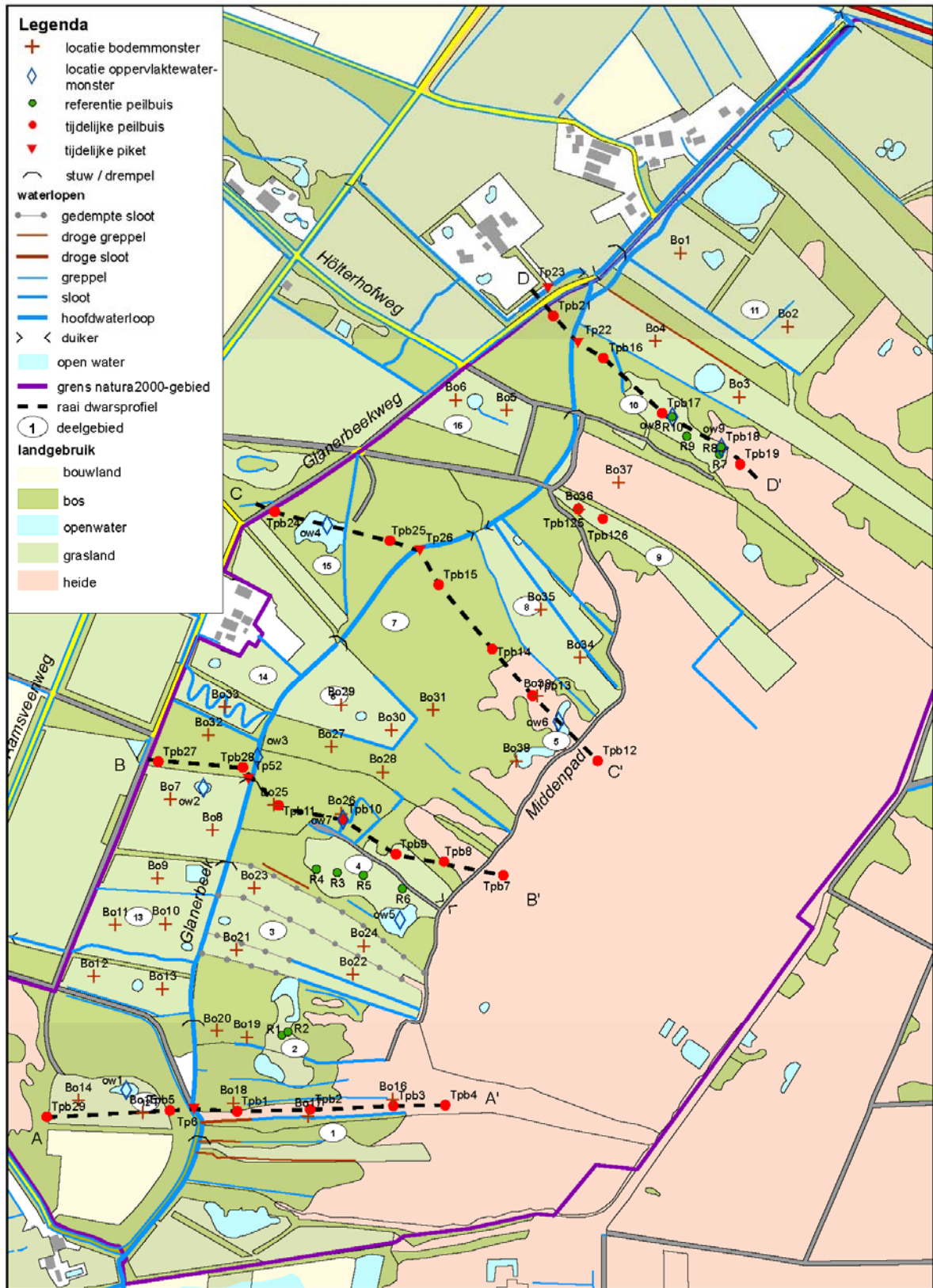
2.2. Hydrochemisch onderzoek

Monstername

Verdeeld over 4 raaien is op 24 locaties (Tbp1-29) grondwater verzameld in 69 peilbuizen. Per locatie zijn over het algemeen 3 peilbuizen (filter op 50, 100 en 200 cm-mv) bemonsterd. Daarnaast zijn de 18 peilbuizen op de 10 referentielocaties (waarbij locatie R8 = Tpb 18) en de 4 extra buizen in deelgebied 9 (Tpb125-126, geplaatst in maart 2015) bemonsterd. Op deze locaties zijn 2 peilbuizen (filter op 50 en 100 cm-mv) geplaatst door Bureau Bell Hullenaar. De peilbuizen zijn bemonsterd op 24 en 25 september 2014 (enkele buizen stonden droog) en op 30 en 31 maart 2015. Bemonstering vond plaats met behulp van een accuboortpomp en een siliconenslang. Tijdens de veldwerkzaamheden op 30 en 31 maart 2015 zijn tevens op 9 locaties oppervlaktewatermonsters verzameld. Op 14 april 2015 zijn in deelgebied 3 bodemvochtmonsters (met lysimeters, figuur 2.1 rechts) verzameld op 4 locaties die worden gedomineerd door Pitrus en 4 locaties die worden gedomineerd door Veldrus.

Watermonsteranalyse

De pH van het water werd gemeten met een standaard Ag/AgCl₂ elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (CO₂ en HCO₃) werd bepaald met behulp van infrarood gas analyse (ABB Advance Optima IRGA) waarna aan de hand van de pH de bicarbonaat- (HCO₃⁻) en kooldioxide-(CO₂)concentraties konden worden berekend op basis van het koolzuurevenwicht. De alkaliniteit van het watermonster werd bepaald door een bekend volume van het monster te titreren met 0,01 M zoutzuuroplossing 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 concentraties natrium (Na⁺) en kalium (K⁺) werden vlamfotometrisch bepaald en de ammonium (NH₄⁺), nitraat (NO₃⁻), fosfaat (PO₄³⁻) en chloride (Cl⁻) concentraties aan de hand van kleurreacties met autoanalyser-technieken (zie ook <http://www.ru.nl/fnwi/gi>). De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), zwavel (S), fosfor (P), ijzer (Fe), mangaan (Mn) en silicium (Si) werden gemeten met behulp van een ICP-OES (zie ook <http://www.ru.nl/fnwi/gi>).



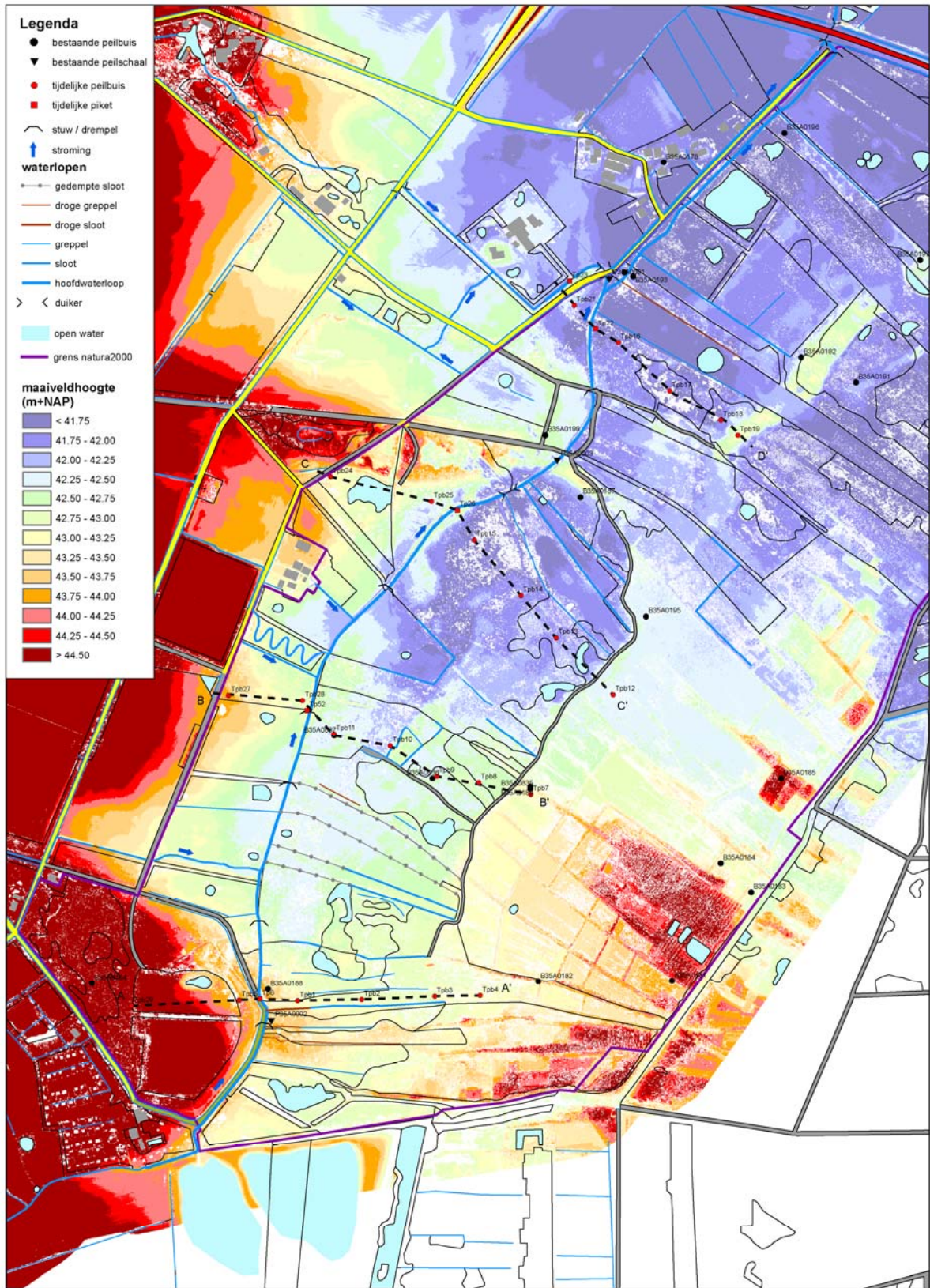
Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

Locaties bodemonsters, oppervlaktewatermonsters,
referentie peilbuizen, tijdelijke peilbuizen en peilschalen

1:6500

Figuur 2.2. Overzicht van de ligging van de monsterlocaties. Bron: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.



Figuur 2.3. Hoogtekaart van het onderzoeksgebied met de ligging van de peilbuisraaien. Bron: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.

3. Grondwaterkwaliteit

De grondwateranalyses worden weergegeven in bijlage 1. In dit hoofdstuk worden de variaties per raai en de ruimtelijke variaties per parameter weergegeven en beknopt toegelicht. De kwantitatieve hydrologie maakt geen onderdeel uit van dit onderzoek waardoor het niet altijd mogelijk is om (alleen op basis van chemische data) harde conclusies te trekken. Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar gebruikt de analyses en de interpretatie bij het opstellen van het uiteindelijke inrichtingsadvies. Helaas zijn er geen analyses beschikbaar uit de periode voor de vernatting van het hoogveen (door middel van het aanleggen van dammen en het ophogen van het middenpad begin jaren '90) en het dempen van de sloten in het gebied.

Uit het grondwaterkwaliteitsonderzoek is het volgende af te leiden:

1. Ondanks de vernatting van het hoogveen (zuur veenwater met een alkaliniteit van 0,0-0,3 meq/l) in het overgangsgebied, is er op korte afstand van het middenpad (peilbuizen Tpb8 en Tpb13) en op de referentielocaties (zie hoofdstuk 4) zeer ondiep in het bodemprofiel (35 tot 50 cm-mv) matig gebufferd grondwater aanwezig (alkaliniteit 0,8-1,2 meq/l, zie figuur 3.14 voor de correlatie met de totaal-Ca+Mg concentratie: deze kationen zijn essentieel voor de aanrijking met basen).

Dicht bij het middenpad is het grondwater in de ondiepe peilbuis (filter op 35-50 cm-mv) op locatie Tpb8 het minst gebufferd (0,6-0,8 meq/l t.o.v. 1,0-1,2 meq/l op 100-200 cm-mv). Dit kan duiden op extra invloed van regenwater in de toplaag waardoor verdunning van het (zwak) gebufferde grondwater plaatsvindt.

In de natte periode (maart 2015) is de alkaliniteit in de ondiepe peilbuis lager (0,6 meq/l) dan in de september (0,8 meq/l; stijghoogte 13-14 cm-mv in de drie peilbuizen). Ditzelfde patroon is zichtbaar op locatie Tpb13: in de natte periode (stijghoogte 3-6 cm-mv in de drie peilbuizen) is de alkaliniteit (en bicarbonaat-, ijzer- en calciumconcentratie) van het grondwater lager (0,2 meq/l) dan in de zomerperiode (1,9 meq/l; stijghoogte 8-17 cm-mv in de drie peilbuizen) Op 35-50 cm-mv. Dit kan erop duiden dat:

- Stagnatie als gevolg van het onvoldoende afvoeren van regenwater (via ondiepe greppels of over maaiveld) leidt tot de vorming van regenwaterlenzen en het 'wegdrukken' van de kwel. Hierdoor komt het zwak gebufferde grondwater niet/onvoldoende in het maaiveld voor de aanrijking met basen (kader 2). Dit speelt vooral een belangrijke rol op locaties waar het grondwater in de toplaag sterk verdund is ten opzichte van het diepere grondwater (bijv. Tpb13).
- De kwelinvloed in het maaiveld onvoldoende is (als gevolg van de drainerende werking van de Glanerbeek, versnelde ontwatering door de landbouw) waardoor regenwater kan infiltreren in de bodem en het grondwater verdund. Lokaal nemen de chloride- en calciumconcentraties op een op 1 meter diepte af in maart t.o.v de metingen in het september. Doordat het grondwater niet hoog en/of lang genoeg in de toplaag van de bodem doordringt om aanrijking van de basenvoorraad te bewerkstelligen (de vereiste periode is afhankelijk van de buffering/Ca+Mg-concentraties) ter compensatie van de zuurvorming die plaatsvindt in de zomerperiode waarbij de toplaag beperkt droogvalt (kader 1).

Doordat in de zomerperiode minder verdunning door regenwater optreedt wordt op beide locaties in september 2014 sterker gebufferd grondwater in de meest ondiepe peilbuis

gemeten. Verdunning door regenwater lijkt dus een belangrijke rol te spelen. In hoeverre dit met onvoldoende afvoer of een te lage kweldruk te maken heeft moet blijken uit de kwantitatieve hydrologische analyse.

Helaas zijn geen analyses van de grondwaterkwaliteit (op verschillende dieptes) beschikbaar voordat de vernatting van het hoogveen en het dempen van de sloten heeft plaatsgevonden. Voor het optreden van eventuele verzuring is niet alleen de mate van buffering van het grondwater van belang maar ook van de periode dat dit grondwater in het maaiveld of de wortelzone komt. Een gebrekkige afvoer van regenwater is dan ook mogelijk niet de enige oorzaak voor de verdunning in de toplaag. Een verminderde grondwaterinvloed in het maaiveld als gevolg van een daling van de lokale en regionale grondwaterstand (afname kweldruk) lijkt op basis van de systeemanalyse ook een belangrijke oorzaak voor de verzuring van de vochtige tot natte schraallanden (zie hoofdstuk 4). Een afname van de stijghoogtes van het grondwater leidt ertoe dat onvoldoende buffering van de toplaag plaatsvindt. Wanneer de buffering (alkaliniteit, bicarbonaat) en de kationenconcentratie (calcium, magnesium) in het ondiepe grondwater de afgelopen jaren is afgenomen (als gevolg van extra verdunning door regenwater en/of veenwater) is dit van invloed op het herstel van de basenvoorraad in de toplaag (aanrijking bodemadsorptiecomplex). Wanneer de waterstanden in de reservaten worden verhoogd, maar de druk van grondwater daarbij niet toeneemt, kan een relatief sterke verdunning van het freatische grondwater met regenwater plaatsvinden en kunnen lokaal ook regenwaterlenzen worden gecreëerd.

2. Het grondwater in het keileem is sterk gebufferd (alkaliniteit 2-12 meq/l, $\pm 2500 \mu\text{mol/l}$ Ca). Op locaties waar het grondwater relatief dicht bij de slecht doorlaatbare keileemlaag (figuur 3.13) stroomt vindt aanrijking met bufferstoffen vanuit de ijzerrijke (291 mmol/l) en calciumhoudende keileemlaag (Ca-totaal: 82 mmol/l en Ca-z: 34062 $\mu\text{mol/l}$: tabel 3.5) plaats, waardoor het grondwater onderin in het zandpakket een alkaliniteit heeft van circa 1,5-2,0 meq/l en een calciumconcentratie van circa 350-850 $\mu\text{mol/l}$ (bijvoorbeeld tPb5-100, Tpb10-100, Tpb14-200). Ondieper in het zandpakket, en op locaties waar een dikker zandpakket op het keileem is afgezet (bijvoorbeeld Raai D-D'), is het grondwater nog steeds gebufferd maar minder sterk: alkaliniteit circa 0,2-1,0 meq/l en calcium $\pm 100-400 \mu\text{mol/l}$. Deze buffering van het grondwater is echter nog steeds voldoende voor de ontwikkeling van heischrale graslanden en zwak gebufferde blauwgraslanden mits er sprake is van een optimale kwantitatieve hydrologie:
 - o Voor de ontwikkeling van vochtige tot natte schraallanden is zwak tot matig gebufferd grondwater vereist;
 - o Het minimale aantal dagen dat grondwaterinvloed in maaiveld/kwelinvoel vereist is voor een voldoende basenaanrijking van de toplaag kan lager zijn wanneer het grondwater sterker gebufferd is (dichter bij de keileem is het grondwater sterker gebufferd).
3. Het grondwater is overwegend arm aan nitraat (figuur 3.7). Dit is gunstig omdat nitraatrijk grondwater weinig opgelost ijzer kan bevatten. Daarnaast kan nitraat veenafbraak stimuleren. Het uittreden van ijzerrijke kwel is gunstig voor de beoogde natuurontwikkeling. Grondwater is echter alleen ijzerrijk ($>50-100 \mu\text{mol/l}$) wanneer het weinig tot geen nitraat bevat (figuur 3.14). Nitraat leidt tot de oxidatie van opgelost ijzer waardoor dit uit het grondwater verdwijnt en neerslaat in de bodem. Alleen op locatie Tpb27 en Tpb 29 (westzijde deelgebied 13) zijn hoge nitraatconcentraties gemeten. Dit is waarschijnlijk het gevolg van uitspoeling uit het aangrenzende landbouwgebied. Door middel van nitrificatie- en denitrificatieprocessen verdwijnt stikstof veelal op een natuurlijke manier uit het systeem.

4. Het grondwater is overwegend sulfaatarm (<200 $\mu\text{mol/l}$; figuur 3.9) tot matig sulfaathoudend (200-500 $\mu\text{mol/l}$). Dit is zeer gunstig voor de beoogde natuurontwikkeling omdat hiermee het risico op afbraak van organisch materiaal en extra fosfaatmobilisatie (onder anaerobe omstandigheden) bij vernatting beperkt is. Vooral op locatie Tpb27, Tpb28 en Tpb11 (raai B) worden hogere sulfaatconcentraties gemeten. Mogelijk is dit het gevolg van pyrietoxidatie door nitraat uit de zone ten westen van deelgebied 13.
5. Het grondwater is matig ijzerhoudend tot ijzerrijk. Dit is positief voor de beoogde natuurontwikkeling. Bij hoge (kwel)fluxen kunnen ook relatief lage ijzerconcentraties een zeer positief effect hebben op de bodemchemische omstandigheden. Wanneer ijzerhoudend, anaeroob grondwater uittreedt in maaiveld vinden oxidatieprocessen plaats en worden ijzer(hydr)oxides in de bodem vastgelegd. Hiermee wordt fosfaat geïmmobiliseerd. Vooral op de (overwegend nitraatrijke) locaties (Tpb29, 5, 27, 28, 21), grenzend aan de westelijke landbouwgronden en locatie Tpb19 (hoge zandkop raai A) worden lage ijzerconcentraties gemeten.
6. De fosfaatconcentraties in het grondwater zijn overwegend laag (<2 $\mu\text{mol/l}$) tot matig hoog (<6 $\mu\text{mol/l}$) en daarmee niet direct een knelpunt voor de beoogde natuurontwikkeling. Opvallend zijn de hogere concentraties die worden gemeten in de oostelijke zone van raai A-A' (Tpb2, 3 en 4) in het zuiden van het onderzoeksgebied. Mogelijke bronnen zijn de landbouw in de directe omgeving (zuidkant) en interne eutrofiëringsprocessen als gevolg van stagnatie in deze (waarschijnlijk vrijwel permanent) natte zone.

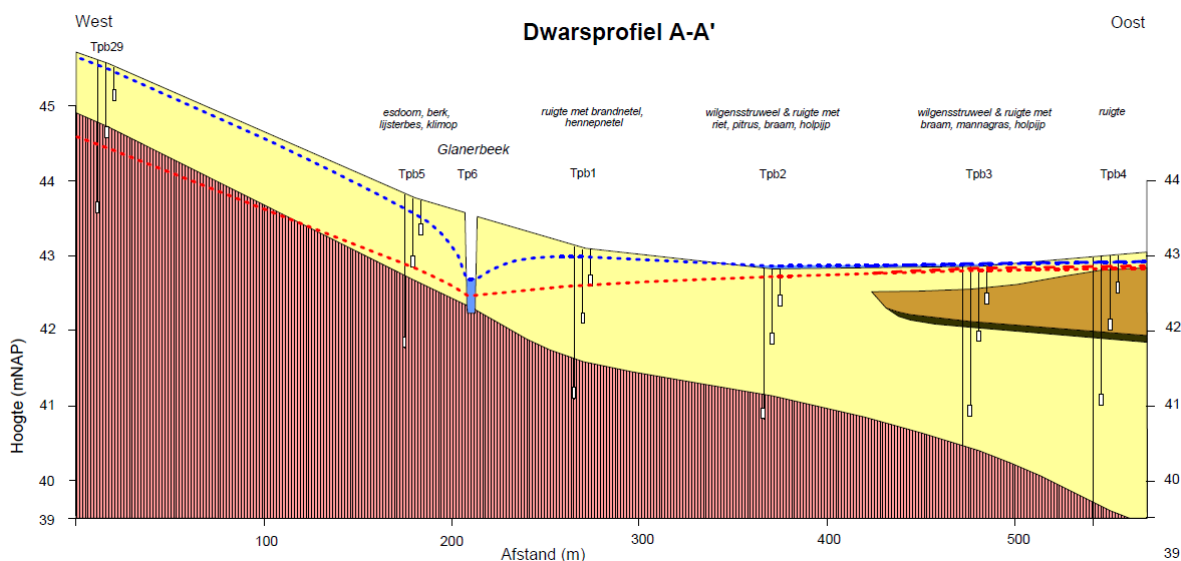
Op basis van de grondwaterkwaliteit worden de volgende maatregelen geadviseerd voor het herstel of de uitbreiding van vochtige tot natte schraallanden in het Aamsveen en bij het eventuele herstel van de centrale slenk:

- De hydrologie van de bestaande vochtige tot natte schraallanden dient te worden geoptimaliseerd. Op eenzelfde wijze dienen de hydrologische omstandigheden op eventuele uitbreidingslocaties te worden ingericht. Er is een toename van de grondwaterinvloed vereist om (verdere) verzuring en de vorming van regenwaterlenzen en zure vegetaties op kansrijke locaties voor (zwak) gebufferde schraallanden tegen te gaan. Dit kan worden gerealiseerd door:
 - o De invloed van grondwater te versterken zodat het grondwater over een groter oppervlak en gedurende een langere periode (circa oktober t/m april) in het maaiveld uittreedt. Door de aanrijking met basen (kader 2) wordt (verdere) verzuring van de toplaag tegen gegaan. Voor heischrale graslanden is het voldoende als zwak-matig gebufferd grondwater nabij maaiveld staat zodat buffering kan plaatsvinden door capillaire opstijging.
 - o Te zorgen voor voldoende afvoer van regenwater middels ondiepe, reguleerbare greppels of via laagtes in het landschap (mits deze laagtes hydrologisch optimaal functioneert). Dit voorkomt niet alleen (lokale) verdunning van grondwater door regenwater maar ook dat het grondwater wordt 'weggedrukt';
 - o Voldoende doorstroming te creëren en droogval van de toplaag in de zomerperiode (kader 1).
- Op de potentiële uitbreidingslocaties is niet alleen het optimaliseren van de hydrologische omstandigheden vereist. Dit dient te gebeuren in combinatie met het creëren van gunstige (P-arme en (zwak)gebufferde) bodemchemische omstandigheden (hoofdstuk 5). Vernatting van P-rijke bodems zal namelijk leiden tot P-mobilisatie en verzuuring.

- Door het afgraven van de voedselrijke toplaag op de voormalige landbouwgronden komt het maaiveld dichterbij het grondwater te liggen. Voorwaarde is echter dat dit geen negatieve hydrologische consequenties (ontwatering) mag hebben voor de vochtige tot natte bestaande natuurterreinen.
- Door het kappen van bos en het afgraven van de voedselrijke toplaag en/of het (sterk) veraarde veen op potentiële uitbreidingslocaties in bossen komt het maaiveld dichterbij het grondwater te liggen. Dit kan gunstig voor de beoogde natuurontwikkeling maar mag geen negatieve hydrologische consequenties (ontwatering) mag hebben voor de vochtige tot natte bestaande natuurterreinen.
- Door de Glanerbeek te verondiepen en te verbreden kan het ontwaterende effect worden beperkt. Dit kan leiden tot een toename van de grondwaterinvloed in de zone met vochtige tot natte schraallanden. Inundatie met fosfaat- en nitraatrijk oppervlaktewater uit de Glanerbeek (paragraaf 5.7) dient te worden voorkomen.
- Wanneer ervoor wordt gekozen een zuidwest-noordoost georiënteerde centrale slenk aan te herstellen is het van belang dat voldoende doorstroming plaatsvindt en dat de afwatering vanuit de te herstellen flanken (landbouwgronden of bossen die kansrijk zijn voor schraallandontwikkeling) optimaal verloopt. Voor het herstellen van de natuurlijke afvoer dienen wallen/blokkades te worden verwijderd. Als aanvulling wordt geadviseerd om enkele greppels (loodrecht op de slenk of beek) te handhaven/herstellen of aan te leggen en peilfluctuaties regelbaar te maken met behulp van stuwtjes. Door het systeem (tot op zekere hoogte) hydrologisch stuurbaar te maken wordt de kans op een succesvolle uitbreiding van het areaal aan vochtige tot natte schraallanden groter.

Het wordt aanbevolen om aanvullende hydrochemische metingen te verrichten om specifiekere aan te kunnen tonen in hoeverre in de wortelzone van de heischrale graslanden/blauwgraslanden (en op andere kansrijke locaties) beïnvloeding door gebufferd grondwater aanwezig is, dan wel sprake is van aanwezigheid van regenwaterlenzen. Hiermee wordt gelijk ook de uitgangssituatie goed vastgelegd, waarmee dus een goede basis wordt gelegd voor het afleiden van de effecten van eventueel te treffen maatregelen. Dit is mogelijk met een eenvoudig onderzoekje op circa 15 locaties, waarbij op elke locatie op drie dieptes (0-10, 20-30 en 40-50 cm -mv) met lysimeters/rhizons bodemvocht wordt verzameld en geanalyseerd. Om ook de lengte van de bufferingsperiode vast te kunnen stellen is het raadzaam in de periode dat het systeem goed op druk is (winterhalfjaar) de metingen 2 keer uit te voeren: een keer aan het begin van deze periode (bijvoorbeeld december/januari) en een keer aan het einde hiervan (eind maart/begin april). De kosten voor deze twee meetrondes op 3 dieptes op 10-15 locaties bedragen circa €10.000.

Tabel 3.1. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raai A. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen). Concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, alkaliniteit in meq/l . Bron dwarsdoorsnede: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.



| pH | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 4,1 | DROOG | 5,6 | ⊗ | 5,9 | 5,9 | 5,9 | 5,5 | 5,8 | 5,4 | 5,1 |
| 100 | DROOG | 4,8 | DROOG | 6,2 | ⊗ | 6,0 | 5,9 | 6,0 | 5,5 | 5,2 | 5,4 | 5,1 |
| 200 | 6,8 | 6,9 | 6,8 | 6,9 | 6,7 | 6,3 | 6,3 | 6,2 | 6,1 | 6,0 | 6,2 | 6,2 |

| Alk | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 0,0 | DROOG | 0,5 | ⊗ | 1,8 | 1,6 | 1,2 | 1,1 | 1,3 | 0,6 | 0,7 |
| 100 | DROOG | 0,3 | DROOG | 1,5 | ⊗ | 1,1 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 1,1 | 0,7 | 0,4 |
| 200 | 3,1 | -- | 5,1 | 5,5 | 1,6 | 1,7 | 2,0 | 1,8 | 2,6 | 1,9 | 1,4 | 1,4 |

| CO ₂ | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----------------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 637 | DROOG | 2023 | ⊗ | 3394 | 4288 | 3166 | 3043 | 3409 | 2893 | 3412 |
| 100 | DROOG | 1656 | DROOG | 2212 | ⊗ | 3244 | 4143 | 3583 | 7047 | 6303 | 3515 | 4666 |
| 200 | 1405 | 1056 | 2165 | 1791 | 637 | 1594 | 2395 | 3061 | 5290 | 4730 | 1995 | 2010 |

| HCO ₃ | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|------------------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 3 | DROOG | 324 | ⊗ | 1182 | 1511 | 1020 | 394 | 937 | 324 | 193 |
| 100 | DROOG | 45 | DROOG | 1418 | ⊗ | 1225 | 1375 | 1381 | 897 | 442 | 359 | 234 |
| 200 | 3386 | 3483 | 5195 | 6014 | 1466 | 1444 | 2048 | 2178 | 2486 | 1853 | 1175 | 1378 |

| Ca | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|------|-------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 70 | DROOG | 200 | ⊗ | 788 | 864 | 858 | 607 | 502 | 469 | 352 |
| 100 | DROOG | 197 | DROOG | 597 | ⊗ | 600 | 626 | 662 | 667 | 513 | 143 | 127 |
| 200 | 1353 | 1427 | 2263 | 2452 | 640 | 639 | 523 | 616 | 834 | 714 | 420 | 498 |

Tabel 3.1-vervolg. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raai A. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen). Concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$.

| Mg | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 30 | DROOG | 68 | ✕ | 105 | 93 | 77 | 95 | 103 | 80 | 71 |
| 100 | DROOG | 44 | DROOG | 119 | ✕ | 103 | 91 | 104 | 160 | 161 | 56 | 56 |
| 200 | 228 | 249 | 241 | 254 | 112 | 107 | 119 | 134 | 179 | 153 | 86 | 91 |

| Fe | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 14 | DROOG | 71 | ✕ | 42 | 114 | 138 | 217 | 137 | 114 | 156 |
| 100 | DROOG | 2 | DROOG | 5 | ✕ | 9 | 115 | 129 | 143 | 137 | 33 | 41 |
| 200 | 9 | 1 | 2 | 2 | 47 | 16 | 43 | 106 | 314 | 225 | 115 | 91 |

| P | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 2,3 | DROOG | 3,7 | ✕ | 4,7 | 9,2 | 7,8 | 22 | 17 | 50 | 74 |
| 100 | DROOG | 0,2 | DROOG | 0,3 | ✕ | 1,3 | 7,8 | 8,2 | 18 | 17 | 7,5 | 9,1 |
| 200 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 7,9 | 1,9 | 3,6 | 9,1 | 41 | 29 | 14 | 9,3 |

| NO ₃ | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----------------|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 78 | DROOG | 4,2 | ✕ | 0,9 | 5,0 | 0,4 | 2,9 | 0,3 | 2,5 | 0,2 |
| 100 | DROOG | 101 | DROOG | 0,4 | ✕ | 0,4 | 0,9 | 0,2 | 2,4 | 0,2 | 1,4 | 0,2 |
| 200 | 0,4 | 1,4 | 1,4 | 0,2 | 5,1 | 1,1 | 1,4 | 2,3 | 2,8 | 10 | 3,9 | 9,5 |

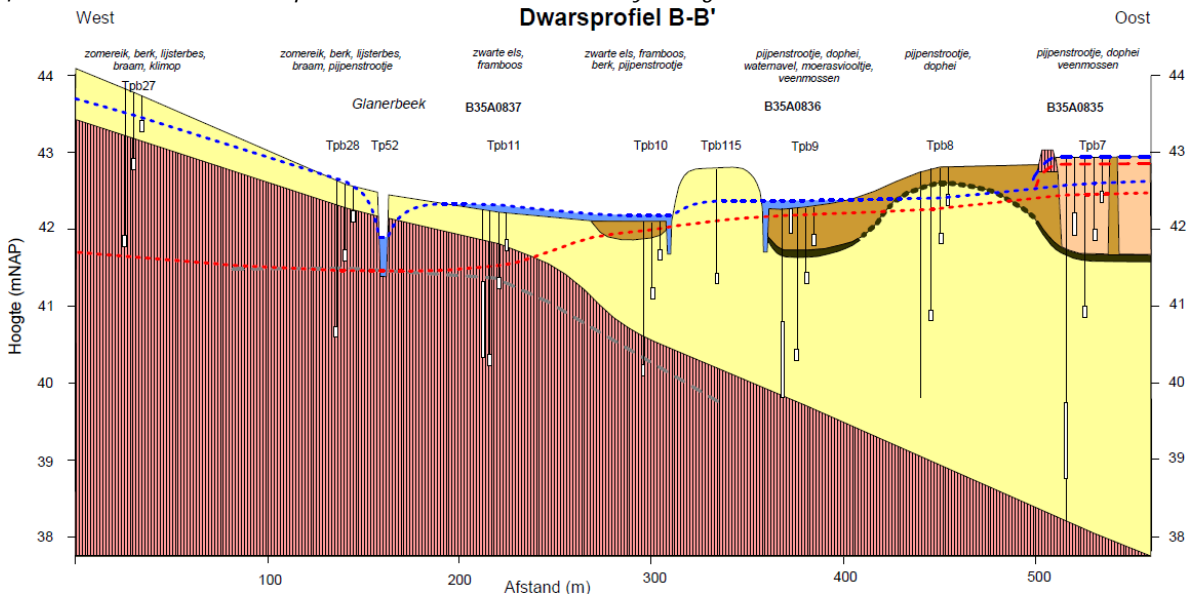
| NH ₄ | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----------------|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 8,9 | DROOG | 38 | ✕ | 28 | 12 | 3,2 | 71 | 123 | 10 | 10 |
| 100 | DROOG | 9,0 | DROOG | 1,0 | ✕ | 4,5 | 5,6 | 6,3 | 46 | 42 | 35 | 9,1 |
| 200 | 8,0 | 43 | 5,9 | 11 | 235 | 204 | 197 | 222 | 204 | 186 | 165 | 114 |

| K | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 75 | DROOG | 27 | ✕ | 25 | 4 | 9 | 20 | 31 | 4 | 10 |
| 100 | DROOG | 19 | DROOG | 33 | ✕ | 26 | 4 | 10 | 10 | 11 | 13 | 14 |
| 200 | 61 | 56 | 51 | 52 | 60 | 54 | 73 | 66 | 67 | 56 | 27 | 30 |

| S | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 73 | DROOG | 89 | ✕ | 101 | 60 | 60 | 56 | 49 | 39 | 30 |
| 100 | DROOG | 171 | DROOG | 124 | ✕ | 149 | 73 | 90 | 51 | 48 | 26 | 24 |
| 200 | 8 | 151 | 684 | 733 | 249 | 181 | 50 | 33 | 55 | 63 | 28 | 27 |

| Cl | Tpb29 | | Tpb5 | | Tpb1 | | Tpb2 | | Tpb3 | | Tpb4 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 228 | DROOG | 201 | ✕ | 168 | 172 | 310 | 536 | 269 | 251 | 155 |
| 100 | DROOG | 406 | DROOG | 147 | ✕ | 141 | 148 | 146 | 397 | 241 | 231 | 194 |
| 200 | 563 | 538 | 670 | 530 | 272 | 190 | 160 | 97 | 400 | 296 | 230 | 168 |

Tabel 3.2. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raai B. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, alkaliniteit in meq/l . Bron dwarsdoorsnede: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.



| pH | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 4,3 | DROOG | 6,2 | DROOG | 6,0 | 5,5 | 5,2 | 5,8 | 5,6 | 5,5 | 5,4 | 4,2 | 4,3 |
| 100 | DROOG | 4,6 | DROOG | 7,0 | 7,2 | 7,0 | 6,3 | 6,2 | 5,9 | 6,1 | 5,9 | 5,9 | 4,1 | 4,4 |
| 200 | DROOG | 7,2 | 7,3 | 7,2 | 7,1 | 6,9 | 6,9 | 6,9 | 6,3 | 6,3 | 6,1 | 6,1 | 5,2 | 5,3 |

| Alk | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|-------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 0,1 | DROOG | 1,3 | DROOG | 1,9 | 0,6 | 0,5 | 1,3 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | --- | 0,1 |
| 100 | DROOG | 0,2 | DROOG | 4,5 | 7,1 | 7,2 | 2,2 | 1,9 | 1,8 | 2,1 | 1,1 | 1,2 | --- | 0,1 |
| 200 | DROOG | 4,8 | 8,8 | 6,9 | 12,6 | 11,1 | 7,6 | 5,8 | 3,4 | 3,1 | 1,1 | 1,0 | 0,6 | 0,4 |

| CO ₂ | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
|-----------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 938 | DROOG | 1748 | DROOG | 3679 | 2639 | 2676 | 3797 | 3913 | 3930 | 3103 | 3961 | 2717 |
| 100 | DROOG | 1217 | DROOG | 994 | 1104 | 1935 | 2041 | 2462 | 4800 | 3545 | 2907 | 1974 | 3522 | 1442 |
| 200 | DROOG | 655 | 1021 | 968 | 2375 | 3214 | 2244 | 1680 | 4447 | 3611 | 1985 | 1555 | 3879 | 2873 |

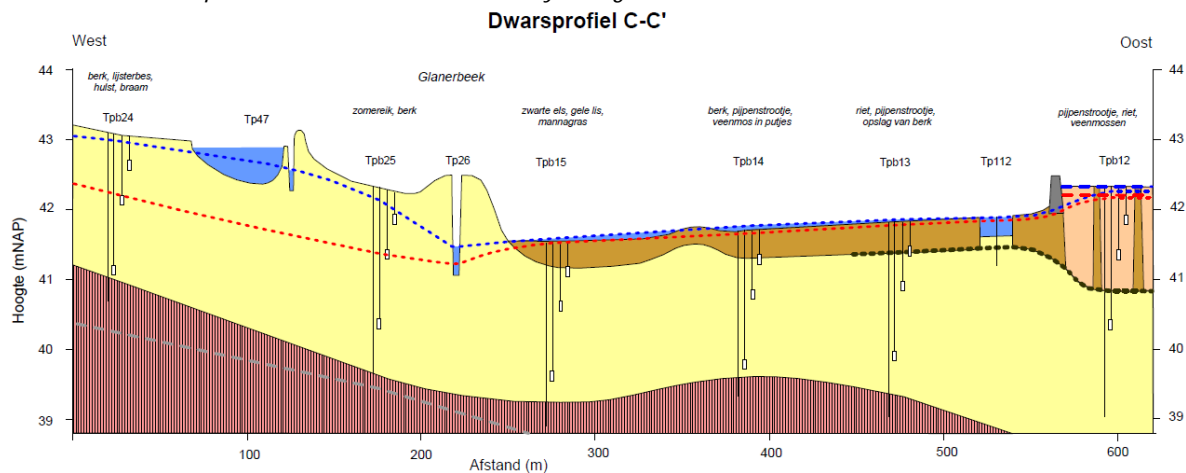
| HCO ₃ | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
|------------------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 8 | DROOG | 1260 | DROOG | 1506 | 352 | 189 | 1100 | 648 | 551 | 355 | 24 | 24 |
| 100 | DROOG | 22 | DROOG | 4311 | 6733 | 7390 | 1807 | 1668 | 1623 | 1819 | 874 | 587 | 18 | 15 |
| 200 | DROOG | 3877 | 8612 | 7078 | 11060 | 11249 | 7330 | 5989 | 3557 | 3278 | 1016 | 827 | 284 | 220 |

| Ca | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
|-----|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|-----|------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 502 | DROOG | 705 | DROOG | 1439 | 384 | 232 | 609 | 470 | 393 | 192 | 59 | 76 |
| 100 | DROOG | 2112 | DROOG | 2254 | 5399 | 5519 | 989 | 846 | 741 | 722 | 339 | 240 | 86 | 62 |
| 200 | DROOG | 12023 | 3935 | 2967 | 6607 | 6582 | 2692 | 2132 | 1233 | 1130 | 386 | 311 | 78 | 76 |

Tabel 3.2 - vervolg. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raai B. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$.

| Mg | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-----|------|------|------|-----|------|-----|
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 154 | DROOG | 96 | DROOG | 171 | 61 | 49 | 73 | 60 | 65 | 41 | 46 | 32 |
| 100 | DROOG | 609 | DROOG | 428 | 521 | 540 | 122 | 107 | 83 | 74 | 58 | 63 | 72 | 42 |
| 200 | DROOG | 2309 | 512 | 337 | 595 | 591 | 322 | 262 | 190 | 178 | 66 | 54 | 44 | 37 |
| Fe | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 11 | DROOG | 30 | DROOG | 148 | 133 | 110 | 102 | 116 | 26 | 31 | 16 | 8,4 |
| 100 | DROOG | 4,0 | DROOG | 1,4 | 3,2 | 31 | 15 | 32 | 97 | 60 | 9,8 | 46 | 36 | 16 |
| 200 | DROOG | 0,5 | 4,8 | 0,7 | 2,1 | 16 | 71 | 72 | 167 | 141 | 44 | 39 | 34 | 25 |
| P | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 0,6 | DROOG | 1,6 | DROOG | 3,5 | 2,5 | 2,5 | 1,7 | 1,0 | 3,4 | 4,1 | 2,3 | 1,6 |
| 100 | DROOG | 0,2 | DROOG | 0,4 | 0,4 | 2,5 | 0,7 | 0,8 | 2,5 | 1,0 | 0,6 | 0,4 | 5,2 | 3,6 |
| 200 | DROOG | 0,8 | 1,0 | 0,4 | 0,4 | 1,3 | 0,7 | 1,1 | 9,4 | 7,3 | 6,4 | 3,8 | 1,3 | 0,6 |
| NO ₃ | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 328 | DROOG | 7,1 | DROOG | 2,3 | 2,7 | 1,2 | 1,4 | 0,5 | 1,9 | 0,5 | 3,6 | 7,7 |
| 100 | DROOG | 221 | DROOG | 3,4 | 1,5 | 0,7 | 1,7 | 1,2 | 1,2 | 4,1 | 1,0 | 1,1 | 11 | 5,3 |
| 200 | DROOG | 47 | 0,3 | 0,9 | 0,8 | 6,1 | 2,2 | 1,5 | 1,2 | 15,1 | 0,8 | 2,8 | 0,9 | 3,7 |
| NH ₄ | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 9,4 | DROOG | 14 | DROOG | 16 | 32 | 47 | 9,2 | 4,3 | 34 | 23 | 10 | 22 |
| 100 | DROOG | 1,4 | DROOG | 14 | 6,3 | 21 | 7,9 | 5,2 | 2,9 | 19 | 31 | 36 | 28 | 45 |
| 200 | DROOG | 1,9 | 7,2 | 21 | 6,0 | 6,6 | 239 | 145 | 65 | 43 | 43 | 37 | 19 | 19 |
| K | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 98 | DROOG | 8 | DROOG | 17 | 11 | 22 | 5 | 9 | 6 | 10 | 5 | 17 |
| 100 | DROOG | 13 | DROOG | 9 | 77 | 55 | 5 | 10 | 5 | 10 | 6 | 11 | 8 | 13 |
| 200 | DROOG | 47 | 106 | 46 | 298 | 270 | 86 | 65 | 35 | 32 | 15 | 18 | 4 | 10 |
| S | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 421 | DROOG | 127 | DROOG | 566 | 56 | 39 | 40 | 43 | 48 | 29 | 46 | 40 |
| 100 | DROOG | 1054 | DROOG | 659 | 2268 | 2181 | 120 | 119 | 36 | 29 | 22 | 21 | 33 | 29 |
| 200 | DROOG | 3782 | 932 | 476 | 1878 | 1883 | 19 | 16 | 31 | 31 | 25 | 22 | 20 | 17 |
| Cl | Tpb27 | | Tpb28 | | Tpb11 | | Tpb10 | | Tpb9 | | Tpb8 | | Tpb7 | |
| diepte | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 1340 | DROOG | 652 | DROOG | 1498 | 413 | 325 | 162 | 139 | 215 | 133 | 279 | 143 |
| 100 | DROOG | 6234 | DROOG | 1694 | 3384 | 3126 | 319 | 279 | 227 | 142 | 213 | 145 | 526 | 270 |
| 200 | DROOG | 26770 | 845 | 649 | 2464 | 2402 | 533 | 368 | 263 | 195 | 208 | 129 | 86 | 140 |

Tabel 3.3. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raai C. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, alkaliniteit in meq/l. Bron dwarsdoorsnede: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.



| pH | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 4,3 | DROOG | 4,4 | 5,2 | 5,2 | 4,3 | 4,5 | 5,7 | 5,3 | 4,5 | 5,0 |
| 100 | DROOG | 4,7 | DROOG | 4,6 | 5,3 | 5,4 | 5,2 | 5,3 | 5,6 | 5,7 | 4,9 | 5,2 |
| 200 | 6,7 | 6,4 | 5,1 | 4,9 | 6,0 | 6,0 | 5,9 | 6,0 | 6,2 | 6,2 | 5,7 | 5,8 |

| Alk | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 0,1 | DROOG | 0,1 | 0,7 | 0,7 | 0,1 | 0,3 | 1,9 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 100 | DROOG | 0,1 | DROOG | 0,1 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 0,9 | 0,5 | 0,3 |
| 200 | 1,7 | 1,5 | 0,3 | 0,3 | 1,5 | 1,1 | 1,4 | 1,5 | 2,7 | 2,2 | 0,8 | 0,5 |

| CO ₂ | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|-----------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 1818 | DROOG | 1589 | 4554 | 5637 | 2902 | 2535 | 4480 | 369 | 2416 | 1048 |
| 100 | DROOG | 1945 | DROOG | 1469 | 4155 | 4712 | 4985 | 6183 | 4437 | 3328 | 4446 | 1194 |
| 200 | 776 | 1005 | 1508 | 1020 | 3321 | 2663 | 3503 | 3506 | 4472 | 3778 | 3430 | 2195 |

| HCO ₃ | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|------------------|-------|------|-------|-----|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 16 | DROOG | 16 | 282 | 412 | 27 | 35 | 1008 | 28 | 32 | 40 |
| 100 | DROOG | 39 | DROOG | 24 | 339 | 442 | 310 | 511 | 667 | 705 | 145 | 78 |
| 200 | 1471 | 1162 | 84 | 35 | 1243 | 1058 | 1255 | 1306 | 2969 | 2590 | 675 | 554 |

| Ca | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | 244 | DROOG | 56 | 485 | 461 | 172 | 177 | 337 | 50 | 258 | 370 |
| 100 | DROOG | 267 | DROOG | 46 | 549 | 511 | 198 | 231 | 343 | 290 | 302 | 359 |
| 200 | 913 | 801 | 113 | 106 | 1094 | 986 | 345 | 366 | 907 | 730 | 338 | 188 |

Tabel 3.3-vervolg. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raaf C. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$.

| Mg | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|--------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 80 | DROOG | 31 | 83 | 85 | 48 | 48 | 94 | 10 | 64 | 68 |
| 100 | DROOG | 95 | DROOG | 21 | 120 | 114 | 52 | 55 | 94 | 84 | 113 | 58 |
| 200 | 166 | 149 | 33 | 30 | 194 | 181 | 75 | 74 | 192 | 158 | 74 | 39 |

| Fe | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|--------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 1,7 | DROOG | 50 | 268 | 230 | 128 | 92 | 40 | 7,6 | 72 | 55 |
| 100 | DROOG | 115 | DROOG | 68 | 266 | 252 | 75 | 53 | 75 | 51 | 91 | 17 |
| 200 | 27 | 26 | 74 | 45 | 403 | 252 | 93 | 86 | 121 | 96 | 92 | 30 |

| P | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|--------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 0,2 | DROOG | 0,3 | 2,5 | 2,3 | 6,4 | 3,0 | 0,9 | 0,5 | 26 | 1,3 |
| 100 | DROOG | 0,5 | DROOG | 0,2 | 2,4 | 1,8 | 1,7 | 0,8 | 4,7 | 1,6 | 1,2 | 0,5 |
| 200 | 0,7 | 0,3 | 1,1 | 0,2 | 5,1 | 2,4 | 3,5 | 3,6 | 1,4 | 1,0 | 2,2 | 0,5 |

| NO ₃ | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|-----------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 8,3 | DROOG | 0,0 | 2,3 | 1,9 | 1,8 | 0,5 | 1,4 | 1,1 | 0,8 | 3,6 |
| 100 | DROOG | 0,8 | DROOG | 0,4 | 1,7 | 0,7 | 1,5 | 0,6 | 1,4 | 0,5 | 2,6 | 19 |
| 200 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,7 | 0,5 | 1,4 | 1,3 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 14 |

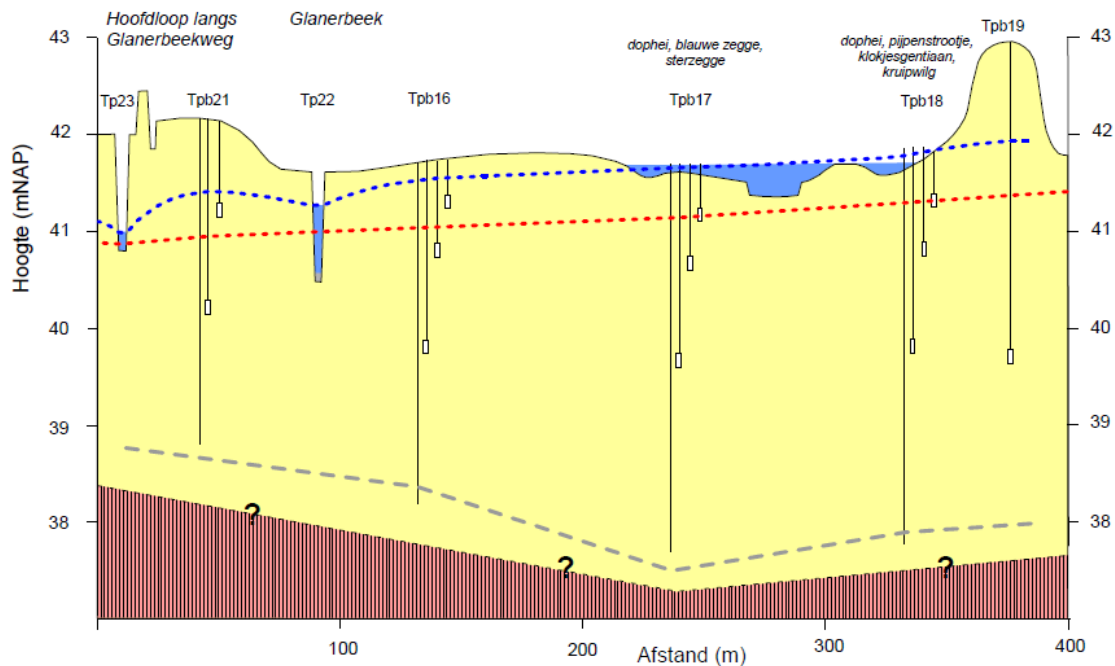
| NH ₄ | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|-----------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 2,9 | DROOG | 8,7 | 32 | 51 | 29 | 13 | 2,9 | 8,0 | 24 | 1,5 |
| 100 | DROOG | 24 | DROOG | 15 | 16 | 16 | 11 | 11 | 3,0 | 0,3 | 4,3 | 40 |
| 200 | 9,3 | 0,1 | 7,5 | 8,0 | 154 | 125 | 101 | 76 | 1,6 | 0,9 | 1,8 | 24 |

| K | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|--------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 62 | DROOG | 29 | 11 | 15 | 8 | 12 | 5 | 10 | 27 | 16 |
| 100 | DROOG | 91 | DROOG | 20 | 5 | 10 | 5 | 11 | 4 | 9 | 8 | 23 |
| 200 | 100 | 56 | 55 | 19 | 30 | 32 | 21 | 24 | 5 | 9 | 5 | 12 |

| S | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|--------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 385 | DROOG | 176 | 196 | 213 | 86 | 61 | 22 | 20 | 76 | 125 |
| 100 | DROOG | 426 | DROOG | 153 | 343 | 284 | 58 | 36 | 37 | 30 | 50 | 102 |
| 200 | 395 | 427 | 183 | 161 | 1071 | 970 | 18 | 24 | 14 | 15 | 38 | 23 |

| Cl | Tpb24 | | Tpb25 | | Tpb15 | | Tpb14 | | Tpb13 | | Tpb12 | |
|--------|-------|------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| diepte | | | | | | | | | | | | |
| 50 | DROOG | 1213 | DROOG | 591 | 549 | 359 | 524 | 319 | 203 | 106 | 253 | 237 |
| 100 | DROOG | 1138 | DROOG | 621 | 569 | 479 | 467 | 399 | 89 | 68 | 203 | 198 |
| 200 | 929 | 913 | 555 | 620 | 577 | 499 | 315 | 284 | 167 | 113 | 126 | 112 |

Tabel 3.4. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raai D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (geel = zand). Concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, alkaliniteit in meq/l . Bron dwarsdoorsnede: Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar. Tpb 19*: filter op $\pm 300\text{ cm}$ ($\pm 40\text{ mNAP}$).



| pH | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | DROOG | DROOG | 5,0 | DROOG | 5,6 | 6,0 | 5,4 | DROOG | DROOG |
| 100 | DROOG | 6,3 | 4,9 | 4,9 | 5,6 | 5,7 | 5,6 | 6,0 | DROOG | DROOG |
| 200 | 6,8 | 6,7 | 5,8 | 6,1 | 5,6 | 5,7 | 5,7 | 6,0 | 5,7 | 5,7 |

| Alk | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | DROOG | DROOG | 0,5 | DROOG | 1,2 | 0,7 | 0,5 | DROOG | DROOG |
| 100 | DROOG | 1,1 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 1,0 | DROOG | DROOG |
| 200 | 2,6 | 2,6 | 0,5 | 0,7 | 0,8 | 1,0 | 0,7 | 1,0 | 0,5 | 0,6 |

| CO ₂ | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|-------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | DROOG | DROOG | 1286 | DROOG | 3061 | 1095 | 1668 | DROOG | DROOG |
| 100 | DROOG | 810 | 2234 | 1081 | 2967 | 2290 | 3103 | 1807 | DROOG | DROOG |
| 200 | 885 | 1139 | 1237 | 1232 | 2885 | 2380 | 1993 | 1578 | 952 | 712 |

| HCO ₃ | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | DROOG | DROOG | 54 | DROOG | 517 | 446 | 175 | DROOG | DROOG |
| 100 | DROOG | 722 | 69 | 39 | 503 | 508 | 530 | 725 | DROOG | DROOG |
| 200 | 2292 | 2288 | 311 | 576 | 506 | 540 | 463 | 643 | 208 | 160 |

| Ca | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-------|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | DROOG | DROOG | DROOG | 106 | DROOG | 218 | 261 | 51 | DROOG | DROOG |
| 100 | DROOG | 424 | 77 | 78 | 229 | 212 | 221 | 256 | DROOG | DROOG |
| 200 | 728 | 677 | 284 | 402 | 300 | 291 | 179 | 271 | 85 | 74 |

Tabel 3.4-vervolg. Overzicht van de variatie in grondwaterkwaliteit in september 2014 en maart 2015 per parameter in raai D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (geel = zand). Tpb 19*: filter op ±300 cm (±40 mNAP). Concentraties worden weergegeven in µmol/l.

| Mg | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 36 | DROOG | 21 | 15 | 4 | | |
| 100 | DROOG | 23 | 23 | 32 | 32 | 27 | 25 | 47 | | |
| 200 | 200 | 215 | 49 | 46 | 36 | 34 | 23 | 31 | 15 | 13 |

| Fe | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 55 | DROOG | 212 | 9,4 | 66 | | |
| 100 | DROOG | 8,5 | 110 | 75 | 47 | 38 | 22 | 23 | | |
| 200 | 16 | 17 | 44 | 23 | 28 | 34 | 10 | 10 | 13 | 11 |

| P | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 0,9 | DROOG | 0,4 | 1,0 | 0,4 | | |
| 100 | DROOG | 0,7 | 2,2 | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 1,6 | 0,2 | | |
| 200 | 9,0 | 8,5 | 4,5 | 4,1 | 1,3 | 0,8 | 3,6 | 1,2 | 3,1 | 3,0 |

| NO ₃ | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 13 | DROOG | 0,2 | 0,5 | 0,5 | | |
| 100 | DROOG | 6,3 | 0,8 | 1,4 | 1,2 | 0,3 | 0,8 | 0,2 | | |
| 200 | 0,4 | 14 | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,1 | 1,3 | 0,0 | 0,6 | 1,0 |

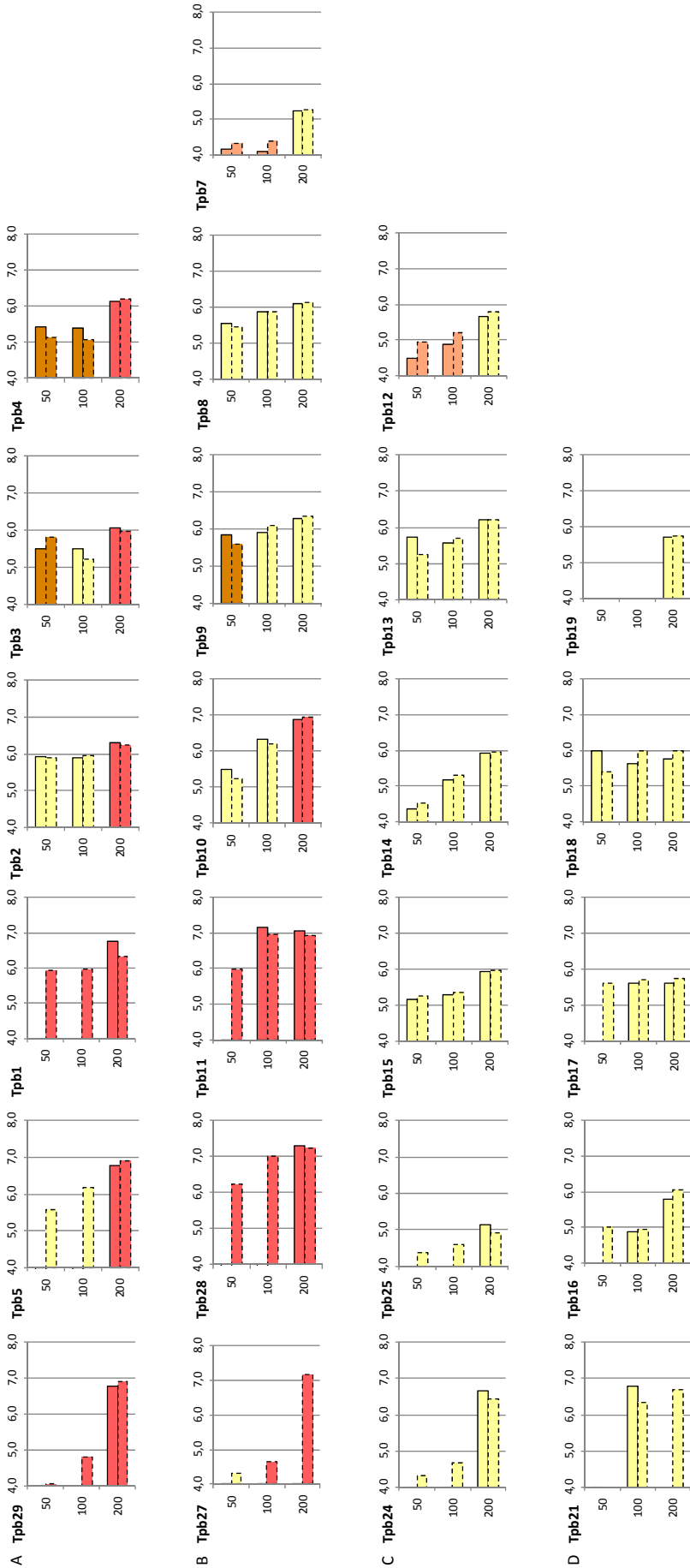
| NH ₄ | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 31 | DROOG | 7,8 | 3,6 | 2,0 | | |
| 100 | DROOG | 0,7 | 7,8 | 47 | 16 | 8,1 | 3,4 | 2,2 | | |
| 200 | 28 | 63 | 24 | 38 | 13 | 7,5 | 4,1 | 1,9 | 4,9 | 3,9 |

| K | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 31 | DROOG | 10 | 4 | 9 | | |
| 100 | DROOG | 16 | 5 | 15 | 5 | 9 | 5 | 9 | | |
| 200 | 1225 | 940 | 7 | 16 | 6 | 11 | 5 | 9 | 9 | 14 |

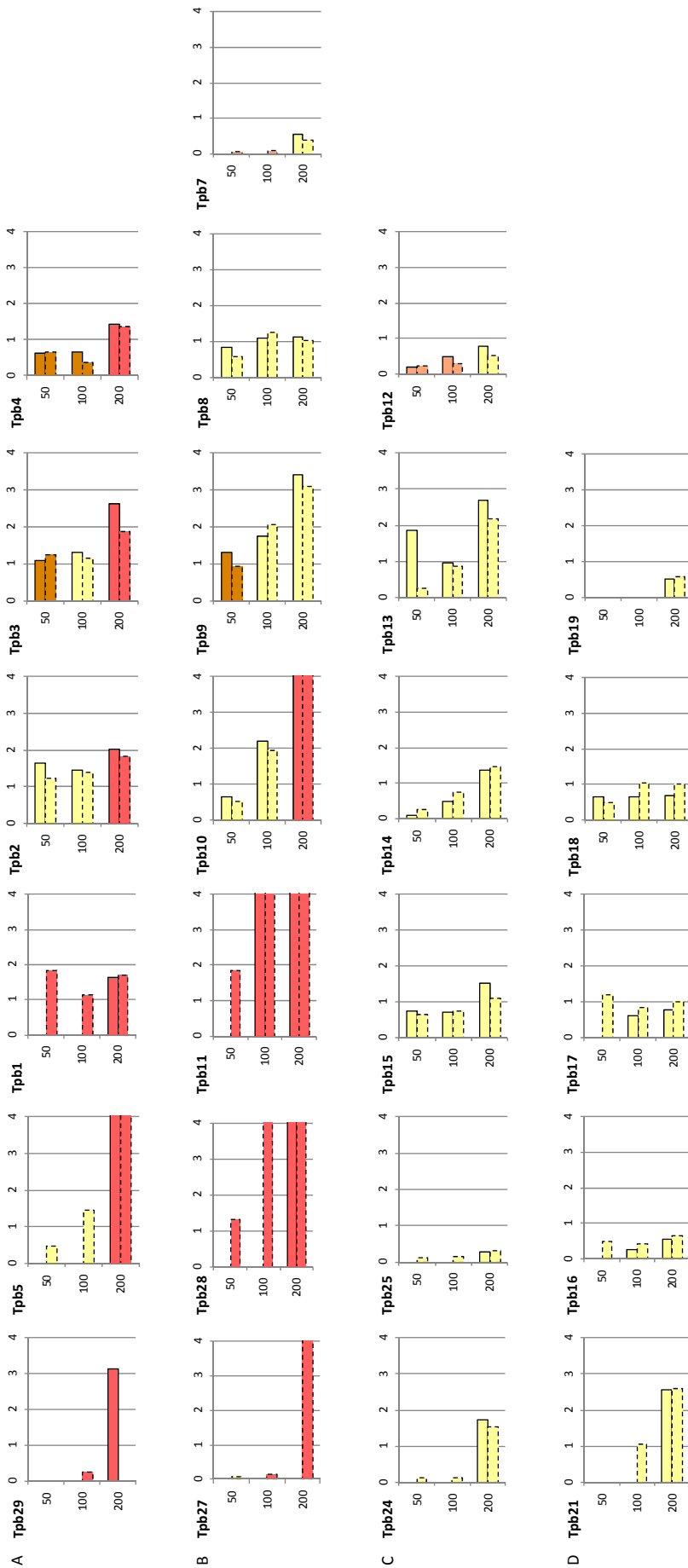
| S | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 79 | DROOG | 32 | 26 | 10 | | |
| 100 | DROOG | 94 | 95 | 115 | 39 | 35 | 36 | 30 | | |
| 200 | 344 | 249 | 132 | 120 | 49 | 45 | 29 | 47 | 27 | 31 |

| Cl | Tpb21 | | Tpb16 | | Tpb17 | | Tpb18 | | Tpb19* | |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt | sept | mrt |
| 50 | | | DROOG | 484 | DROOG | 199 | 55 | 72 | | |
| 100 | DROOG | 244 | 600 | 428 | 180 | 211 | 98 | 51 | | |
| 200 | 751 | 842 | 599 | 574 | 388 | 295 | 103 | 42 | 73 | 41 |

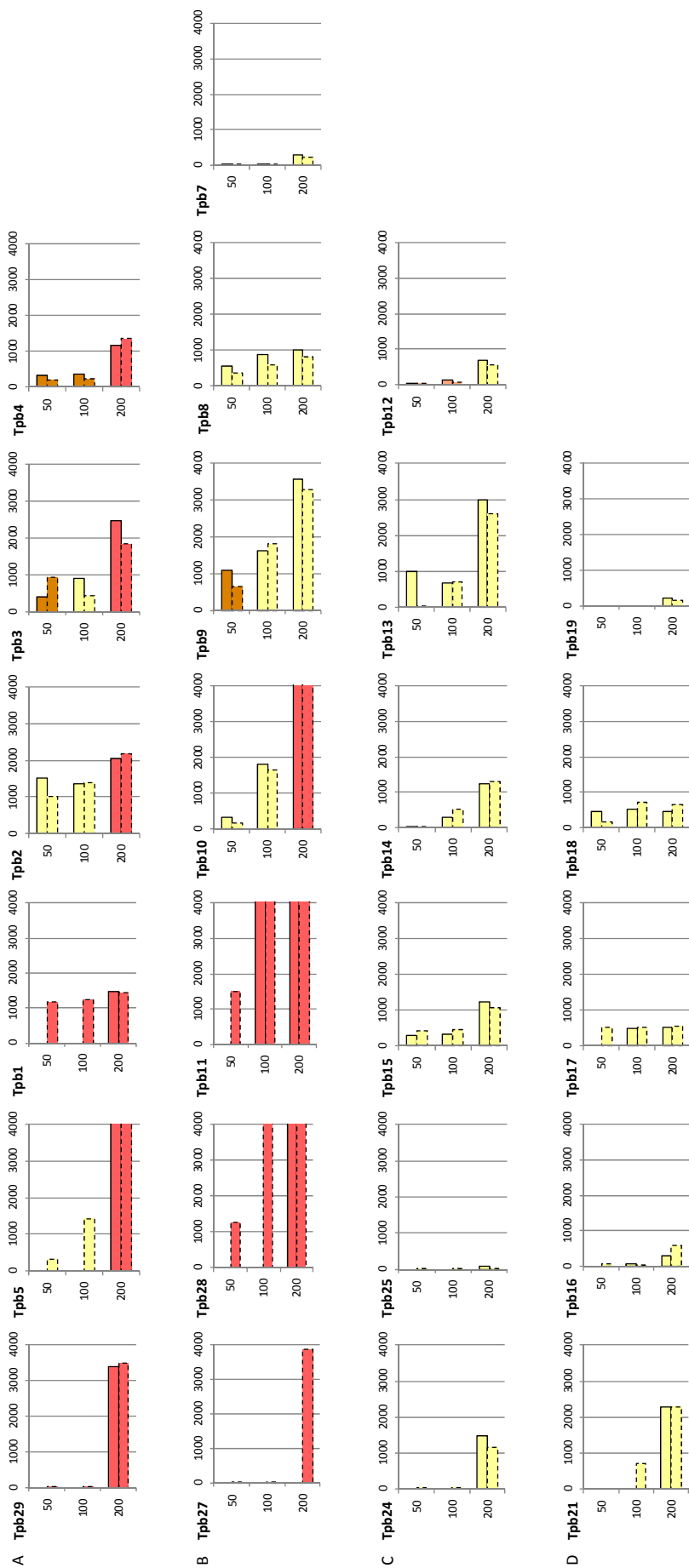
Figuur 3.1. Overzicht van de variatie in pH van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming).



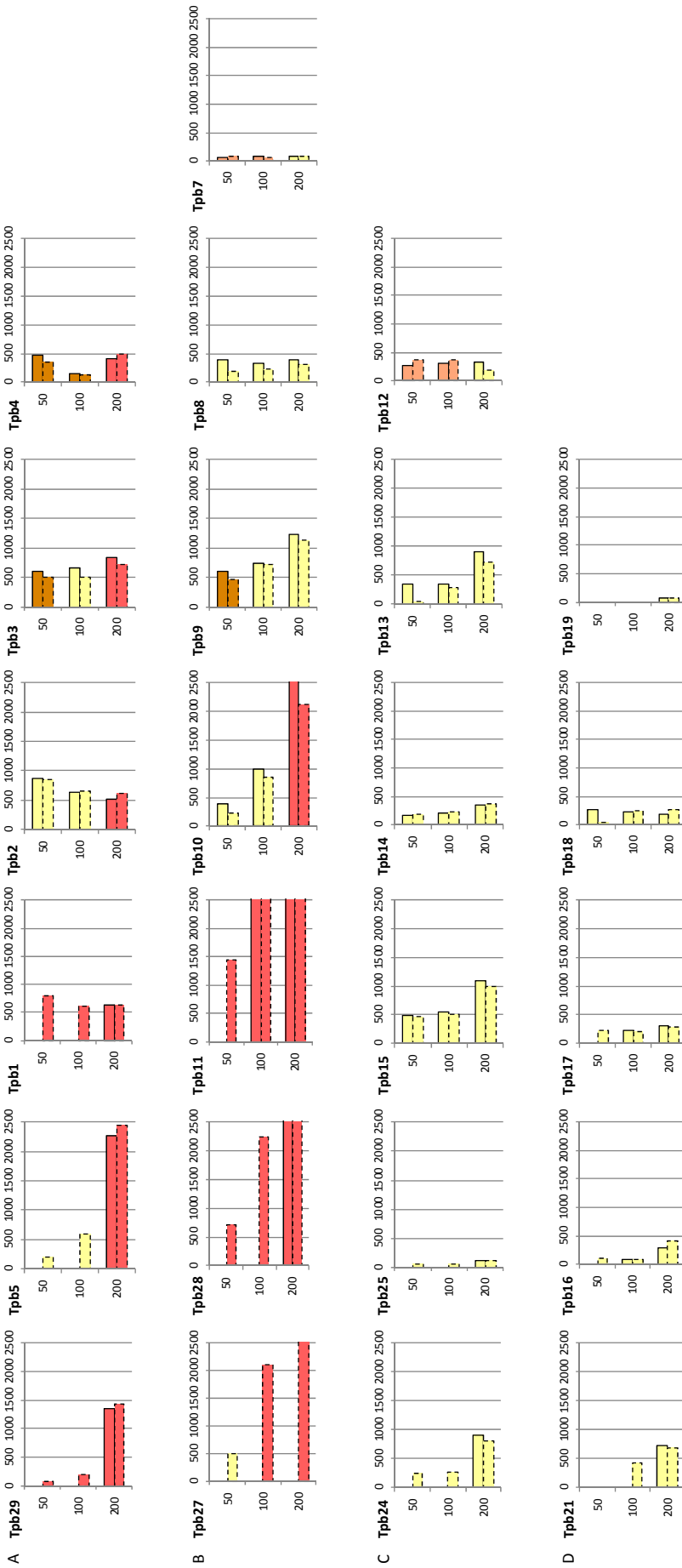
Figuur 3.2. Overzicht van de variatie in alkaliniteit (meq/l) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming).



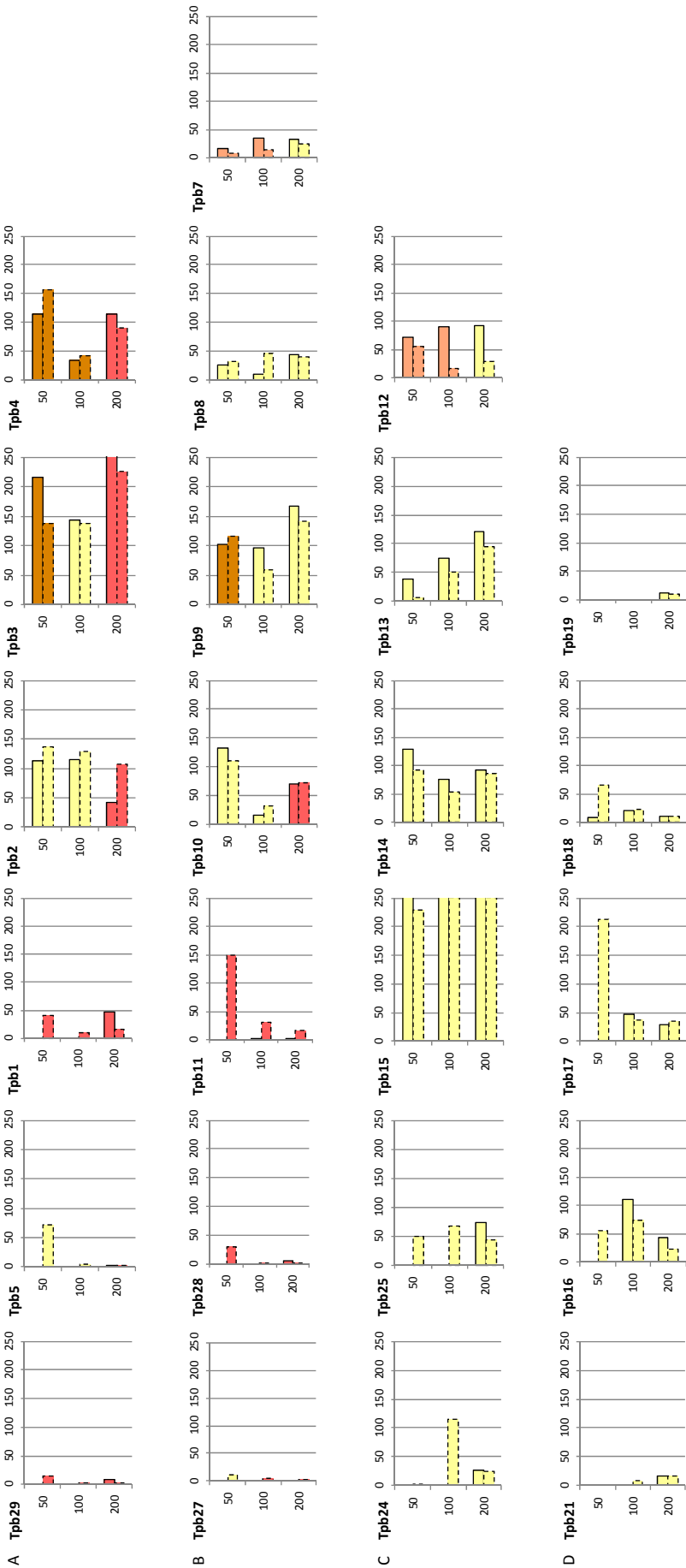
Figuur 3.3. Overzicht van de variatie in HCO_3^- concentratie ($\mu\text{mol/l}$) het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming).



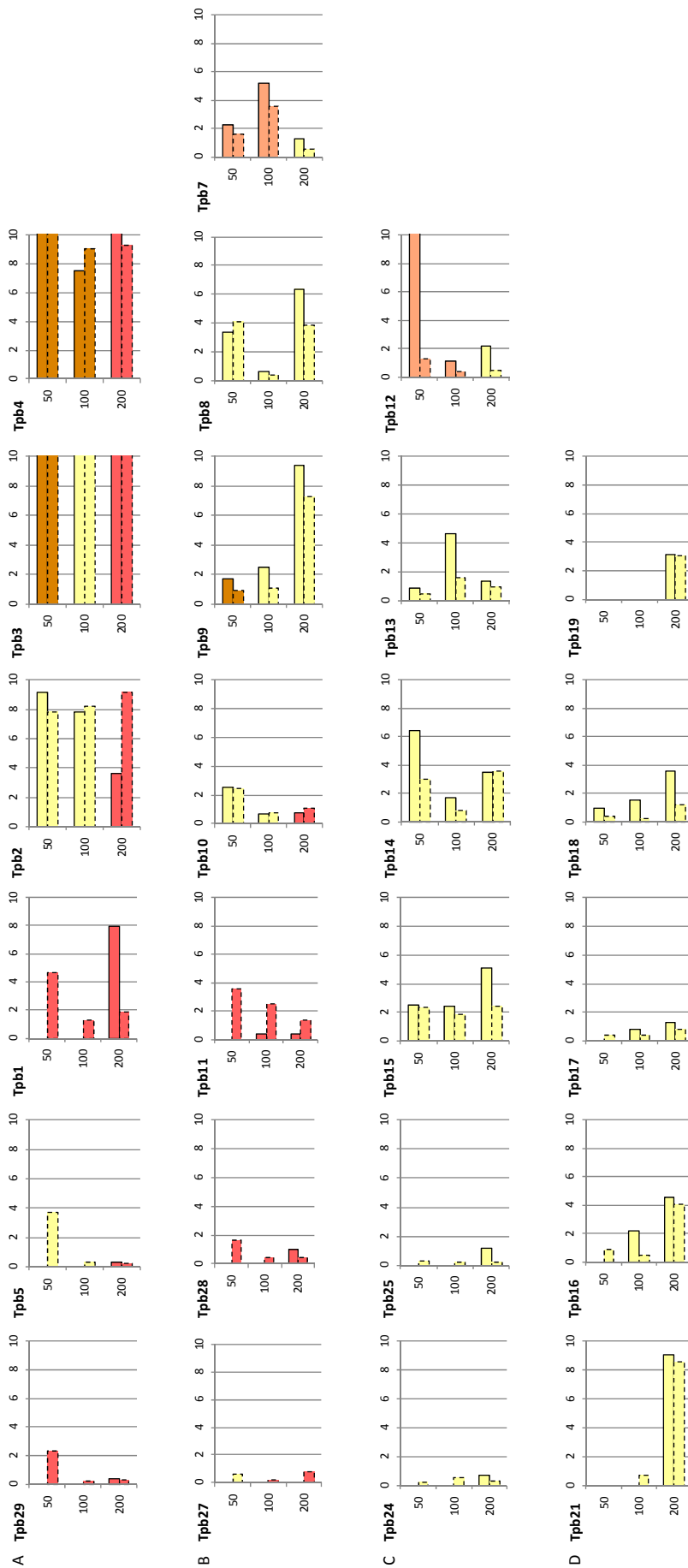
Figuur 3.4. Overzicht van de variatie in Ca concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



Figuur 3.5. Overzicht van de variatie in Fe concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



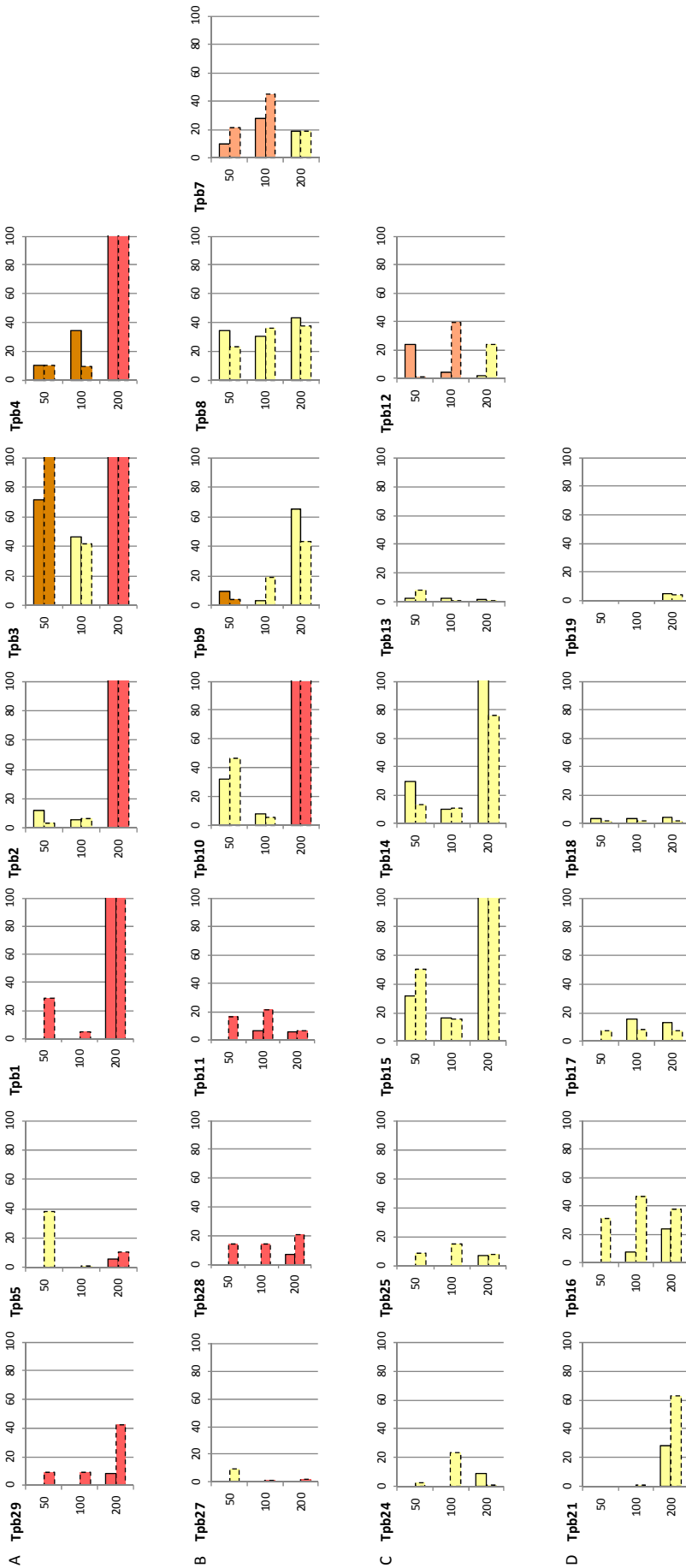
Figuur 3.6. Overzicht van de variatie in P concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



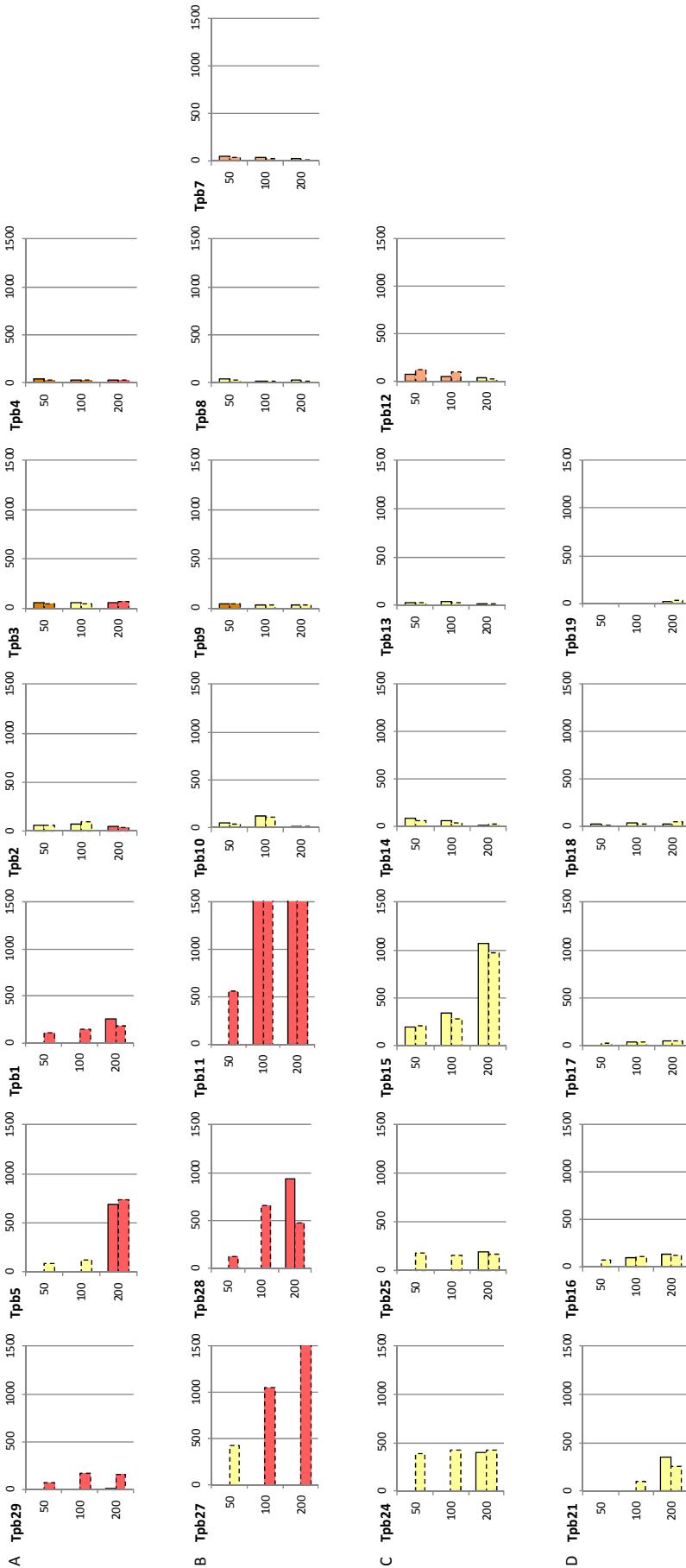
Figuur 3.7. Overzicht van de variatie in NO_3^- concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



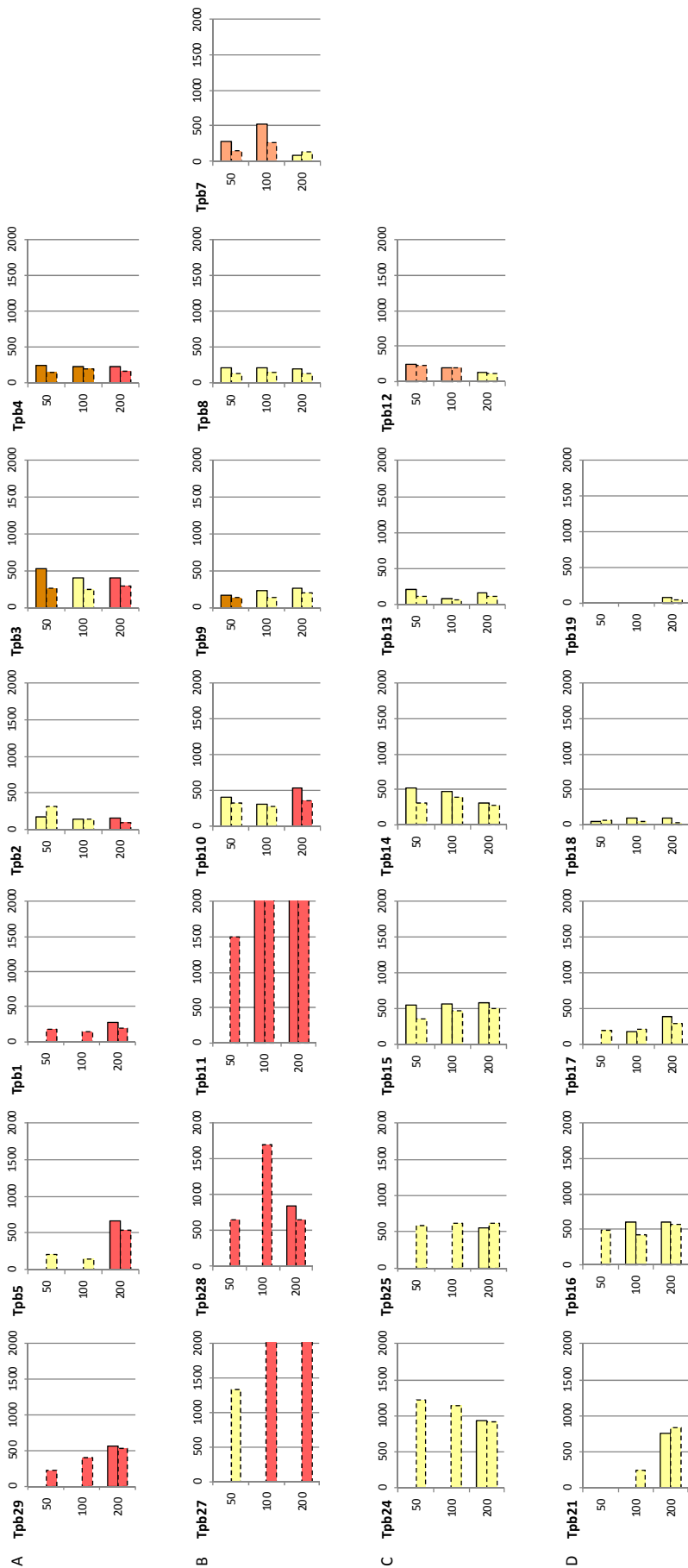
Figuur 3.8. Overzicht van de variatie in NH_4^+ concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



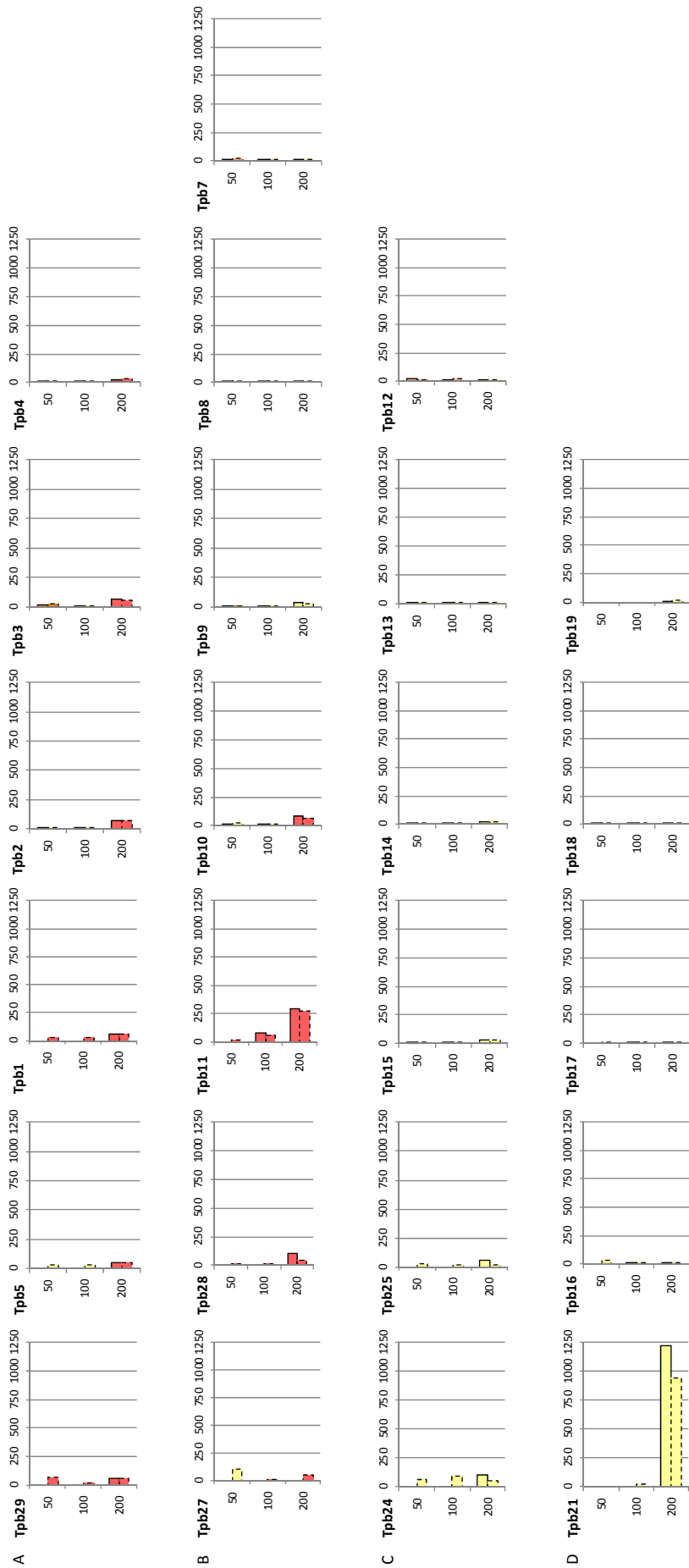
Figuur 3.9. Overzicht van de variatie in $S(SO_4^{2-})$ concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



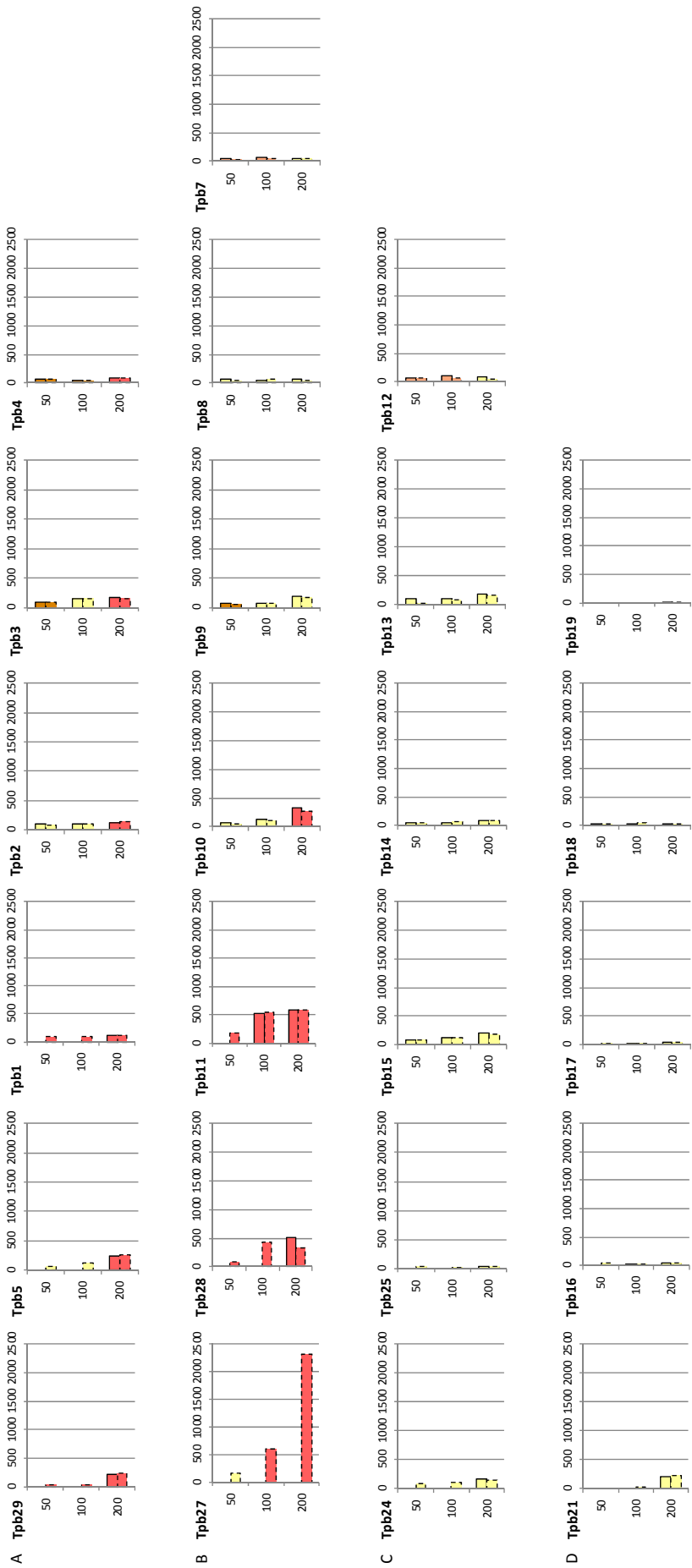
Figuur 3.10. Overzicht van de variatie in Cl concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



Figuur 3.11. Overzicht van de variatie in Mg concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.



Figuur 3.12. Overzicht van de variatie in K concentratie ($\mu\text{mol/l}$) van het grondwater in september 2014 (dichte rand) en maart 2015 (stippenlijn) in de raaien A-D. De arcering is indicatief voor de bodemlaag waarin het filter staat (roze = leem/klei, geel = zand, bruin = vast veen, lichtroze = secundaire veenvorming). Zie bijlage 1 voor de totale tabellen van de grondwaterkwaliteit.

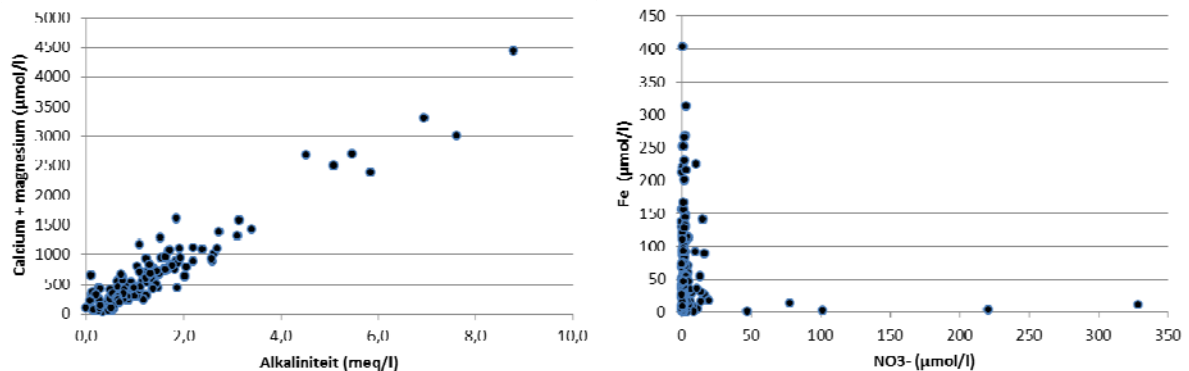




Figuur 3.13. Foto van het ijzerrijke (roestvlekken zichtbaar) keileem. Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 3.5. Overzicht van de bodemchemie van het keileem (diepte in centimeters beneden maaiveld) waarbij V = vochtpercentage; MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, -z = concentratie in een NaCl-extractie in $\mu\text{mol/l}$ en BV = indicatieve basenverzadiging in %.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV |
|-----------|--------|------------|----|-----|-----|-------|-----|------|------|------|------|-----|------|------|-------|-----|-------|-------|-----|
| 8 | 40-50 | keileem | 16 | 1,6 | 2,5 | 117 | 4,0 | 433 | 87 | 248 | 105 | 2,5 | 5,3 | 169 | 31184 | 15 | 36 | 102 | 98 |
| 9 | 60-70 | keileem | 14 | 1,6 | 2,3 | 123 | 2,3 | 300 | 66 | 230 | 73 | 2,5 | 5,2 | 20 | 30792 | 12 | 71 | 37 | 100 |
| 12 | 35-45 | keileem | 15 | 1,8 | 2,5 | 44 | 2,3 | 740 | 76 | 327 | 87 | 2,2 | 5,1 | 68 | 34631 | 23 | 24 | 57 | 100 |
| 13 | 80-90 | keileem | 16 | 1,8 | 2,4 | 90 | 3,4 | 413 | 84 | 321 | 106 | 1,3 | 4,7 | 165 | 40488 | 25 | 10 | 51 | 99 |
| 15 | 60-70 | keileem | 16 | 1,7 | 2,6 | 88 | 3,3 | 567 | 76 | 384 | 107 | 2,3 | 5,2 | 14 | 33821 | 0 | 25 | 49 | 100 |
| 20 | 80-100 | keileem | 13 | 1,6 | 1,2 | 115 | 4,1 | 303 | 68 | 190 | 81 | 2,6 | 4,6 | 152 | 26041 | 1 | 8 | 43 | 99 |
| 25 | 50-70 | keileem | 13 | 1,8 | 1,5 | 1 | 4,9 | 388 | 112 | 276 | 117 | 1,4 | 6,0 | 9 | 39071 | 0 | 6 | 268 | 100 |
| 32 | 50-65 | keileem | 15 | 1,8 | 1,3 | 19 | 2,7 | 572 | 92 | 335 | 125 | 2,6 | 4,9 | 294 | 42339 | 0 | 17 | 31 | 99 |
| 33 | 20-30 | keileem | 19 | 1,5 | 2,0 | 694 | 8,3 | 343 | 71 | 331 | 61 | 3,2 | 4,7 | 289 | 30217 | 0 | 63 | 124 | 97 |
| 33 | 30-45 | keileem | 16 | 1,7 | 1,6 | 290 | 3,6 | 336 | 84 | 266 | 67 | 1,2 | 4,7 | 108 | 32034 | 0 | 85 | 275 | 97 |
| gemiddeld | | | 15 | 1,7 | 2,0 | 158 | 3,9 | 440 | 82 | 291 | 93 | 2,2 | 5,0 | 129 | 34062 | 8 | 34 | 104 | 99 |



Figuur 3.14. Correlatie tussen de alkaliniteit en de totaal Ca+Mg concentratie van het grondwater (links) en de correlatie tussen de nitraatconcentratie en de ijzerconcentratie van het grondwater.

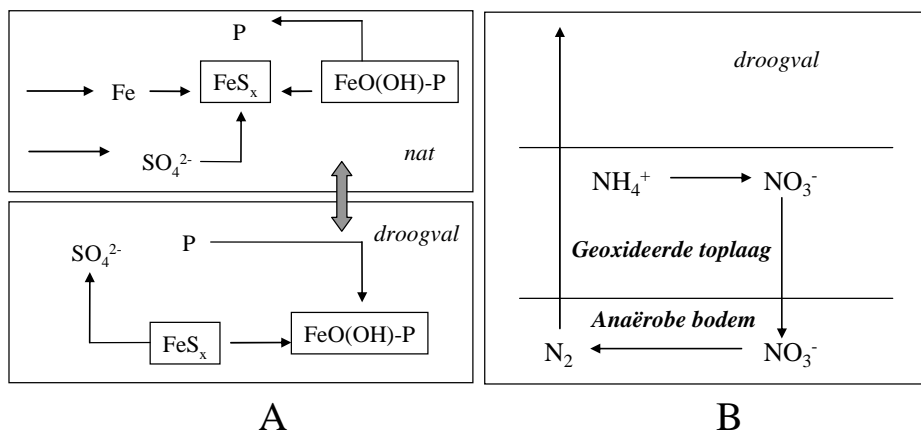
KADER 1. DOORSTROMING EN PEILFLUCTUATIE

Onder permanent natte (reductieve) omstandigheden kan extra P-mobilisatie optreden (interne eutrofiering). IJzerreducerende bacteriën gebruiken onder anaërobe omstandigheden de in de bodem aanwezige ijzer(hydr)oxides om organische stof af te breken. Hierbij wordt ijzer gereduceerd tot Fe^{2+} , waaraan fosfaat minder sterk bindt dan aan de geoxideerde vorm. Hoeveel fosfaat er hierbij vrijkomt, hangt af van de periode en tijdsduur van de inundatie en van de verhouding tussen het aan ijzergebonden fosfaat en het ijzer in het systeem.

Onder anaërobe omstandigheden wordt sulfaat omgezet in sulfide (rotte-eierengeur). Sulfide is toxisch, maar wordt onder ijzerrijke omstandigheden gebonden aan ijzer (pyrietvorming). Het sulfide is dan niet meer giftig. Dit proces kan echter wel leiden tot het vrijkomen van extra fosfaat, omdat sulfide fosfaat van het ijzer kan verdringen, als er geen overmaat van ijzer in de bodem aanwezig is. Daarnaast kan ammonium zich in stagnante situaties in de bodem ophopen, omdat het onder anaërobe omstandigheden niet omgezet kan worden in nitraat.

Als het grondwater niet wordt opgestuwd/vastgehouden maar kan doorstromen, kan een teveel aan ammonium worden afgevoerd, doordat basen (Ca en Mg) ammonium van het bindingscomplex verdringen. Ook kan er met het grondwater ijzer aangevoerd worden, wat een positief effect heeft op de binding van fosfaat. Als er veel nitraat wordt meegevoerd met het grondwater, uit bijvoorbeeld landbouwpercelen in het gebied, kan dit ervoor zorgen dat ijzer- en sulfaatreductie niet meer op kunnen treden, omdat nitraat als een redoxbuffer werkt. Pyriet wordt door nitraat geoxideerd, waarbij verzuring optreedt en sulfaat vrijkomt.

Periodieke droogval in de zomermaanden kan zorgen voor een lagere beschikbaarheid van nutriënten. Droogval in de zomer is tevens belangrijk omdat het vrijkomen van fosfaat onder natte omstandigheden sneller gaat bij hoge (zomer)temperaturen dan bij lagere (winter)temperaturen. Afhankelijk van de ijzer- en fosfaatconcentratie in de bodem kan enkele weken droogval per jaar al genoeg zijn om ervoor te zorgen dat er niet te veel fosfaat vrijkomt.



Figuur. Schematisch overzicht van de biogeochemische processen die optreden wanneer sprake is van doorstroming gevolgd door tijdelijke droogval (Smolders et al., 2009).

4. Referentielocaties

4.1. Locatie R1 - R2 (deelgebied 2: zuidelijke schraallandrelict)

De vegetatieopnames die zijn gemaakt op de referentielocaties worden weergegeven in bijlage 2. Zie figuur 4.1 en 4.2 voor foto's van de referentielocaties R1 en R2 en een beknopte typering.



Figuur 4.1. Foto van referentielocatie 1. Deze locatie is verzuurd na de plagwerkzaamheden. In 2002 (opname Loeki van Tweel) stond hier nog Gevlekte orchis en Liggende vleugeltjesbloem. Rond 2000 hebben aangrenzend plagwerkzaamheden plaatsgevonden en is bos verwijderd. Dit lijkt de oorzaak van de verzuring (afname grondwaterinvloed in het maaiveld). Foto's: Mark van Mullekom.



Figuur 4.2. Foto van referentielocatie 2: de rond 2000 geplagde zure randzone met volop Veenmosgroei. In de plagzone ten westen van R1 groeit Moeraswolfsklauw en Ronde zonnedauw (foto rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

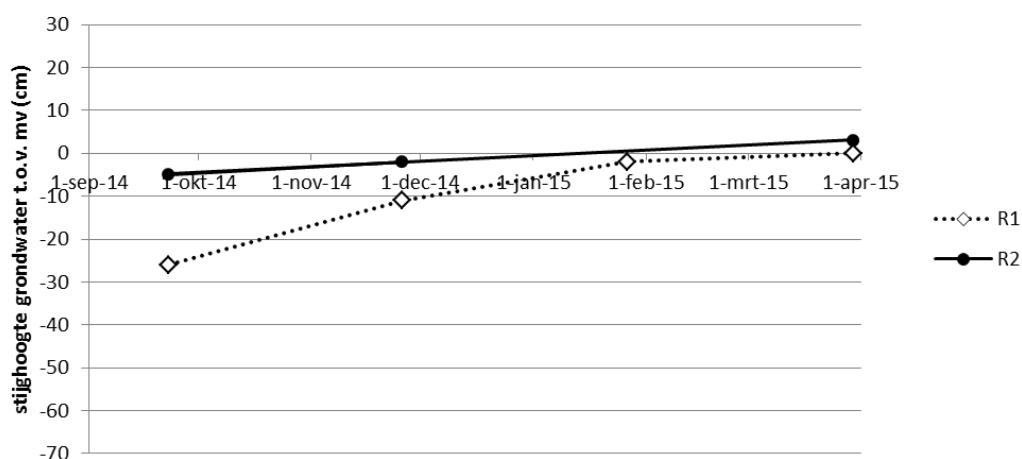
Tabel 4.1. Overzicht van de bodemchemie op de referentielocaties R1 en R2 (diepte in centimeters beneden maaiveld) waarbij V = vochtpercentage; MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg droge bodem/l; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, -z = concentratie in een NaCl-extractie in $\mu\text{mol/l}$ bodem; -w = concentratie in een waterextractie in $\mu\text{mol/l}$ bodem en BV = indicatieve basenverzadiging in %. De arcering hoort bij de volgende klassen (van zuur naar gebufferd):

| Ca-t | <5 | 6-10 | 11-15 | 16-20 | 21-25 | 26-30 | >30 |
|-------|---------|-----------|-----------|---------|------------|-------------|---------|
| pH-z | 3,0-3,5 | 3,6-4,0 | 4,1-4,5 | - | 4,5-5,0 | 5,1-5,5 | 5,5-6,0 |
| Ca-z | <2000 | 2000-5000 | 5000-8000 | - | 8000-10000 | 10000-15000 | >15000 |
| Al/Ca | >1 | 0,5-1,0 | 0,2-0,5 | 0,1-0,2 | 0,05-0,1 | <0,05 | |
| BV | <20 | 21-40 | 41-60 | 61-80 | 81-90 | >90 | |

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | Mg-z | P-z | NH4-z | NO3-w | BV |
|----|--------|------------------------|----|-----|----|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|-----|-------|-------|----|
| R1 | 0-10 | venig/organisch | 76 | 0,2 | 68 | 361 | 4,3 | 33 | 12,1 | 34,6 | 1,8 | 3,4 | 414 | 3889 | 0,11 | 345 | 1,7 | 157 | 5,9 | 67 |
| | 10-20 | venig/organisch/zandig | 49 | 0,7 | 20 | 378 | 3,1 | 39 | 10,0 | 21,9 | 1,5 | 3,4 | 1132 | 5903 | 0,19 | 345 | 2,4 | 239 | 8,7 | 66 |
| | 20-40 | zwart/grijs zand | 18 | 1,5 | 2 | 106 | 0,8 | 31 | 4,4 | 6,4 | 2,8 | 3,8 | 633 | 2317 | 0,27 | 133 | 1,8 | 131 | 13,1 | 48 |
| | 40-60 | rood/bruin hard zand | 18 | 1,5 | 3 | 203 | 2,3 | 173 | 16,5 | 22,5 | 8,5 | 4,6 | 213 | 7409 | 0,03 | 413 | 0,0 | 66 | 16,7 | 96 |
| R2 | 0-10 | venig/organisch | 28 | 1,3 | 5 | 225 | 1,4 | 27 | 11,7 | 12,1 | 2,0 | 4,5 | 157 | 4319 | 0,04 | 356 | 0,6 | 69 | 10,2 | 75 |
| | 10-20 | zwart/grijs zand | 18 | 1,6 | 1 | 49 | 0,8 | 22 | 8,1 | 7,8 | 2,3 | 4,7 | 84 | 4033 | 0,02 | 312 | 2,0 | 67 | 7,9 | 86 |
| | 20-40 | zwart/grijs zand | 18 | 1,6 | 1 | 33 | 0,7 | 35 | 9,1 | 5,3 | 3,6 | 4,7 | 135 | 6029 | 0,02 | 408 | 0,5 | 57 | 22,5 | 96 |
| | 40-60 | rood/bruin zand | 19 | 1,5 | 2 | 412 | 2,2 | 107 | 18,3 | 16,1 | 5,2 | 4,9 | 90 | 8033 | 0,01 | 646 | 0,4 | 76 | 25,1 | 96 |

Tabel 4.2. Overzicht van de grondwaterkwaliteit op de referentielocaties in de peilbuizen met het filter op 50 en 100 cm-mv in September 2014 en maart 2015. Het EGV wordt weergegeven in $\mu\text{S/cm}$, de alkaliniteit in meq/l en de overige concentraties in $\mu\text{mol/l}$.

| Nr | Diepte | Maand | pH | Alk | EGV | CO ₂ | HCO ₃ ⁻ | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ |
|----|--------|--------|-----|-----|-----|-----------------|-------------------------------|-------|-----|-------|-------|------|----|-----|------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| R1 | 50 | sep'14 | 5,8 | 0,8 | 71 | 2272 | 556 | 86,2 | 254 | 11,5 | 41,7 | 1,0 | 28 | 157 | 4,7 | 9,1 | 274 | 11 | 155 |
| | | mrt'15 | 5,2 | 0,3 | 30 | 1373 | 100 | 68,9 | 93 | 58,9 | 6,8 | 0,7 | 14 | 69 | 1,1 | 2,7 | 139 | 9 | 87 |
| | 100 | sep'14 | 5,8 | 0,9 | 65 | 1828 | 445 | 756,1 | 357 | 83,8 | 62,5 | 8,3 | 51 | 248 | 1,8 | 11,9 | 261 | 6 | 146 |
| | | mrt'15 | 6,1 | 1,4 | 127 | 2941 | 1454 | 165,5 | 496 | 88,6 | 101,2 | 4,5 | 19 | 177 | 16,5 | 81,2 | 232 | 14 | 118 |
| R2 | 50 | sep'14 | 5,3 | 0,7 | 77 | 4023 | 338 | 144,0 | 384 | 129,4 | 53,7 | 1,4 | 47 | 228 | 2,2 | 3,4 | 207 | 6 | 207 |
| | | mrt'15 | 5,2 | 0,5 | 40 | 2515 | 184 | 74,2 | 179 | 55,8 | 20,8 | 0,9 | 18 | 108 | 1,4 | 3,0 | 113 | 9 | 70 |
| | 100 | sep'14 | 6,0 | 1,5 | 193 | 3627 | 1481 | 284,2 | 588 | 156,2 | 99,0 | 25,6 | 24 | 270 | 1,2 | 34,3 | 229 | 14 | 142 |
| | | mrt'15 | 6,1 | 1,1 | 116 | 2317 | 1241 | 24,7 | 460 | 90,4 | 70,0 | 7,9 | 14 | 188 | 1,1 | 13,8 | 177 | 11 | 61 |



Figuur 4.3. Overzicht van de stijghoogtes van het grondwater (filter peilbuis op 100 cm-mv) op de referentielocaties R1 en R2. Op basis van stijghoogteverschillen ten opzichte van de ondiepe buis kan worden afgeleid in hoeverre sprake is van kwel of infiltratie (kwantitatieve hydrochemie Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar).

Op referentielocatie 1 zijn doelsoorten als Gevlekte orchis en Liggende vleugeltjesbloem na de plagwerkzaamheden rondom deze locatie rond 2000 verdwenen. In juni 2015 zijn soorten aangetroffen als Dophei, Struikhei, Pijpenstrootje, Kleine en Ronde zonedauw, Tormentil en Klokjesgentiaan (één exemplaar). Er is beperkte informatie beschikbaar over de stijghoogte van het grondwater (tussen 23 september 2014 en 30 maart 2015, figuur 4.3). De stijghoogte van het (opbollende) grondwater is pas vanaf december 0-10 cm-mv. Mogelijk is de kweldruk in het najaar te laag als gevolg van de plagwerkzaamheden rondom deze referentielocatie. Hierdoor komt het zwak gebufferde grondwater in de winterperiode (alkaliniteit 0,3-1,4 meq/l, 100-500 $\mu\text{mol/l}$ Ca) wel in het maaiveld en de wortelzone, maar het water is zwak gebufferd, met relatief lage calcium- en ook bicarbonaatconcentraties. Deze periode is waarschijnlijk te kort om voor voldoende aanrijking met basen te kunnen zorgen. Het is niet bekend in welk maand het grondwater wegzakt uit het maaiveld.

Op 40-60 cm-mv is de bodem matig gebufferd (tot-Ca 16,5 mmol/l, pH-z 4,6, Ca-z 7409 $\mu\text{mol/l}$ en Al/Ca 0,03). Op 20-40 cm is de bodem kalkarm en zuur (tot-Ca 4,4 mmol/l, pH-z 3,8, Ca-z 2317 $\mu\text{mol/l}$ en Al/Ca 0,27). De toplaag is eveneens relatief zuur (tot-Ca 10-12 mmol/l, pH-z 3,4, Ca-z $\pm 3900-5900$ $\mu\text{mol/l}$ en Al/Ca 0,11-0,19) maar nog net voldoende zwak gebufferd zodat Tormentil en Klokjesgentiaan kunnen voorkomen. Bij verdergaande verzuring is het de verwachting dat deze soorten verdwijnen. Mogelijk heeft in het verleden gedurende een langere periode aanrijking met basenrijk grondwater plaatsgevonden waardoor de concentratie uitwisselbaar calcium hoger was en de Al/Ca-ratio lager waardoor soorten als Gevlekte orchis en Liggende vleugeltjesbloem konden voorkomen. De maaiveldverlaging als gevolg van de plagwerkzaamheden (bos verwijderd) zou ervoor hebben kunnen gezorgd dat de grondwaterinvloed in het maaiveld is afgenomen (drainerende werking) en/of verdunning van grondwater door regenwater is toegenomen (door boskap) waardoor de verzuring op deze plek toeneemt.

Opvallend is daarnaast dat in de toplaag relatief veel ammonium wordt gemeten (157-239 $\mu\text{mol/l}$) ten opzichte van nitraat (6-9 $\mu\text{mol/l}$). Echter, ook op de goed ontwikkelde referentielocaties R3-R5 wordt meer ammonium gemeten (± 130 $\mu\text{mol/l}$) ten opzichte van nitraat (± 20 $\mu\text{mol/l}$), maar hier zijn de ammoniumconcentraties lager en is de NH_4/NO_3 ratio lager. Onder zure omstandigheden kan ammonium toxisch zijn en tot een gebrekkige opname van kationen (Mg, K) leiden. De gemeten ammoniumconcentraties zijn echter niet verontrustend hoog in vergelijking met metingen van De Graaf et al. (2009) in natte heiden en blauwgraslanden

Op referentielocatie 2 treedt massale veenmosontwikkeling op. Het CO_2 rijke grondwater ($\pm 2500-4000$ $\mu\text{mol/l}$) is daar zeer geschikt voor, en daarnaast is deze locatie ook veel natter dan locatie 1 (figuur 4.3). Het EGV van het freatische grondwater in de peilbuis op 100 cm-mv bedraagt 116-193 $\mu\text{S/cm}$ en is daarmee hoger dan het water in de peilbuis met het filter op 50-mv. Het EGV in de peilbuis op 50 cm-mv is slechts 30-71 $\mu\text{S/cm}$ (EGV regenwater circa 35 $\mu\text{S/cm}$). Dit duidt op de aanwezigheid van een regenwaterlens/verdunning door regenwater. In de droge zomerperiode (september 2014) vindt minder verdunning met regenwater plaats en is het freatische grondwater zwak gebufferd (alkaliniteit 1,1-1,5 meq/l). Dit verklaart mogelijk de aanwezigheid van Veldrus. Door de plagwerkzaamheden is een dus een soort van 'badkuip' gecreëerd, waardoor het freatische grondwater in de natte wintermaanden in sterke mate wordt verdund met regenwater en regenwater kan accumuleren op het maaiveld. Waarschijnlijk is door de demping van een afvoersloot (op de grens met deelgebied 3) de verzuring versterkt
Herstelmaatregelen voor referentielocatie R1 en R2 kunnen zijn:

- Het verbeteren van de afvoer van neerslagwater (R2) en het verhogen van de kweldruk (R1+R2);
- Het plaggen/verwijderen van veenmos in de laagte (o.a. R2) is een optie, mits er in geen permanent natte-vochtige omstandigheden ontstaan (er is droogval van de toplaag in de zomer vereist). Onder de heersende CO₂-rijke omstandigheden zal anders opnieuw veenmosontwikkeling optreden.

4.2. Locatie R3 - R6 (deelgebied 4: grote schraalland)

De vegetatieopnames op de referentielocaties worden weergegeven in bijlage 2. Zie figuur 4.4 en 4.7 voor foto's van de referentielocaties R3, R4, R5 en R6 en een beknopte typering.



Figuur 4.4. Foto van referentielocatie 3: deze locatie is zeer goed ontwikkeld met soorten als Blauwe zegge (foto), Heidekartelblad, Klokjesgentiaan, Blauwe knoop, Gevlekte orchis (foto), Welriekende nachtorchis (foto), Liggende vleugeltjesbloem en Vlozegge (foto rechts, eerste waarneming 5 juli 2015!). Foto's: Mark van Mullekom.



Figuur 4.5. Foto van referentielocatie 4: deze locatie is zeer goed ontwikkeld met soorten als Blauwe zegge (foto), Heidekartelblad, Klokjesgentiaan, Blauwe knoop, Gevlekte orchis (foto), en Liggende vleugeltjesbloem. In vergelijking met locatie 3 ontbreken Vlozegge en Welriekende nachtorchis. Foto: Mark van Mullekom.



Figuur 4.6. Foto van referentielocatie 5: op deze locatie is Blauwe zegge dominant (foto). Tevens is Klokjesgentiaan waargenomen. In de directe omgeving (net buiten de plot) stond Heidekartelblad (foto rechts). Foto's: Mark van Mullekom.



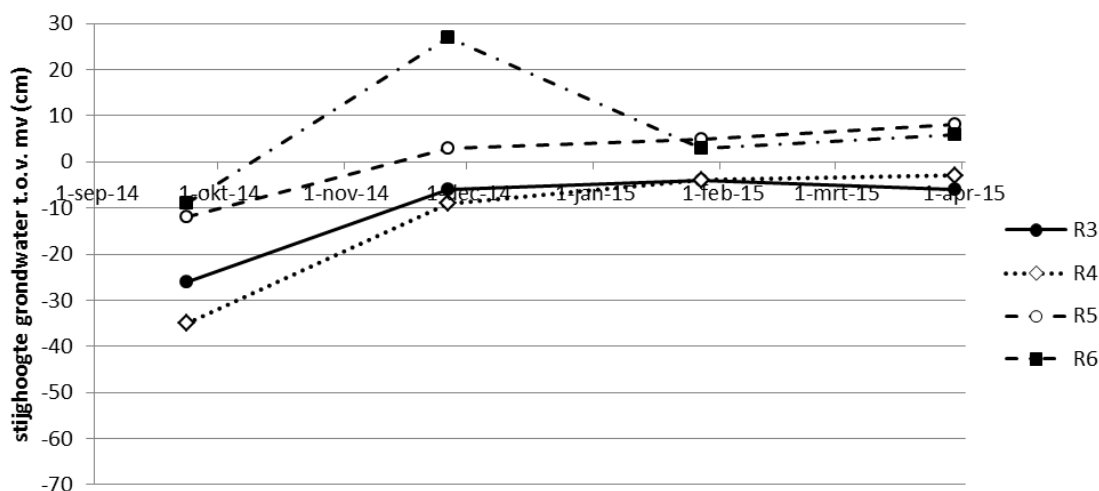
Figuur 4.7. Foto van referentielocatie 6: op deze locatie treed massale veenmosontwikkeling op. Daarnaast groeit er onder andere Dopheide en Eenarig wollegras. Foto: Mark van Mullekom.

Tabel 4.3. Overzicht van de bodemchemie op de referentielocaties R3-R6 (diepte in centimeters beneden maaiveld) waarbij V = vochtpercentage; MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg droge bodem/l; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, -z = concentratie in een NaCl-extractie in $\mu\text{mol/l}$ bodem; -w = concentratie in een waterextractie in $\mu\text{mol/l}$ bodem en BV = indicatieve basenverzadiging in %. Zie tabel 4.1 voor de arcering van de verschillende klassen.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | Mg-z | P-z | NH4-z | NO3-w | BV |
|----|--------|------------------------|----|-----|----|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|-----|
| R3 | 0-10 | venig/organisch | 48 | 0,6 | 16 | 339 | 2,7 | 28 | 21,6 | 20,2 | 2,4 | 4,2 | 175 | 8061 | 0,02 | 547 | 0,5 | 132 | 19,8 | 93 |
| | 10-20 | grijs/zwart zand | 22 | 1,3 | 3 | 118 | 1,0 | 21 | 8,7 | 4,9 | 1,2 | 4,2 | 143 | 5823 | 0,02 | 296 | 1,5 | 129 | 12,3 | 92 |
| | 20-40 | grijs/zwart zand | 21 | 1,6 | 4 | 243 | 2,7 | 151 | 15,1 | 14,6 | 6,6 | 4,5 | 369 | 7489 | 0,05 | 318 | 1,2 | 103 | 4,2 | 85 |
| | 40-60 | bruinrood zand | 18 | 1,5 | 2 | 633 | 3,5 | 142 | 17,9 | 17,3 | 5,4 | 4,8 | 79 | 8260 | 0,01 | 762 | 0,1 | 67 | 6,0 | 99 |
| R4 | 0-10 | venig/organisch | 75 | 0,2 | 67 | 297 | 2,8 | 15 | 16,9 | 14,9 | 1,2 | 3,7 | 118 | 10730 | 0,01 | 589 | 0,6 | 73 | 11,1 | 88 |
| | 10-20 | venig/organisch | 58 | 0,5 | 29 | 219 | 3,2 | 42 | 54,2 | 29,8 | 1,3 | 3,8 | 215 | 17190 | 0,01 | 586 | 0,8 | 174 | 30,6 | 95 |
| | 20-40 | grijs/zwart zand | 17 | 1,5 | 1 | 29 | 0,6 | 14 | 13,6 | 3,5 | 2,3 | 4,4 | 67 | 5047 | 0,01 | 207 | 1,5 | 9 | 2,9 | 98 |
| | 40-60 | bruin/rood zand | 17 | 1,6 | 2 | 180 | 2,0 | 118 | 33,2 | 23,8 | 7,7 | 5,1 | 37 | 10526 | 0,00 | 1005 | 0,8 | 36 | 5,1 | 100 |
| R5 | 0-10 | venig/organisch | 74 | 0,3 | 67 | 245 | 3,9 | 29 | 18,7 | 15,0 | 1,6 | 3,5 | 392 | 11449 | 0,03 | 1969 | 1,2 | 145 | 4,4 | 86 |
| | 10-20 | venig/organisch/zandig | 30 | 1,1 | 13 | 115 | 1,6 | 38 | 28,4 | 13,2 | 1,5 | 3,6 | 515 | 16097 | 0,03 | 2280 | 2,8 | 86 | 25,0 | 89 |
| | 20-40 | zwart zand | 25 | 1,3 | 7 | 97 | 1,3 | 65 | 23,3 | 9,1 | 2,7 | 4,6 | 240 | 15212 | 0,02 | 2725 | 1,0 | 91 | 1,7 | 92 |
| | 40-60 | rood/bruin zand | 17 | 1,6 | 2 | 176 | 1,3 | 90 | 13,5 | 10,5 | 5,7 | 3,2 | 96 | 6214 | 0,02 | 1154 | 0,7 | 59 | 6,1 | 83 |
| R6 | 0-10 | veen | 81 | 0,2 | 82 | 290 | 2,8 | 15 | 15,7 | 6,5 | 1,1 | 3,2 | 318 | 7458 | 0,04 | 2445 | 10,0 | 182 | 3,7 | 61 |
| | 10-20 | veen | 80 | 0,2 | 91 | 165 | 1,5 | 13 | 20,8 | 7,4 | 0,3 | 3,3 | 199 | 11756 | 0,02 | 3994 | 16,4 | 86 | 7,7 | 74 |
| | 20-40 | veen | 80 | 0,2 | 94 | 92 | 1,3 | 10 | 22,6 | 8,1 | 0,2 | 3,3 | 121 | 12054 | 0,01 | 4326 | 17,6 | 60 | 1,2 | 75 |
| | 40-60 | zwart+rood/bruin zand | 23 | 1,4 | 5 | 146 | 2,5 | 120 | 17,6 | 9,6 | 5,5 | 3,9 | 520 | 9912 | 0,05 | 2222 | 1,0 | 45 | 7,6 | 82 |

Tabel 4.4. Overzicht van de grondwaterkwaliteit op de referentielocaties in de peilbuizen met het filter op 50 en 100 cm-mv in September 2014 en maart 2015. Het EGV wordt weergegeven in $\mu\text{S}/\text{cm}$, de alkaliniteit in meq/l en de overige concentraties in $\mu\text{mol}/\text{l}$.

| Nr | Diepte | Maand | pH | Alk | EGV | CO ₂ | HCO ₃ ⁻ | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ |
|----|--------|--------|-----|-----|-----|-----------------|-------------------------------|-------|------|-------|-------|-----|-----|-----|------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| R3 | 50 | sep'14 | 6,3 | 1,7 | 155 | 1825 | 1550 | 164,9 | 661 | 23,0 | 81,2 | 1,4 | 39 | 148 | 0,7 | 0,1 | 232 | 5 | 157 |
| | | mrt'15 | 5,9 | 1,3 | 119 | 3349 | 1233 | 38,9 | 504 | 31,8 | 54,4 | 0,7 | 16 | 78 | 1,1 | 3,9 | 178 | 10 | 79 |
| | 100 | sep'14 | 6,0 | 1,6 | 144 | 2882 | 1318 | 104,7 | 639 | 48,8 | 89,9 | 1,9 | 30 | 165 | 0,9 | 8,5 | 197 | 4 | 154 |
| | | mrt'15 | 6,2 | 1,7 | 172 | 3075 | 1896 | 24,5 | 722 | 76,0 | 106,9 | 1,0 | 21 | 142 | 0,7 | 10,3 | 146 | 10 | 64 |
| R4 | 50 | sep'14 | 6,5 | 2,4 | 209 | 1591 | 1984 | 31,9 | 961 | 14,8 | 132,4 | 0,9 | 66 | 195 | 1,1 | 3,5 | 160 | 6 | 113 |
| | | mrt'15 | 6,0 | 1,2 | 126 | 2816 | 1302 | 38,1 | 635 | 42,1 | 73,7 | 0,6 | 53 | 93 | 1,2 | 1,5 | 107 | 9 | 50 |
| | 100 | sep'14 | 6,0 | 1,0 | 160 | 3227 | 1482 | 38,2 | 684 | 25,5 | 125,3 | 1,4 | 60 | 171 | 1,1 | 6,8 | 168 | 4 | 114 |
| | | mrt'15 | 6,0 | 1,3 | 107 | 2529 | 1064 | 24,0 | 468 | 25,1 | 86,1 | 0,6 | 34 | 97 | 16,5 | 6,0 | 104 | 9 | 41 |
| R5 | 50 | sep'14 | 6,2 | 2,7 | 282 | 3742 | 2637 | 32,1 | 1185 | 9,7 | 197,0 | 0,7 | 130 | 275 | 1,2 | 5,5 | 317 | 15 | 218 |
| | | mrt'15 | 6,2 | 1,7 | 195 | 2523 | 1563 | 61,0 | 902 | 41,2 | 158,1 | 0,7 | 96 | 188 | 0,8 | 1,4 | 251 | 9 | 121 |
| | 100 | sep'14 | 5,8 | 1,2 | 135 | 3973 | 1057 | 63,5 | 489 | 41,7 | 116,6 | 0,9 | 55 | 224 | 1,0 | 9,6 | 299 | 5 | 219 |
| | | mrt'15 | 5,9 | 1,2 | 128 | 3096 | 1099 | 51,4 | 439 | 68,6 | 118,8 | 0,8 | 39 | 190 | 1,4 | 6,1 | 283 | 9 | 153 |
| R6 | 50 | sep'14 | 6,1 | 1,9 | 193 | 2309 | 1257 | 88,3 | 943 | 23,5 | 153,8 | 2,2 | 104 | 334 | 2,2 | 4,5 | 342 | 10 | 313 |
| | | mrt'15 | 5,4 | 0,7 | 107 | 2531 | 273 | 85,8 | 484 | 200,7 | 105,3 | 1,3 | 87 | 191 | 2,1 | 2,5 | 298 | 10 | 223 |
| | 100 | sep'14 | 5,5 | 1,0 | 99 | 4597 | 636 | 86,8 | 348 | 17,2 | 88,8 | 1,3 | 50 | 313 | 2,2 | 3,6 | 333 | 5 | 226 |
| | | mrt'15 | 5,9 | 1,3 | 123 | 3585 | 1193 | 50,0 | 445 | 70,9 | 90,8 | 1,2 | 34 | 235 | 1,4 | 53,6 | 209 | 10 | 96 |



Figuur 4.8. Overzicht van de stijghoogtes van het grondwater (filter peilbuis op 100 cm-mv) op de referentielocatie R3-R6. Op basis van stijghoogteverschillen ten opzichte van de ondiepe buis kan worden afgeleid in hoeverre sprake is van kwel of infiltratie (kwantitatieve hydrochemie EcohydrologischAdviesbureau Bell Hullenaar).

Op de zeer goed ontwikkelde locaties R3 (o.a. Welriekende nachtorchis, Gevlekte orchis, Klokjesgentiaan, Blauwe knoop, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Vlozegge, Heidekartelblad en Liggende vleugeltjesbloem) en R4 (o.a. Gevlekte orchis, Klokjesgentiaan, Blauwe knoop, Blauwe zegge, Pilzegge, Veldrus, Heidekartelblad en Liggende vleugeltjesbloem) ligt de grondwaterstand circa half oktober, begin november aan maaiveld (± 10 -15 cm-mv) en is eind maart 2015 nog steeds < 10 cm-mv. Het grondwater is gebufferd met een alkaliniteit van circa 1,2-1,7 meq/l en circa 500-700 $\mu\text{mol}/\text{l}$ calcium. Het EGV is ± 110 -210 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Op deze manier kunnen, bij voldoende afvoer van neerslagwater, gedurende een lange periode (minimaal 5 maanden, de stijghoogtes na 30/31 maart zijn niet bekend) bufferstoffen geleverd aan de toplaag van de bodem/ de wortelzone van de planten. Aanvullende porievochtmetingen kunnen uitwijzen of het gebufferde grondwater in de wortelzone komt.

Op locatie 3 zit de buffering vooral in de toplaag van 10 cm (Ca-t 21,6 mmol/l, Ca-z 8061 $\mu\text{mol/l}$). Op 10-40 cm-mv is de bodem relatief arm aan calcium (Ca-t 9-15 mmol/l, Ca-z 5823-7489 $\mu\text{mol/l}$). De basenverzadiging is echter groter dan 80% en de Al/Ca ratio $<0,1$. Dat is positief. Het is voor deze locatie duidelijk van belang dat er gedurende een lange periode gebufferd grondwater in de toplaag komt voor de aanrijking met basen. Wanneer deze aanrijking wegvalt wordt de bodem op (korte) termijn kwetsbaar voor verzuring. Dieper in de bodem (40-60 cm-mv) is de bodem wat meer gebufferd (Ca-t 17,9 mmol/l, Ca-z 8260 $\mu\text{mol/l}$).

Op locatie 4 is de toplaag van 10 cm gebufferd met 16,9 mmol/l Ca-t en 10730 $\mu\text{mol/l}$ Ca-z. Echter, op 10-20 cm-mv (wortelzone planten) is een sterk gebufferde bodemlaag aanwezig (Ca-t 54,2 mmol/l, Ca-z 17190 $\mu\text{mol/l}$). Dit, in combinatie met de aanrijking met baserijk grondwater, is positief voor de ontwikkeling van het heischraal grasland/blauwgrasland.

Locatie 5 is minder soortenrijk (o.a. Blauwe zegge, Pijpestrootje, Kleine zonnedauw, Veenpluis, Klokjesgentiaan, Bruine snavelbies) maar lijkt bodemchemisch op locatie 4 en heeft daarmee dezelfde potentie. De stijghoogte van het grondwater is zelfs hoger in vergelijking met locatie 3 en 4. Het grondwater is gebufferd met een alkaliniteit van circa 1,2-2,7 meq/l en circa 400-1000 $\mu\text{mol/l}$ calcium. Het ondiepe grondwater (50 cm-mv) is meer gebufferd dan het grondwater op 100 cm-mv. Hier wordt het grondwater dus verder aangerijkt met basen in de ondiepe bodem. Dit laat zien dat de lokale bodemeigenschappen (mate van buffering) een belangrijke rol spelen en dat de buffering slechts ten dele wordt bepaald door de mate van grondwaterinvloed. Het EGV van het grondwater is $\pm 130-280 \mu\text{S/cm}$. Op deze locaties zouden dezelfde soorten tot ontwikkeling moeten kunnen komen als op locatie 3.

Locatie 6 is een soortenarme locatie die wordt gedomineerd door Waterveenmos en waar verder o.a. Dophei, Kleine Zonnedauw, Veenpluis, Bruine snavelbies en Eenarig wollegras voorkomen. De stijghoogtes van het gebufferde grondwater (alkaliniteit 0,7-1,9 meq/l, Ca-t 350-940 $\mu\text{mol/l}$) zijn op deze locatie echter het hoogst. De vegetatie duidt echter op zure condities aan maaiveld. Stagnatie van regenwater op een gebufferde bodem (Ca-t 16 mmol/l en Ca-z 7500 $\mu\text{mol/l}$) is ideaal voor veenmosontwikkeling omdat er veel CO_2 beschikbaar komt. Het grondwater op 100 cm-mv is zeer rijk aan CO_2 (3600-4600 $\mu\text{mol/l}$). Het veen op 0-40 cm-mv (toplaag van 5 cm intact veenmos is niet bemonsterd) is redelijk gebufferd (Ca-t 16-23 mmol/l en Ca-z 7500-12000 $\mu\text{mol/l}$). Het zand op 40-60 cm-mv is in principe zelfs geschikt voor de ontwikkeling van een soortenrijk vochtig tot nat schraalland.

De metingen laten zien dat de verzuring van de toplaag van de bodem hier leidt tot een vegetatieontwikkeling die volledig afwijkt van de ontwikkeling die we zien op locatie 3. De buffering en nutriëntenrijkdom van de bovenste 10cm van de bodems zijn vergelijkbaar. Op locatie 6 bestaat de toplaag van de bodem echter uit veen. Op de veenbodem kan gemakkelijk regenwater accumuleren terwijl de invloed van gebufferd grondwater juist minder is waardoor het toplaagje van de bodem gemakkelijk kan verzuren waardoor veenmosgroei mogelijk wordt. Veenmossen verzuren hun milieu waardoor de verzuring verder toeneemt in de tijd wanneer veenmosgroei eenmaal op gang komt.

Op de locaties R3-R5 is in de toplaag de basenverzadiging overall $>80\%$ en de Al/Ca ratio $<0,1$. De concentratie uitwisselbaar calcium bedraagt $>8000-10000 \mu\text{mol/l}$. De Graaf et al (2009) meten in goed ontwikkelde natte heiden een mediane concentratie van 892 $\mu\text{mol/l}$ (174-8401: 10-90 percentiel) uitwisselbaar calcium (Ca-z) en in blauwgraslanden 26721 $\mu\text{mol/l}$ (12501-64262). In de

goed ontwikkelde vochtige tot natte schraallanden in het Aamsveen (R3, R4, R5) wordt een concentratie uitwisselbaar calcium van circa 8000-12000 $\mu\text{mol/l}$ gemeten (het is niet bekend of dit in het verleden hoger was). Dit bevestigt het beeld dat het vegetatietype zich op de overgang bevindt tussen een goed gebufferd heischraal grasland en/of een zwak gebufferd blauwgrasland.

4.3. Locatie R7 - R10 (deelgebied 10: noordelijke schraalland)

De vegetatieopnames op de referentielocaties R7-R10 worden weergegeven in bijlage 2. Zie figuur 4.9 en 4.12 voor foto's van de referentielocaties R7, R8, R9 en R10 en een beknopte typering.



Figuur 4.9. Foto van referentielocatie 7: deze locatie is zeer goed ontwikkeld met soorten als Gevlekte orchis (foto), Welriekende nachtorchis, Blauwe knoop en Sterzegge (foto rechts). Foto's: Mark van Mullekom.



Figuur 4.10. Foto van referentielocatie 8: deze locatie is goed ontwikkeld met soorten als Blauwe zegge, Kloksesgentiaan, Dopheide en Blauwe knoop (beiden op foto rechts). Foto's: Mark van Mullekom.



Figuur 4.11. Foto van referentielocatie 9 op de rand van een relatief zure geplagde zone waar CO₂ rijke kwel uittreedt. Foto's: Mark van Mullekom.



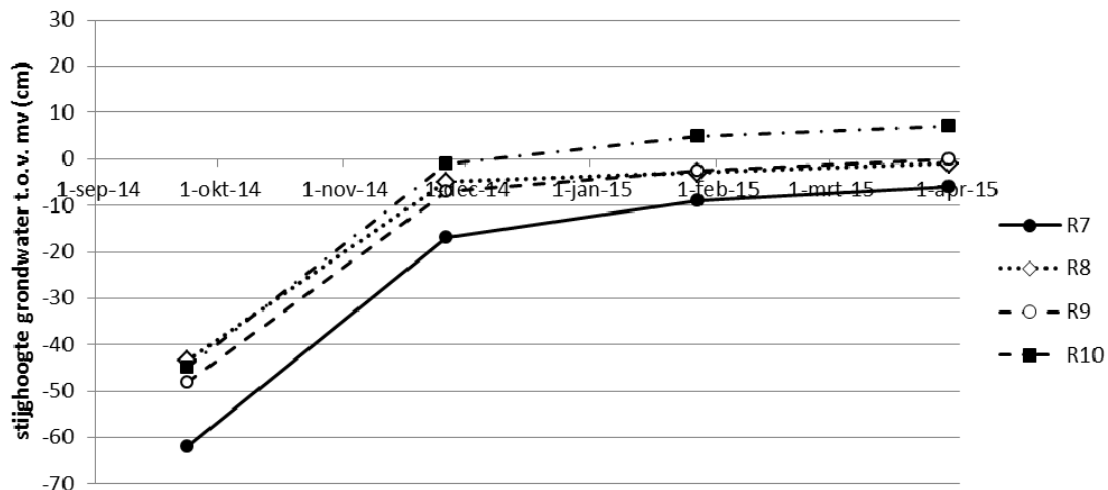
Figuur 4.12. Foto van de verzurende referentielocatie 10 met soorten als Blauwe zegge, Veldrus en Kleine zonnedauw. Ten noordoosten van de plot groeit Blauwe knoop (foto rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 4.5. Overzicht van de bodemchemie op de referentielocaties R7-R10 (diepte in centimeters beneden maaiveld) waarbij V = vochtpercentage; MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg droge bodem/l; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, -z = concentratie in een NaCl-extractie in $\mu\text{mol/l}$ bodem; -w = concentratie in een waterextractie in $\mu\text{mol/l}$ bodem en BV = indicatieve basenverzadiging in %. Zie tabel 4.1 voor de arcering van de verschillende klassen.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | Mg-z | P-z | NH ₄ -z | NO ₃ -w | BV |
|-----|--------|-------------------------|----|-----|----|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|-------|------|-----|--------------------|--------------------|----|
| R7 | 0-10 | zwartgrijs zand + veen | 38 | 0,7 | 14 | 492 | 5,7 | 66 | 10,3 | 19,7 | 2,3 | 3,6 | 1248 | 5168 | 0,24 | 290 | 3,7 | 80 | 2,4 | 68 |
| | 10-20 | zwart/grijs zand | 26 | 1,2 | 6 | 373 | 4,7 | 106 | 10,9 | 18,7 | 2,4 | 3,9 | 1525 | 3876 | 0,39 | 126 | 1,4 | 67 | 49,6 | 62 |
| | 20-40 | bruin/rood zand | 18 | 1,6 | 3 | 171 | 3,5 | 152 | 14,2 | 15,3 | 4,8 | 4,3 | 474 | 5585 | 0,08 | 98 | 1,0 | 57 | 18,0 | 92 |
| | 40-60 | geel/rood zand | 13 | 1,5 | 1 | 124 | 2,0 | 85 | 13,2 | 21,7 | 4,3 | 4,6 | 145 | 2856 | 0,05 | 60 | 0,6 | 32 | 1,0 | 98 |
| R8 | 0-10 | venig/organisch | 55 | 0,4 | 25 | 380 | 2,6 | 22 | 5,2 | 5,9 | 2,0 | 3,5 | 910 | 3716 | 0,24 | 152 | 2,5 | 147 | 14,5 | 60 |
| | 10-20 | veraard veen/zwart zand | 41 | 0,8 | 16 | 252 | 3,3 | 65 | 10,7 | 8,7 | 1,6 | 3,5 | 1352 | 6335 | 0,21 | 144 | 2,9 | 173 | 2,1 | 69 |
| | 20-40 | geel/rood zand | 18 | 1,4 | 2 | 150 | 1,2 | 98 | 9,6 | 14,0 | 5,2 | 4,0 | 1026 | 2215 | 0,46 | 65 | 0,8 | 49 | 12,5 | 65 |
| | 40-60 | geel zand | 16 | 1,6 | 1 | 104 | 1,1 | 107 | 14,5 | 22,8 | 9,2 | 4,2 | 933 | 1864 | 0,50 | 33 | 0,1 | 42 | 10,4 | 59 |
| R9 | 0-10 | venig/organisch | 40 | 0,7 | 15 | 570 | 3,2 | 42 | 9,6 | 16,8 | 2,2 | 3,8 | 645 | 5819 | 0,11 | 134 | 1,6 | 98 | 1,6 | 81 |
| | 10-20 | veraard veen/zwart zand | 27 | 1,2 | 6 | 287 | 2,4 | 52 | 12,8 | 15,0 | 2,6 | 4,0 | 683 | 7543 | 0,09 | 311 | 1,7 | 179 | 37,9 | 88 |
| | 20-40 | veraard veen/zwart zand | 26 | 1,3 | 5 | 336 | 3,6 | 241 | 25,9 | 53,7 | 5,8 | 4,4 | 556 | 9651 | 0,06 | 438 | 0,1 | 111 | 36,6 | 83 |
| | 40-60 | geel zand | 17 | 1,6 | 1 | 129 | 0,9 | 70 | 15,4 | 17,9 | 5,3 | 4,9 | 64 | 3246 | 0,02 | 207 | 0,2 | 53 | 15,9 | 93 |
| R10 | 0-10 | venig/organisch | 46 | 0,6 | 21 | 200 | 1,9 | 42 | 4,7 | 12,7 | 1,6 | 3,4 | 2275 | 3916 | 0,58 | 606 | 1,6 | 99 | 3,3 | 49 |
| | 10-20 | geel/rood zand | 19 | 1,5 | 2 | 193 | 1,2 | 68 | 12,5 | 10,8 | 3,9 | 3,9 | 1536 | 544 | 2,83 | 73 | 1,1 | 64 | 9,7 | 19 |
| | 20-40 | geel/rood zand | 17 | 1,4 | 1 | 120 | 0,8 | 67 | 3,8 | 12,9 | 2,9 | 4,1 | 1342 | 369 | 3,64 | 44 | 0,7 | 53 | 13,2 | 15 |
| | 40-60 | geel zand | 17 | 1,6 | 1 | 35 | 0,7 | 95 | 5,1 | 25,2 | 4,4 | 4,2 | 1461 | 377 | 3,88 | 41 | 0,6 | 64 | 21,6 | 24 |

Tabel 4.6. Overzicht van de grondwaterkwaliteit op de referentielocaties in de peilbuizen met het filter op 50 en 100 cm-mv in September 2014 en maart 2015. Het EGV wordt weergegeven in $\mu\text{S/cm}$, de alkaliniteit in meq/l en de overige concentraties in $\mu\text{mol/l}$.

| Nr | Diepte | Maand | pH | Alk | EGV | CO ₂ | HCO ₃ ⁻ | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ |
|-----|--------|--------|-------|-----|-----|-----------------|-------------------------------|------|-----|-------|------|-----|----|-----|------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| R7 | 50 | sep'14 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | mrt'15 | 5,9 | 0,8 | 207 | 1704 | 543 | 16,8 | 211 | 4,7 | 14,4 | 0,8 | 13 | 44 | 11,5 | 23,8 | 146 | 9 | 97 |
| | 100 | sep'14 | 5,7 | 0,8 | 63 | 2671 | 578 | 42,2 | 236 | 19,6 | 19,2 | 0,8 | 15 | 85 | 0,8 | 2,1 | 122 | 5 | 96 |
| | | mrt'15 | 5,9 | 0,6 | 63 | 1792 | 617 | 9,9 | 232 | 9,3 | 20,0 | 0,4 | 16 | 75 | 5,4 | 11,8 | 320 | 9 | 293 |
| R8 | 50 | sep'14 | 6,0 | 0,7 | 65 | 1095 | 446 | 38,8 | 261 | 9,4 | 15,4 | 1,0 | 26 | 113 | 0,5 | 3,6 | 73 | 4 | 55 |
| | | mrt'15 | 5,4 | 0,5 | 33 | 1668 | 175 | 34,3 | 51 | 65,7 | 3,5 | 0,4 | 10 | 87 | 0,5 | 2,0 | 103 | 9 | 72 |
| | 100 | sep'14 | 5,6 | 0,7 | 65 | 3103 | 530 | 24,3 | 221 | 22,1 | 24,8 | 1,6 | 36 | 125 | 0,8 | 3,4 | 198 | 5 | 98 |
| | | mrt'15 | 6,0 | 1,0 | 77 | 1807 | 725 | 16,8 | 256 | 23,2 | 47,4 | 0,2 | 30 | 124 | 0,2 | 2,2 | 119 | 9 | 51 |
| R9 | 50 | sep'14 | 6,2 | 1,7 | 177 | 2510 | 1548 | 46,7 | 692 | 53,1 | 90,2 | 0,7 | 65 | 206 | 2,9 | 6,2 | 361 | 8 | 208 |
| | | mrt'15 | 6,0 | 1,4 | 150 | 3752 | 1388 | 49,1 | 499 | 219,9 | 46,0 | 0,9 | 52 | 166 | 0,9 | 2,8 | 309 | 9 | 222 |
| | 100 | sep'14 | 5,9 | 1,5 | 172 | 4086 | 1414 | 35,4 | 605 | 121,2 | 70,2 | 0,7 | 57 | 230 | 0,8 | 6,3 | 421 | 5 | 290 |
| | | mrt'15 | 5,7 | 0,9 | 138 | 4145 | 905 | 39,4 | 429 | 69,0 | 41,6 | 0,9 | 52 | 184 | 0,3 | 4,9 | 389 | 14 | 426 |
| R10 | 50 | sep'14 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | mrt'15 | 6,1 | 1,0 | 99 | 2125 | 1031 | 39,2 | 439 | 20,3 | 18,8 | 0,2 | 21 | 115 | 1,8 | 0,0 | 151 | 9 | 71 |
| | 100 | sep'14 | 5,5 | 0,5 | 355 | 2733 | 374 | 47,8 | 51 | 30,9 | 9,5 | 0,2 | 15 | 223 | 0,8 | 0,4 | 244 | 4 | 95 |
| | | mrt'15 | 5,3 | 0,3 | 30 | 2826 | 229 | 22,1 | 29 | 35,4 | 6,9 | 0,3 | 10 | 188 | 1,2 | 1,4 | 188 | 9 | 56 |



Figuur 4.13. Overzicht van de stijghoogtes van het grondwater (filter peilbuis op 100 cm-mv) op de referentielocatie R3-R6. Op basis van stijghoogteverschillen ten opzichte van de ondiepe buis kan worden afgeleid in hoeverre sprake is van kwel of infiltratie (kwantitatieve hydrochemie Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar).

Locatie 7 is goed ontwikkeld met soorten als Welriekende nachtorchis, Gevlekte orchis, Blauwe knoop, Klokjesgentiaan, Sterzegge, Pilzegge, Blauwe zegge en Kruiwilg. Op locatie 8 is onder andere Kruiwilg, Dopheide, Struikheide Blauwe knoop en Klokjesgentiaan aangetroffen. In deze zone, op de overgang naar de dekzandrug ten zuidoosten van het schraalland, is de vegetatieontwikkeling het beste. In het overige deel van het schraalland neemt de kwaliteit af. Om deze achteruitgang te stoppen en de ontwikkeling van doelsoorten te stimuleren wordt er kleinschalig geplagd. Dit is echter weinig succesvol. In de lage delen (o.a. referentielocatie R9) groeit vooral Knolrus en veenmossen. Daarnaast is op locatie R9 Sterzegge, Pilzegge, Zwarte zegge, Geelgroene zegge, Tormentil, Blauwe knoop, Kleine zonnedauw en Dophei waargenomen. Locatie R10 is grenst aan de plagzone. Op 12 juni 2015 zijn onder andere Klokjesgentiaan, Pijpestrootje, Tormentil, Kleine zonnedauw, Dophei, Blauwe zegge, Zwarte zegge en Veldrus waargenomen. Op deze locatie is de vegetatieontwikkeling achteruit gegaan.

De toplaag van locatie R7 (0-20 cm-mv) is minder gebufferd in vergelijking met de bodem op 20-60 cm-mv. Dit blijkt onder andere uit de lagere calciumconcentraties (Ca-t 10,3-10,9 vs. 13,2-14,2 mmol/l, Ca-z 3876-5168 vs. 2856-5585 $\mu\text{mol/l}$), de hogere aluminiumconcentraties (1248-1525 $\mu\text{mol/l}$ vs. 145-474 $\mu\text{mol/l}$), de hogere Al/Ca ratio (0,24-0,39 vs. 0,05-0,08) en de lagere basenverzadiging (62-68 vs. 92-98%). De stijghoogte van het zwak gebufferde grondwater (alkaliniteit 0,6-0,8 meq/l en Ca-t ± 225 $\mu\text{mol/l}$) in de peilbuizen op locatie R7 komt pas vanaf december 2014 in de wortelzone en eind januari in de bovenste 10 cm van de bodem. Aanvullende poriewater analyses dienen uit te wijzen in hoeverre het gebufferde grondwater daadwerkelijk in de wortelzone komt of dat in deze zone de invloed van neerslagwater dominant is. Uit metingen van Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar blijkt dat het grondwater in deze zone (het keileem zit diep onder het zandpakket) in de zomerperiode dieper wegzakt in vergelijking met de zuidelijke locaties waar het keileem relatief ondiep zit (waardoor het grondwater tevens sterker gebufferd is). Op basis van de bodemchemische en hydrologische data is een verdere achteruitgang van de vegetatie in de toekomst te verwachten. De stijghoogte van het grondwater is niet hoog genoeg waardoor gedurende een te korte periode zwak gebufferd grondwater in het maaiveld uittreedt. Ook is het grondwater maar weinig gebufferd. Mogelijk hebben de plagwerkzaamheden ook een negatieve invloed op de grondwaterstanden op de

flanken van de dekzandrug. Deze grondwaterinvloed dient te worden versterkt. Dergelijke (waarschijnlijk ook in het verleden) marginaal gebufferde locaties zijn heel erg kwetsbaar voor een geringe afname van de basenaanreiking.

Op referentielocatie R8 is de stijghoogte van het grondwater circa 10-20 cm hoger in vergelijking met locatie R7. Op 0-10 cm is deze locatie zuurder dan R7 (Ca-t 5,2 mmol/l en Ca-z 3716 $\mu\text{mol/l}$) terwijl de bodemchemie op 10-20 cm-mv overeenkomt (Ca-t 10,7 mmol/l en Ca-z 6335 $\mu\text{mol/l}$). Op 20-60 cm-mv is de bodem echter eveneens zuur. De uitwisselbare aluminiumconcentraties zijn vergelijkbaar met de toplaag ($\pm 900-1000 \mu\text{mol/l}$), echter de concentraties uitwisselbaar calcium zijn lager ($\pm 2000 \mu\text{mol/l}$) waardoor de Al/Ca ratio $\pm 0,5$ bedraagt. Dit verklaart waarom op deze een soortenrijke natte heide / heischraal grasland ontwikkeld. Het grond water is maar weinig gebufferd. Onder invloed van voldoende (zwak) gebufferd grondwater kunnen soorten als Blauwe knoop (en Klokjesgentiaan) zich hopelijk handhaven.

Op de referentielocatie in de plagzone (R9) is de toplaag eveneens verzuurd terwijl het grondwater gebufferd is (alkaliniteit 0,9-1,7 meq/l, Ca 429-692 $\mu\text{mol/l}$) in de stijghoogte in de peilbuis (figuur 4.3) circa 0-10 cm-mv is. Mogelijk wordt dit weggedrukt doordat er in de winterperiode onvoldoende doorstroming plaatsvindt en regenwater stagneert. Op basis van stijghoogteverschillen ten opzichte van de ondiepe buis kan worden afgeleid in hoeverre sprake is van kwel of infiltratie (kwantitatieve hydrochemie Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar). De mate van buffering van de bodem neemt toe in de diepte tot 40 cm-mv. De veenmosontwikkeling duidt erop dat met name de toplaag van de bodem is verzuurd, waarschijnlijk als gevolg van de stagnatie van regenwater op het maaiveld. De zure *Sphagnum* toplaag op de hieronder liggende nog gebufferde bodem, stimuleert de veenmosgroei omdat hierbij veel kooldioxide vrijkomt.

Op referentielocatie R10 is sprake van een zure toplaag van 10 cm (Al-z 2275 $\mu\text{mol/l}$, pH-z 3,4, Ca-t 4,7 mmol/l). Doordat er nog een redelijke concentratie uitwisselbaar calcium aanwezig is (Ca-z 3916 $\mu\text{mol/l}$), is de Al/Ca ratio 0,59 en de basenverzadiging 49%. Omdat de bodem op 10-60 cm-mv zuur is (Ca-z 369-544 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca 2,8-3,9 en basenverzadiging 15-24%) is deze locatie zeer kwetsbaar voor (verdere) verzuring. De stijghoogtes ten opzichte van maaiveld zijn hoger in vergelijking met locatie R7-R9. Het is echter niet duidelijk in hoeverre het grondwater in de winterperiode op deze locatie voor aanrijking met basen zorgt of wordt weggedrukt door stagnatie van uittredend grondwater en/of regenwaterlenzen. Het grondwater op 100 cm-mv is echter dermate zwak gebufferd (alkaliniteit 0,3-0,5 meq/l en Ca 29-51 $\mu\text{mol/l}$) waardoor nauwelijks verzuring kan worden tegengegaan en ontwikkeling van/richting natte heide voor de hand ligt. De kwaliteit komt overeen met de oppervlaktewaterkwaliteit van het stagnerende water (OW8, paragraaf 5.10).

Mogelijke maatregelen om verdere verzuring in deelgebied 10 tegen te gaan of de mate van buffering van de toplaag te herstellen zijn:

- Geen verdere plagwerkzaamheden meer uit te voeren;
- Het versterken van de grondwaterinvloed: er is meer aanrijking met basen vereist in de toplaag om (verdere) verzuring tegen te gaan en de mate van buffering te versterken. Er is meer toestroming van gebufferd grondwater nodig dat ook gedurende een langere periode in de wortelzone of het maaiveld uittreedt.
- Zorgen voor regenwaterafvoer in de winterperiode in de geplagde zone. De hogere grondwaterpeilen als gevolg van het vasthouden van regenwater in de winter voorkomen

mogelijk dat er een opwaartse grondwaterstroming kan optreden waarbij meer gebufferd water wordt aangevoerd in de wortelzone.

- Optioneel een eenmalig bekalken op locatie R7, R8 en R10 met 2000 kg Dolokal per hectare.

4.4. Hydrologie en bodemchemie referentielocaties

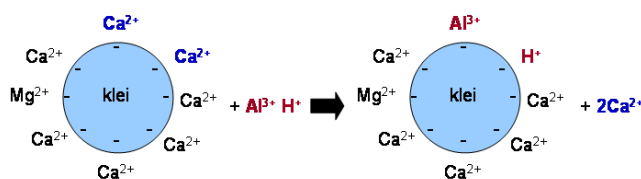
In de tijdelijke peilbuizen op de referentielocaties is zelfs in de ondiepste filters overal overwegend matig gebufferd grondwater aangetroffen. Opmerkelijk daarbij is dat dit niet alleen het geval is op de goed ontwikkelde locaties (R3, R4, R5, R7 en R8), maar ook op de verzuurde locaties (R1, R2, R6, R9 en R10). Dus het verschil in de goed en slecht ontwikkelde locaties heeft niet te maken met het al dan niet aanwezig zijn van (zwak) gebufferd grondwater ondiep in de bodem, maar met de bodemeigenschappen en het al dan niet kunnen doordringen van het diepere grondwater in de toplaag van de bodem (wortelzone). Vanwege de matige buffering van het grondwater moet er voldoende lang een voldoende hoge aanvoer zijn van dit grondwater om verzuring te kunnen voorkomen. Geadviseerd wordt om stijghoogtes van het grondwater na te streven waarbij gedurende minimaal 6 maanden sprake is van een opwaartse grondwaterstroming waardoor aanvoer van basen tot in de wortelzone plaatsvindt. Dit kan waarschijnlijk alleen gerealiseerd worden onder voorwaarde dat het uittredende grondwater (doorstroming/stagnatie voorkomen) en regenwater (voorkomen vorming regenwaterlenzen) via maaiveld of ondiepe greppels wordt afgevoerd. In de zomerperiode dient de toplaag beperkt droog te vallen.

De goed tot zeer goed ontwikkelde locaties 3, 4, 5, (7, reeds verzurend) en 8 hebben een gemiddelde totaal-P concentratie in toplaag (0-10 cm) van 3,5 mmol/l en een Olsen-P concentratie van 350 $\mu\text{mol/l}$. Deze concentraties worden als streefconcentratie gebruikt bij de beoordeling van de potentiële uitbreidingslocaties in hoofdstuk 5. Op basis van de referentiemetingen in het Aamsveen kan tevens worden gesteld dat voor de ontwikkeling van soortenrijke vochtige tot natte schraallanden, als heischraal grasland/blauwgrasland, (zwak) gebufferde omstandigheden met een Ca-z concentratie van $>(8500-)$ 10.000 $\mu\text{mol/l}$, een Al/Ca ratio $<0,1$, een pH-z $>(3,5-)$ 4 en een basenverzadiging $>80\%$ vereist is.

KADER 2. BUFFERING ZWAKGEBUFFERDE SCHRAALLANDEN

Natte schraalgraslanden komen voor op vochtige locaties, waar de grondwaterstand periodiek fluctueert. In de zomer droogt de bovenlaag licht uit en in de winter is de grondwaterstand lang genoeg hoog om de relatief kleine basenvoorraad, voornamelijk bestaande uit calcium en magnesium, in de bovenste bodemlaag aan te vullen. Het schraalland staat dan enige weken tot enige maanden plasdras.

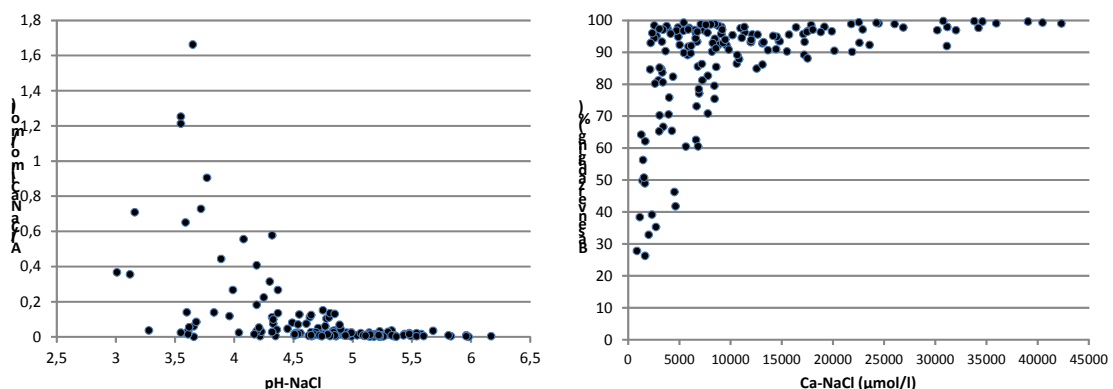
Het water moet voldoende basenrijk zijn, maar mag ook weer niet te hard zijn. De periode die nodig is om de basenvoorraad 'op te laden' in de winter is afhankelijk van de basenrijkdom (hardheid) van het water. Zo kan circa 250 dagen grondwaterinvloed in maaiveld vereist zijn om verzuring te voorkomen. Tijdens de lichte verdroging in de zomer moet de basenvoorraad namelijk voldoende zijn om een al te grote verzuring door oxidatie te voorkomen.



Figuur A. Kationenuitwisseling aan het bodemabsorptiecomplex. Naar: De Graaf et al, 1994.

De aluminium- en calciumconcentraties in het zoutextract geven een beeld van de buffercapaciteit van de bodem. De aluminiumconcentratie in het zoutextract neemt toe naarmate de pH lager wordt omdat aluminiumhydroxiden in oplossing gaan bij lage pH's. De calciumconcentraties in het zoutextract zijn daarentegen lager naarmate de zuurgraad van de bodem afneemt.

Het principe van de uitwisseling tussen basische kationen ($\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$) en zuurionen (H^+) en aluminiumionen (Al^{3+}) is weergegeven in Figuur A. Als alle basische kationen zijn vervangen door zuurionen of aluminium, neemt de concentratie zuurionen in het bodemvocht toe en daalt de pH. Uit figuur b kan globaal worden afgeleid dat bij een pH-NaCl $>4,5$ de Al/Ca ratio $<0,1$ is en dat bij een Ca-NaCl concentratie $>10.000 \mu\text{mol/l}$ de basenverzadiging $>80\%$ is. Voor goed ontwikkelde soortenrijke schraallanden is een Al/Ca ratio $<0,1$ in combinatie met een concentratie uitwisselbaar calcium van $>10.000 \mu\text{mol/l}$ een pré.



Figuur B. Correlatie (Aamsveen bodems) tussen de pH-NaCl en de Al/Ca ratio in het zoutextract (links) en de correlatie tussen de concentratie zoutuitwisselbaar calcium (Ca-NaCl) en de basenverzadiging.

5. Natuurontwikkelingsmogelijkheden per deelgebied

In dit hoofdstuk worden per deelgebied de natuurontwikkelingsmogelijkheden toegelicht. Hierbij licht de nadruk op de bodemchemie. Op locatie Bo1-Bo15 zijn tevens de uitmijnmogelijkheden (kader 4) in kaart gebracht. Zie bijlage 4 voor een praktisch uitmijnadvis. Lokaal wordt ook de oppervlaktewaterkwaliteit en de grondwaterkwaliteit (hoofdstuk 3) toegelicht. De referentielocaties zijn behandeld in hoofdstuk 4.

Op basis van de referentiemetingen wordt in dit hoofdstuk een Olsen-P streefconcentratie van 350 $\mu\text{mol/l}$ en een P-totaal ondergrens van 3,5 mmol/l gehanteerd bij de beoordeling van de potentiële uitbreidingslocaties. In combinatie met voldoende gebufferde omstandigheden met een Ca-z concentratie van $>(8500-10.000) \mu\text{mol/l}$, een Al/Ca ratio $< 0,1$, een pH-z $> (3,5-4)$ en een basenverzadiging $>80\%$ kunnen soortenrijke vochtige tot natte schraallanden (heischraal grasland/blauwgrasland) tot ontwikkeling komen, mits de hydrologie op orde is.

5.1. Deelgebied 1: ontginningsstroken zuid

In deelgebied 1 is een smalle, langgerekte, voormalige ontginningsstrook bemonsterd (raai A-A'). De strook is geheel begroeid met wilgenstruweel en riet. In deze zone is slechts een dun zandpakket aanwezig en zit het keileem op circa 1-2 m diepte. De diepte van het keileem neemt af in westelijke richting (tabel 3.1).



Figuur 5.1. Links: foto van (zuur) water wat in noordelijke richting over het oost-west pad stroomt in de riet- en wilgenruigte (tussen Bo16 en Bo17). Rechts: Locatie Bo18 met peilbuizen Tpb1. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.1. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). V = vochtpercentage; MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; OS = percentage organische stof (gloeiverlies); Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, -z = concentratie en pH in een zoutextractie (NaCl). MA35 = indicatieve verschrallingsduur (in jaren) per bodemlaag door middel van jaarlijks eenmalig maaien en afvoeren bij een P-afvoer van 10 kg/ha/jaar op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 350 $\mu\text{mol/l}$ en een totaal-P concentratie van minimaal 3,5 mmol/l (op basis van de referentiemetingen). De arcering (van groen naar zwart) is indicatief voor de verschrallingsduur en de geschiktheid van de bodemlaag voor de beoogde ontwikkeling van voedselarme, soortenrijke natuur.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO ₃ -z | NH ₄ -z | BV | MA35 |
|----|--------|---------------------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|--------------------|--------------------|----|------|
| 16 | 0-20 | grijs/zwart zand | 36 | 1,0 | 10,7 | 2362 | 16,1 | 111 | 36 | 43 | 3 | 7 | 16,0 | 4,7 | 223 | 12572 | 0,02 | 0 | 1121 | 4 | 0 | 521 | 85 | 79 |
| | 20-35 | licht veraard veen | 77 | 0,2 | 46,6 | 230 | 4,2 | 21 | 44 | 15 | 0 | 4 | 21,7 | 4,2 | 50 | 16415 | 0,00 | 0 | 2646 | 7 | 18 | 265 | 98 | 0 |
| | 35-50 | intact veen | 76 | 0,2 | 75,7 | 191 | 2,7 | 19 | 53 | 22 | 0 | 6 | 15,0 | 4,4 | 69 | 19190 | 0,00 | 0 | 3768 | 1 | 4 | 307 | 98 | 0 |
| 17 | 0-20 | grijs/zwart zand | 25 | 1,3 | 3,6 | 2109 | 18,5 | 75 | 33 | 38 | 1 | 5 | 11,7 | 4,9 | 89 | 11125 | 0,01 | 0 | 480 | 3 | 30 | 330 | 94 | 94 |
| | 20-35 | grijs/zwart zand + houtig | 31 | 1,1 | 8,9 | 844 | 5,3 | 50 | 45 | 20 | 0 | 2 | 11,4 | 5,2 | 43 | 17897 | 0,00 | 0 | 906 | 2 | 13 | 225 | 99 | 9 |
| | 35-50 | grijs/zwart zand + houtig | 25 | 1,4 | 2,4 | 386 | 2,2 | 46 | 23 | 8 | 0 | 2 | 7,2 | 5,1 | 99 | 10991 | 0,01 | 0 | 602 | 6 | 6 | 129 | 97 | 0 |
| | 80-100 | geel zand | 17 | 1,4 | 0,8 | 449 | 1,8 | 73 | 15 | 13 | 1 | 5 | 3,1 | 5,4 | 52 | 5420 | 0,01 | 21 | 373 | 2 | 6 | 103 | 97 | 0 |
| 18 | 0-20 | zwart 'vet' zand | 28 | 1,2 | 5,8 | 3392 | 18,7 | 47 | 28 | 42 | 2 | 5 | 8,8 | 5,0 | 87 | 10848 | 0,01 | 408 | 1016 | 7 | 20 | 215 | 88 | 95 |
| | 20-35 | grijs/zwart zand | 27 | 1,2 | 7,7 | 814 | 5,6 | 57 | 53 | 46 | 0 | 2 | 8,5 | 5,4 | 63 | 17572 | 0,00 | 138 | 980 | 4 | 4 | 156 | 97 | 10 |
| | 35-50 | grijs/zwart zand | 20 | 1,3 | 2,9 | 712 | 6,7 | 57 | 27 | 27 | 1 | 3 | 5,2 | 5,2 | 62 | 10220 | 0,01 | 0 | 636 | 4 | 15 | 140 | 95 | 15 |

Vooral de toplaag (0-20 cm-mv) is sterk verrijkt met fosfaat (totaal-P 16-19 mmol/l en Olsen-P 2100-3400 $\mu\text{mol/l}$). Vanaf 20 cm diepte zijn voedselarme (locatie 16: Olsen-P 230 $\mu\text{mol/l}$) tot matig voedselrijke (locatie 17 en 18: Olsen-P ± 800 $\mu\text{mol/l}$) omstandigheden aanwezig. Op basis van de concentraties totaal calcium (44-53 mmol/l), totaal ijzer (15-46 mmol/l), uitwisselbaar calcium (± 17000 $\mu\text{mol/l}$) en de Al/Ca ratio ($< 0,1$) kan worden gesteld dat deze locatie, onder de juiste hydrologische omstandigheden en in combinatie met de aanwezigheid van gebufferd grondwater (Tpb1 en 2: alkaliniteit $\pm 1,5$ meq/l, ± 600 -850 $\mu\text{mol/l}$ Ca en > 100 $\mu\text{mol/l}$ Fe (Tpb2); hoofdstuk 3), geschikt is voor de ontwikkeling van een nat schraalland. Onder nattere omstandigheden behoort de ontwikkeling van een trilveenachtige vegetatie voor de hand. Op basis van de totaal-P en Olsen-P concentraties op locatie 17 en 18 (20-35 cm-mv) is een (aanvullend) verschrallings-/maai-beheer vereist om wilgenontwikkeling en verruiging tegen te gaan.

5.2. Deelgebied 2: zuidelijke schraallandrelict

Zie paragraaf 4.1 voor een beschrijving van de referentielocaties R1 en R2. Bo19 en Bo20 zijn verzameld in het (relatief droge) Elzenbroekbos ten westen van het schraallandrelict. Dit is mogelijk een uitbreidingslocatie van het areaal aan vochtig tot nat schraalland.



Figuur 5.2. Foto van locatie Bo19 (links) en 20 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.2: Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|------------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|-------|-------|----|------|
| 19 | 0-20 | veraard veen | 59 | 0,4 | 48,2 | 604 | 9,4 | 65 | 54 | 77 | 1 | 4 | 30,2 | 4,0 | 417 | 17212 | 0,02 | 0 | 1563 | 4 | 19 | 1339 | 89 | 25 |
| | 20-40 | veraard veen | 44 | 0,7 | 25,7 | 386 | 9,4 | 188 | 45 | 36 | 0 | 6 | 13,9 | 4,7 | 215 | 18837 | 0,01 | 0 | 1331 | 1 | 18 | 748 | 96 | 4 |
| | 40-50 | geel zand | 25 | 1,3 | 5,8 | 1299 | 17,3 | 337 | 45 | 45 | 0 | 12 | 7,9 | 5,2 | 109 | 17121 | 0,01 | 0 | 1271 | 2 | 1 | 235 | 96 | 59 |
| 20 | 0-20 | veraard veen | 58 | 0,5 | 30,6 | 1052 | 5,8 | 34 | 9 | 23 | 1 | 2 | 22,1 | 3,0 | 1705 | 4650 | 0,37 | 94 | 684 | 44 | 6 | 503 | 42 | 14 |
| | 20-35 | grijs/zwart zand | 18 | 1,4 | 2,8 | 439 | 2,3 | 69 | 5 | 12 | 1 | 4 | 8,2 | 3,6 | 1083 | 1665 | 0,65 | 0 | 168 | 18 | 2 | 358 | 26 | 0 |
| | 35-50 | geel zand | 15 | 1,6 | 1,5 | 229 | 1,4 | 69 | 7 | 16 | 1 | 5 | 3,4 | 3,7 | 1468 | 2018 | 0,73 | 225 | 141 | 2 | 1 | 199 | 33 | 0 |
| | 80-100 | keileem | 13 | 1,6 | 1,2 | 115 | 4,1 | 303 | 68 | 190 | 56 | 81 | 2,6 | 4,6 | 152 | 26041 | 0,01 | 264 | 3195 | 1 | 8 | 43 | 99 | 0 |



Figuur 5.3. Foto van een slootrestant met Waterviolier (draineert gebufferd grondwater) ten zuiden van B019. Foto: Mark van Mullekom.

Het kappen van bos zou een maatregel kunnen zijn waarmee het bos wordt omgevormd tot schraalland. Tijdens de bemonstering is 5-10 cm strooisel verwijderd. Op locatie 19 zit onder het (ammoniumrijke) veraarde veen echter een voedselrijke zandlaag (40-50 cm-mv) met 17,3 mmol/l totaal-P 1299 $\mu\text{mol/l}$ Olsen-P. Afgraven tot op deze voedselrijke zandlaag wordt niet aanbevolen. Alternatieven zijn: strooisel verwijderen of (indien inpasbaar in het systeem, in combinatie met het afgraven van een deel van het veraarwd veen) 20 cm afgraven en onder de juiste hydrologische omstandigheden een nat tot vochtig schraalland ontwikkelen op het matig voedselrijke (9,4 mmol/l totaal-P en 386-604 $\mu\text{mol/l}$ Olsen-P) veraarde veen. Mogelijk is hier beperkt aanvullend verschrallingsbeheer vereist. Door droogval van de toplaag in de zomermaanden kan de verzuuring sowieso worden beperkt. Hiermee verhoog je tevens de afvoer van stikstof uit het systeem door gekoppelde nitrificatie/denitrificatie.

Op locatie 20 daarentegen volstaat het afgraven van 20 cm veraard veen voor de ontwikkeling van voedselarme natuur. Er is echter (zeer verrassend, op basis van het bosype) sprake van een zure zandbodem vanaf 20 cm-mv (Ca-t 5-7 mmol/l, Ca-z 1665-2018 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca $\pm 0,7$) waardoor de ontwikkeling van natte heide voor de hand ligt. Echter, ook in het verleden moet er aanreiking met gebufferd grondwater zijn geweest. Anders was dit Elzenbos niet tot ontwikkeling gekomen. Door middel van systeemherstel (beperken drainerende werking Glanerbeek) en daarmee het herstellen van de invloed van sterk gebufferd grondwater (het keileem zit ondiep) kan de basenvoorraad wellicht voldoende worden hersteld voor de ontwikkeling van een heischraal grasland.

5.3. Deelgebied 3: grasland zuid

Deze strook voormalig landbouwgebied is in 1990 verworven, en sindsdien wordt hier een verschrallingsbeheer gevoerd (in principe één keer per jaar maaien en afvoeren). Tevens zijn in de eerste helft van de jaren negentig een aantal (delen van) sloten gedempt. De vegetatie oogt vrij voedselrijk (veel Pitrus, maar lokaal ook Veldrus) al komt lokaal onder andere Zwarte zegge, Blauwe zegge en Gevlekte orchis voor. Het grasland is zeer nat en in de winter wordt een groot deel geïnundeerd. Uit een boorgatonderzoek van Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar blijkt vlak onder de oppervlakte (matig) gebufferd water aanwezig. Dit grondwater kan het maaiveld echter niet goed bereiken als gevolg van een gebrekkige afvoer naar de slenk of de Glanerbeek waardoor regenwaterlenzen ontstaan. De zone ter hoogte van Bo21 is vrijwel permanent nat of geïnundeerd en de vegetatie wordt hier gedomineerd door Pitrus en Mannagras. Bronnen van de nutriënten zijn het voormalige landbouwkundige gebruik en de instroom van voedselrijk (zie paragraaf 5.7) oppervlaktewater uit de Glanerbeek. Interne eutrofiëringsprocessen leiden tot extra P-mobilisatie.



Figuur 5.4. Foto van deelgebied 3 (links) en het maaibeheer op 24/25 september 2014. Op het perceel groeit veel Pitrus maar lokaal ook Veldrus en onder andere Zwarte zegge en Gevlekte orchis tussen/op een viltige moslaag. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.3. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting. De vervilte moslaag van 3-15 cm is niet bemonsterd.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|---------------------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|-------|-------|----|------|
| 21 | 15-30 | zwart zand | 37 | 1,0 | 8,2 | 1236 | 10,1 | 43 | 11 | 13 | 3 | 4 | 17,2 | 4,4 | 317 | 7807 | 0,04 | 483 | 385 | 6 | 1 | 207 | 83 | 31 |
| | 30-45 | zwart zand | 61 | 0,4 | 37,2 | 262 | 5,6 | 30 | 46 | 30 | 1 | 2 | 27,8 | 4,8 | 183 | 15529 | 0,01 | 388 | 581 | 2 | 0 | 62 | 90 | 0 |
| | 45-65 | geel zand | 16 | 1,5 | 1,2 | 515 | 2,6 | 74 | 15 | 16 | 3 | 5 | 3,4 | 4,7 | 135 | 5045 | 0,03 | 538 | 242 | 3 | 3 | 28 | 92 | 0 |
| 22 | 2-20 | zwart zand, licht gevlekt | 25 | 1,3 | 8,0 | 477 | 4,7 | 47 | 49 | 32 | 0 | 2 | 8,5 | 5,0 | 202 | 31157 | 0,01 | 277 | 999 | 3 | 1 | 287 | 92 | 8 |
| | 20-40 | zwart zand, licht gevlekt | 25 | 1,3 | 6,3 | 905 | 6,0 | 52 | 32 | 16 | 2 | 2 | 8,6 | 4,8 | 209 | 17255 | 0,01 | 282 | 727 | 7 | 4 | 353 | 93 | 15 |
| | 40-60 | oranje zand | 20 | 1,2 | 3,3 | 684 | 3,1 | 120 | 19 | 19 | 4 | 8 | 4,0 | 5,1 | 171 | 8280 | 0,02 | 252 | 740 | 2 | 12 | 104 | 93 | 0 |
| 23 | 5-10 | zwart zand veel wortels | 34 | 1,1 | 5,0 | 967 | 7,3 | 72 | 25 | 20 | 4 | 6 | 13,4 | 4,9 | 72 | 9293 | 0,01 | 308 | 466 | 2 | 3 | 413 | 93 | 6 |
| | 10-20 | geel zand | 14 | 1,5 | 0,7 | 95 | 1,4 | 101 | 16 | 22 | 4 | 11 | 3,1 | 5,5 | 85 | 4159 | 0,02 | 277 | 229 | 2 | 13 | 72 | 96 | 0 |
| | 20-35 | geel zand | 13 | 1,6 | 0,6 | 168 | 1,5 | 116 | 26 | 21 | 4 | 9 | 4,2 | 5,5 | 105 | 6616 | 0,02 | 508 | 480 | 3 | 33 | 276 | 94 | 0 |
| | 35-50 | zwart zand | 21 | 1,3 | 5,0 | 886 | 6,6 | 103 | 40 | 28 | 5 | 9 | 10,7 | 5,5 | 58 | 17483 | 0,00 | 454 | 1365 | 4 | 8 | 697 | 96 | 14 |
| 24 | 3-10 | zwart zand | 34 | 1,0 | 10,7 | 738 | 8,3 | 65 | 29 | 26 | 3 | 4 | 14,2 | 4,2 | 252 | 8584 | 0,03 | 23 | 628 | 5 | 2 | 280 | 91 | 14 |
| | 20-35 | geel zand zwart gevlekt | 17 | 1,5 | 1,9 | 640 | 3,4 | 121 | 15 | 20 | 4 | 7 | 7,0 | 4,9 | 262 | 6162 | 0,04 | 44 | 510 | 2 | 14 | 134 | 92 | 0 |
| | 35-50 | zwart zand | 31 | 0,9 | 10,2 | 574 | 6,3 | 35 | 24 | 16 | 2 | 3 | 13,6 | 4,7 | 160 | 12655 | 0,01 | 2 | 1659 | 3 | 10 | 217 | 96 | 11 |
| | 80-100 | oranje zand | 24 | 1,3 | 4,0 | 517 | 4,1 | 72 | 22 | 17 | 3 | 5 | 9,0 | 5,0 | 214 | 9507 | 0,02 | 57 | 1146 | 2 | 4 | 180 | 94 | 4 |

Uit de data blijkt dat locatie Bo21 nog het rijkst is aan fosfaat (P-t 10,1 mmol/l, Olsen-P 1236 µmol/l). Door de natte omstandigheden kan op deze locatie waarschijnlijk geen optimaal verschrallingsbeheer worden gevoerd. Bovendien kan door middel van inundatie met water uit de Glanerbeek verrijking plaatsvinden. Op de overige locaties naderen de P-concentraties de streefconcentraties die horen bij een vochtig tot nat schraalland (Olsen-P ±350 µmol/l). Op

locatie 22 (totaal-P 4,7 mmol/l en Olsen-P 477 $\mu\text{mol/l}$) volstaat een verschrallingsbeheer voor de bodemlaag van 0-20 cm van circa 8 jaar. We zien echter dat de bodem op 20-40 cm-mv (beperkt) voedselrijker is. Bij een gebrek aan nutriënten is het mogelijk dat planten dieper gaan wortelen en fosfaat uit deze bodemlaag opnemen waardoor een langere verschrallingsduur nodig is. Op locatie 23 (totaal-P 7,3 mmol/l en Olsen-P 967 $\mu\text{mol/l}$) volstaat een verschrallingsbeheer van circa 6 jaar voor de dunne (5 cm) licht verrijkte toplaag. Op locatie 24 (totaal-P 4,7 mmol/l en Olsen-P 477 $\mu\text{mol/l}$) is de toplaag van 10 cm binnen circa 14 jaar te verschrallen.

In het gebied is sprake van een lokaal dikke viltige moslaag. Dit is niet gunstig voor een effectieve verdere verschralling van de bodem. De bedekking met kruidachtigen is hierdoor namelijk niet optimaal waardoor er minder P wordt afgevoerd bij het maaien en afvoeren. Geadviseerd wordt om (minimaal) de viltige moslaag (lokaal) te verwijderen. Voorwaarde is echter wel dat geen 'bakken' ontstaan waar uittredend grondwater en/of regenwater stagneert. Optioneel kunnen aan de noordkant mogelijk enkele plagstroken langs een sloot (mits richting de sloot en droogval van de toplaag in de zomer mogelijk zijn) waar niet alleen het mos maar tevens de P-houdende toplaag (7-8 mmol/l totaal-P) van 10 cm wordt afgegraven. De afvoer van uittredend grondwater en/of regenwater dient sowieso te worden geoptimaliseerd in dit terrein zodat het grondwater in het maaiveld kan uittreden. Door het creëren van doorstroming en droogval van de toplaag in de zomermaanden (eveneens een belangrijk aandachtspunt bij de gebiedsinrichting) kan een soortenrijk schraalland tot ontwikkeling komen. De zandbodem (onder de viltige moslaag) is namelijk goed gebufferd voor de ontwikkeling van een heischraal grasland of blauwgrasland (Ca-t 11-49 mmol/l, Ca-z $\pm 8000-31000 \mu\text{mol/l}$).



Figuur 5.5. Foto van een zone met Pitrusontwikkeling (links) en een kring van Veldrus (rechts). Dit is mogelijk een lokale kwelplek. Foto's: Mark van Mullekom.

Door middel van enkele aanvullend eenmalige analyses op 13 april 2015 op locaties waar Pitrus (P1-P4) en Veldrus (V1-V4) domineert werd geprobeerd meer inzicht te krijgen in de verschillen in bodem- en bodemvochtchemie tussen deze locaties. De Veldruskringen zouden mogelijk kunnen duiden op lokale kwelvensters in het perceel. Echter op basis van deze aanvullende analyses kunnen geen concrete verschillen worden aangetoond (tabel 5.4 en 5.5). Mogelijk is er sprake van relict vegetaties of plekken van waaruit Veldrus zich uitbreidt.

Tabel 5.4. Overzicht van de bodemchemie van de toplaag (0-15 cm-mv) op de Pitrus (P1-P4) en Veldrus (V1-V4) locaties (gem = gemiddelde). Zie tabel 3.1 voor een toelichting.

| Code | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV |
|-------------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-----------|
| P1 | 26 | 1,3 | 3,5 | 515 | 5,5 | 113 | 26 | 20 | 3,1 | 6,7 | 11 | 4,9 | 141 | 8168 | 0,02 | 63 | 334 | 4,3 | 11,3 | 367 | 94 |
| P2 | 28 | 1,2 | 3,7 | 1061 | 6,6 | 46 | 15 | 11 | 3,7 | 4,2 | 11 | 4,4 | 284 | 2720 | 0,10 | 33 | 298 | 4,7 | 5,8 | 119 | 82 |
| P3 | 35 | 1,0 | 8,3 | 600 | 6,3 | 79 | 21 | 15 | 3,3 | 5,7 | 12 | 4,3 | 376 | 9297 | 0,04 | 66 | 898 | 5,8 | 1,0 | 354 | 90 |
| P4 | 30 | 1,1 | 6,5 | 567 | 9,1 | 76 | 26 | 27 | 2,5 | 3,7 | 12 | 5,1 | 161 | 11056 | 0,01 | 15 | 327 | 2,7 | 1,6 | 358 | 91 |
| Pgem | 30 | 1,1 | 5,5 | 686 | 6,9 | 79 | 22 | 18 | 3,2 | 5,1 | 12 | 4,7 | 241 | 7810 | 0,04 | 44 | 464 | 4,4 | 4,9 | 299 | 89 |
| V1 | 32 | 1,1 | 5,6 | 456 | 7,0 | 98 | 35 | 24 | 2,5 | 4,9 | 13 | 4,7 | 208 | 11076 | 0,02 | 49 | 219 | 4,3 | 3,0 | 387 | 94 |
| V2 | 28 | 1,2 | 4,4 | 703 | 6,5 | 93 | 19 | 20 | 3,6 | 5,6 | 11 | 4,6 | 324 | 9491 | 0,03 | 2 | 234 | 5,0 | 4,4 | 258 | 93 |
| V3 | 37 | 1,0 | 6,9 | 522 | 5,8 | 63 | 13 | 11 | 3,0 | 4,0 | 10 | 4,0 | 434 | 8026 | 0,05 | 23 | 472 | 10,5 | 5,3 | 355 | 88 |
| V4 | 36 | 1,0 | 8,7 | 1213 | 9,0 | 49 | 11 | 10 | 4,5 | 3,0 | 11 | 3,9 | 513 | 6096 | 0,08 | 402 | 315 | 26,2 | 5,7 | 84 | 84 |
| Vgem | 33 | 1,1 | 6,4 | 724 | 7,1 | 76 | 20 | 16 | 3,4 | 4,4 | 11 | 4,3 | 370 | 8672 | 0,05 | 119 | 310 | 11,5 | 4,6 | 271 | 90 |

Tabel 5.5. Overzicht van bodemvochtchemie op de Pitrus (P1-P4) en Veldrus (V1-V4) locaties (gem = gemiddelde). De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|------|-------|-------|------|-----|-------|------|-----|-----|------|------|-----|----|-----|-------|
| P1 | 5,9 | 1,3 | 124 | 3359 | 998 | 101,7 | 707 | 290 | 33,1 | 6,2 | 64 | 114 | 1,5 | 7,1 | 56 | 7 | 90 | 3,0 |
| P2 | 6,6 | 1,3 | 100 | 651 | 969 | 41,5 | 422 | 8 | 81,9 | 4,7 | 33 | 203 | 3,3 | 2,0 | 91 | 18 | 84 | 1,1 |
| P3 | 5,5 | 1,1 | 121 | 5214 | 676 | 197,7 | 595 | 215 | 112,3 | 5,2 | 102 | 201 | 1,1 | 4,9 | 97 | 12 | 97 | 2,4 |
| P4 | 6,1 | 1,8 | 158 | 3352 | 1653 | 66,9 | 789 | 356 | 69,2 | 11,1 | 61 | 141 | 0,7 | 15,9 | 10 | 21 | 83 | 8,0 |
| | 6,0 | 1,4 | 126 | 3144 | 1074 | 102,0 | 628 | 217 | 74,1 | 6,8 | 65 | 165 | 1,7 | 7,4 | 63 | 14 | 88 | 3,6 |
| V1 | 6,1 | 2,9 | 259 | 4546 | 2370 | 101,7 | 1703 | 608 | 74,2 | 4,5 | 147 | 152 | 1,3 | 8,0 | 47 | 16 | 145 | 1,2 |
| V2 | 5,8 | 1,6 | 170 | 4103 | 1092 | 145,2 | 1102 | 381 | 79,1 | 5,7 | 142 | 238 | 1,1 | 7,1 | 17 | 13 | 138 | 1,4 |
| V3 | 5,7 | 0,9 | 85 | 4042 | 803 | 80,9 | 368 | 35 | 52,2 | 6,9 | 41 | 210 | 1,1 | 7,2 | 54 | 35 | 35 | 2,9 |
| V4 | 5,8 | 0,9 | 88 | 2919 | 750 | 66,8 | 334 | 20 | 34,3 | 6,7 | 59 | 210 | 0,7 | 9,2 | 111 | 54 | 62 | 0,8 |
| | 5,8 | 1,6 | 151 | 3902 | 1254 | 98,6 | 876 | 261 | 60,0 | 6,0 | 97 | 203 | 1,1 | 7,9 | 57 | 29 | 95 | 1,6 |

5.4. Deelgebied 4: grote schraalland

Het heischraal grasland in dit deelgebied is (vooral de afgelopen decennia) vanuit het oosten verzuurd. In de huidige situatie is vooral ter hoogte van R3 en R4 (en R5) goed ontwikkeld heischraal grasland/blauwgrasland aanwezig. In oostelijke richting gaat dit heischraal grasland over in natte heide en hoogveen. Het westelijke, goed ontwikkelde deel (zie paragraaf 4.2) is de zone waar zuur neerslagwater kan wegstromen en het grondwater sterker gebufferd is. Richting het middenpad neemt de regenwaterinvloed in de toplaag toe (hierdoor wordt veenmosontwikkeling gestimuleerd) terwijl de stijghoogte van het gebufferde grondwater (figuur 4.8) in het maaiveld komt (dit wordt waarschijnlijk weggedrukt door het regenwater). In peilbuis 8 en 9 (tabel 3.2) en op referentielocatie R6 meten we dieper in de bodem sterker gebufferd grondwater maar wordt in de ondiepe peilbuis met het filter op 50 cm-mv nog steeds zwak gebufferd grondwater (mogelijk 'verdund' met regenwater) met een alkaliniteit van 0,6-1,3 meq/l gemeten. Doordat op de locaties waar veenmosgroei plaatsvindt er geen maaibeheer (meer) plaatsvindt wordt de vorming van een neerslagafhankelijk vegetatietype gestimuleerd.



Figuur 5.6. Foto het westelijke deel van het grote schraalland met onder andere Welriekende nachtorchis. Foto's: Mark van Mullekom.

In de poel (OW5, tabel 5.7) in de zuidoosthoek komt Duizendknoopfonteinkruid voor wat duidt op de invloed van gebufferd grondwater. Daarnaast wordt de poel met regenwater gevoed. Dit oppervlaktewater is zwak gebufferd (pH 5,5, alkaliniteit 0,3 meq/l, 97 µmol/l calcium).



Figuur 5.7. Links: de wal (waarop het toegangspad ligt) in de slenk tussen peilbuisraai B-B' en referentielocaties R3-R6 functioneert als een dam en blokkeert de waterafvoer/doorstroming waardoor regenwaterlenzen ontstaan. In natte periodes (o.a. 31 maart 2015) stroomt er oppervlaktewater in noordoostelijke richting over het pad. Rechts: foto van Bo26 bij Tpb10. Foto's: Mark van Mullekom.

De wal waarop het toegangspad ligt blokkeert de afvoer via de centrale slenk. Het herstellen van de slenk en het opheffen van de blokkade is een mogelijke herstelmaatregel. Uit de ecohydrologische analyses van Ecolhydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar moet blijken of dit een passende maatregel is waarmee niet alleen de neerslagafvoer wordt verbeterd waardoor over een groter oppervlak grondwater in het maaiveld uittreedt en de vorming van regenwaterlenzen wordt tegengegaan. Het is echter ook van belang dat door het herstellen/graven van de slenk de grondwaterinvloed op de goed ontwikkelde referentielocaties R3, R4 en R5 niet afneemt. Een verminderde aanvoer van bufferstoffen door een verlaging van de stijghoogte van het grondwater en/of een vermindering van het aantal dagen dat het grondwater in het maaiveld of de wortelzone uittreedt kan namelijk leiden tot verzuring (zoals bijvoorbeeld na de plagwerkzaamheden naast locatie R1).

Locatie 25 en 26 vormen op basis van de bodemchemie (tabel 5.6) en de grondwaterchemie (zwak tot sterk gebufferd: tabel 3.2; zie ook het zwak gebufferde OW7 (tabel 5.7) in de natte laagte rondom Tpb10) geschikte uitbreidingslocaties voor vochtig tot nat schraalland. Geadviseerd wordt om (minimaal) het bos te kappen en het ondiep afschrapen van de vegetatie/strooisellaag. De toplaag van de veenbodem is lokaal licht verrijkt met fosfaat (locatie 25) en matig gebufferd (Ca-t 18-23 mmol/l en Ca-z $\pm 10000 \mu\text{mol/l}$). De onderliggende zandbodem is matig gebufferd (locatie 26: Ca-t 16 mmol/l en Ca-z $\pm 7000 \mu\text{mol/l}$) tot gebufferd (locatie 25: Ca-t 28 mmol/l en Ca-z $\pm 11000 \mu\text{mol/l}$). Op locatie 25 zit het keileem (Ca-t 112 mmol/l, Ca-z $\pm 39000 \mu\text{mol/l}$, Fe-t 276 mmol/l) zeer ondiep (50 cm onder het huidige maaiveld, 15 cm onder het dekzand). Ontgravingen zijn, op basis van het ecohydrologisch onderzoek door Bell Hullenaar, op deze locatie niet inpasbaar in het systeem.

Tabel 5.6. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|---------------------|----|-----|------|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|-------|-------|-----|------|
| 25 | 0-20 | veraard/zandig veen | 44 | 0,8 | 16,6 | 801 | 6,0 | 82 | 18 | 40 | 4 | 5 | 15,7 | 3,7 | 498 | 10099 | 0,05 | 445 | 743 | 8 | 4 | 769 | 64 | 16 |
| | 20-35 | zandig veen | 18 | 1,4 | 2,8 | 217 | 2,3 | 148 | 19 | 48 | 5 | 10 | 7,1 | 4,0 | 990 | 8438 | 0,12 | 183 | 440 | 1 | 14 | 156 | 80 | 0 |
| | 35-50 | geel zand | 14 | 1,6 | 1,0 | 60 | 3,3 | 177 | 28 | 54 | 8 | 21 | 3,3 | 5,2 | 108 | 11357 | 0,01 | 174 | 688 | 1 | 11 | 99 | 98 | 0 |
| | 50-70 | keileem | 13 | 1,8 | 1,5 | 1 | 4,9 | 388 | 112 | 276 | 75 | 117 | 1,4 | 6,0 | 9 | 39071 | 0,00 | 157 | 2853 | 0 | 6 | 268 | 100 | 0 |
| 26 | 0-20 | veraard veen | 83 | 0,2 | 81,7 | 356 | 5,6 | 37 | 23 | 12 | 2 | 4 | 22,2 | 3,6 | 345 | 10677 | 0,03 | 10 | 2073 | 5 | 2 | 334 | 89 | 1 |
| | 20-35 | veraard veen | 45 | 0,7 | 51,1 | 282 | 4,6 | 175 | 27 | 27 | 3 | 6 | 12,0 | 4,2 | 398 | 12038 | 0,03 | 130 | 1864 | 1 | 8 | 154 | 94 | 0 |
| | 35-50 | geel zand | 22 | 1,2 | 1,6 | 132 | 1,8 | 143 | 16 | 24 | 3 | 8 | 3,4 | 4,8 | 82 | 6779 | 0,01 | 115 | 782 | 1 | 3 | 95 | 96 | 0 |
| | 80-100 | geel zand | 20 | 1,5 | 0,9 | 46 | 1,2 | 105 | 26 | 31 | 6 | 12 | 2,2 | 5,8 | 72 | 8834 | 0,01 | 155 | 873 | 1 | 8 | 71 | 98 | 0 |

Tabel 5.7. Overzicht van de oppervlaktewaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|-----|-------|------|----|------|------|-----|----|----|------|------|-----|----|-----|-------|
| OW5 | 5,5 | 0,3 | 53 | 158 | 19 | 18,1 | 97 | 27,7 | 39,6 | 0,5 | 27 | 2 | 4,1 | 10,1 | 228 | 27 | 234 | 0,1 |
| OW7 | 5,1 | 0,3 | 40 | 239 | 14 | 14,2 | 75 | 19,7 | 29,2 | 1,1 | 23 | 13 | 4,7 | 12,3 | 135 | 13 | 133 | 0,2 |

5.5. Deelgebied 5: natte heide met twee geplagde laagten

Deelgebied 5 betreft een natte heide met veel Pijpenstrootje. In het gebied zijn twee laagten geplagd waarin onder andere Riet (bij Tpb13) en Veenpluis en Waterveenvos groeien. Dit oppervlaktewater (OW6) is relatief zuur met een pH van 4,0 (tabel 5.9). Het grondwater in Tpb13 is gebufferd met een alkaliniteit van 1,0-2,7 meq/l in september 2014 wat de aanwezigheid van het Riet verklaart. In maart 2015 neemt de alkaliniteit af richting maaiveld (alkaliniteit 200-100-50 cm: 2,2-0,9-0,2 meq/l), wat laat zien dat het grondwater hier wordt verdund door regenwater. Op locatie Tpb14 neemt de alkaliniteit van grondwater (zowel in september als maart) af richting maaiveld (alkaliniteit 200-100-50 cm: $\pm 1,5-0,6-0,2$ meq/l), waarschijnlijk door de verdere toename van de regenwaterinvloed. De flanken (met Gagel en Riet) zijn interessante uitbreidingslocaties voor het oppervlakte aan vochtig tot nat schraalland.



Figuur 5.8. Foto's van Bo38 aan de rand van het Gagelstruweel. Bo39 ligt in het rietland (nabij het Berkenbroekbos) bij Tpb13. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.8. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|--------------------|----|-----|------|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|-----|------|-----|-------|-------|----|------|
| 38 | 0-20 | veraard veen | 86 | 0,1 | 90,9 | 513 | 4,1 | 12 | 12 | 5 | 2 | 3 | 27,9 | 3,3 | 264 | 7219 | 0,04 | 97 | 1962 | 15 | 10 | 182 | 86 | 4 |
| | 20-30 | veraard veen | 80 | 0,2 | 54,3 | 323 | 2,5 | 15 | 19 | 4 | 1 | 4 | 28,9 | 3,6 | 233 | 9847 | 0,02 | 128 | 2720 | 30 | 2 | 162 | 91 | 0 |
| | 30-50 | bruin/zwart zand | 23 | 1,3 | 2,2 | 138 | 1,5 | 62 | 18 | 3 | 2 | 5 | 5,2 | 5,1 | 44 | 7613 | 0,01 | 89 | 2419 | 1 | 7 | 40 | 99 | 0 |
| 39 | 20-35 | veraard veen | 84 | 0,2 | 86,2 | 277 | 3,3 | 37 | 18 | 8 | 1 | 3 | 24,5 | 3,6 | 467 | 8465 | 0,06 | 57 | 1382 | 19 | 0 | 141 | 75 | 0 |
| | 35-45 | zandig veen, lemig | 60 | 0,5 | 30,0 | 168 | 2,2 | 66 | 15 | 12 | 1 | 2 | 8,1 | 3,7 | 661 | 7808 | 0,08 | 52 | 1055 | 2 | 0 | 90 | 71 | 0 |
| | 45-70 | bruin/geel zand | 24 | 1,4 | 2,7 | 303 | 2,3 | 125 | 21 | 21 | 6 | 9 | 6,2 | 4,8 | 433 | 7269 | 0,06 | 0 | 729 | 1 | 0 | 60 | 81 | 0 |

Tabel 5.9. Overzicht van de grondwaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|-----|-------|------|----|------|------|-----|----|----|------|------|-----|----|-----|-------|
| OW6 | 4,0 | 0,0 | 76 | 152 | 1 | 27,6 | 72 | 17,8 | 27,5 | 0,6 | 36 | 93 | 27,7 | 3,8 | 144 | 11 | 164 | 0,3 |

5.6. Deelgebied 6: grasland midden-zuidwest

Het grasland is een voormalig landbouwperceel dat al in 1975 is verworven en sindsdien wordt verschaald. Het westelijke deel (Bo29) ervan ligt hoog, en het oostelijke deel (Bo30) ligt laag (figuur 5.9). Het laaggelegen oostelijk deel maakt deel uit van de centrale slenk. Er groeit veel Mannagras maar ook massaal holpijp (figuur 5.9). Dit duidt op de aanwezigheid van ijzerrijk, (zwak) gebufferd grondwater.

Op locatie Bo29 is de toplaag (0-20) verrijkt met fosfaat (P-totaal 16 mmol/l en Olsen-P $\pm 1700 \mu\text{mol/l}$). Voor de ontwikkeling van een vochtig tot nat schraalland wordt geadviseerd 30 cm af te graven (op 20-30 cm is de bodem calciumarm). Onder de juiste hydrologische omstandigheden kan op de (zwak) gebufferde bodem een heischraal grasland (eventueel blauwgrasland) tot ontwikkeling komen (Ca-t 25 mmol/l en Ca-z $\pm 7800 \mu\text{mol/l}$). Het alternatief is nog circa 80 jaar maaien en afvoeren of inzetten op de ontwikkeling van een kruidenrijk grasland.

Op locatie Bo30 wordt geadviseerd minimaal 20 cm af te graven ten behoeve van schraallandontwikkeling. De vrijwel permanente vernatting van deze (matig) voedselrijke toplaag (totaal-P 13 mmol/l en Olsen-P $745 \mu\text{mol/l}$) leidt namelijk tot (verdere) verzuuring. Van 20-50 cm diepe is het (veraarde) veen kalkrijk (Ca-t 63-106 mmol/l en Ca-z $22000-27000 \mu\text{mol/l}$) en geschikt voor schraallandontwikkeling. Van 30-50 cm is sprake van lemig veen (hogere totaal aluminiumconcentraties). De Olsen-P concentratie van $\pm 350-700 \mu\text{mol/l}$ is acceptabel voor een blauwgrasland. In verband met de totaal-P concentratie in deze bodemlaag (7-20 mmol/l) is droogval van de toplaag in de zomermaanden belangrijk, al is een groot deel van dit fosfor

waarschijnlijk geboden aan calcium en daarmee ongevoelig voor interne eutrofiëringsprocessen als gevolg van permanente vernatting. Een alternatief is het verwijderen van de dichte zode (Pitrus, Mannagras) of het afgraven tot op het P-arme zwak gebufferde (Ca-t 17 mmol/l en Ca-z $\pm 5900 \mu\text{mol/l}$) zand.



Figuur 5.9. Foto van de Pitrusontwikkeling op locatie Bo29 (links) en de natte omstandigheden op locatie Bo30 (rechts) waar niet alleen massaal Mannagras (en Pitrus) groeit maar tevens Holpijp voorkomt. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.10. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting. Op locatie 31 is sprake van een strooisellaag van 15 cm en een toplaag van zeer grof veraard organisch materiaal (0-20 cm; dit materiaal was niet geschikt voor analyses).

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO ₃ -z | NH ₄ -z | BV | MA35 |
|----|--------|----------------------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|--------------------|--------------------|----|------|
| 27 | 0-20 | veraard veen | 55 | 0,5 | 37,0 | 1050 | 10,7 | 112 | 11 | 79 | 5 | 7 | 22,3 | 3,2 | 3216 | 4542 | 0,71 | 496 | 717 | 8 | 126 | 143 | 46 | 44 |
| | 20-35 | zandig veen | 30 | 1,1 | 8,5 | 607 | 4,5 | 154 | 9 | 50 | 6 | 8 | 12,2 | 3,6 | 3407 | 2722 | 1,25 | 390 | 359 | 5 | 11 | 112 | 35 | 5 |
| | 35-50 | geel zand | 20 | 1,3 | 1,3 | 184 | 1,0 | 64 | 6 | 15 | 4 | 3 | 2,5 | 3,7 | 1449 | 872 | 1,66 | 180 | 117 | 2 | 41 | 45 | 28 | 0 |
| 28 | 0-20 | veraard veen | 67 | 0,4 | 53,2 | 628 | 10,1 | 193 | 12 | 45 | 3 | 4 | 26,0 | 3,9 | 2505 | 5661 | 0,44 | 192 | 1241 | 2 | 30 | 365 | 60 | 28 |
| | 20-35 | venig zand | 30 | 1,2 | 8,8 | 418 | 12,9 | 541 | 18 | 43 | 4 | 11 | 16,5 | 4,2 | 1212 | 6655 | 0,18 | 426 | 1182 | 1 | 3 | 162 | 63 | 10 |
| | 35-50 | zwart/geel geroerd zand | 18 | 1,5 | 1,5 | 143 | 2,1 | 163 | 27 | 41 | 6 | 12 | 3,3 | 5,3 | 71 | 9194 | 0,01 | 111 | 1336 | 1 | 2 | 59 | 97 | 0 |
| 29 | 0-20 | zwart/grijs zand | 16 | 1,3 | 3,9 | 1683 | 16,1 | 86 | 14 | 42 | 3 | 5 | 7,8 | 4,3 | 397 | 4029 | 0,10 | 0 | 70 | 2 | 140 | 93 | 76 | 79 |
| | 20-30 | wit/geel/zwart gevlek zand | 12 | 1,3 | 1,4 | 704 | 3,9 | 54 | 7 | 17 | 3 | 3 | 1,8 | 4,9 | 180 | 2650 | 0,07 | 22 | 27 | 1 | 27 | 71 | 80 | 1 |
| | 30-40 | zwart/bruin zand | 13 | 1,5 | 0,9 | 200 | 2,4 | 133 | 25 | 29 | 7 | 8 | 2,6 | 5,2 | 96 | 7763 | 0,01 | 47 | 148 | 0 | 15 | 64 | 96 | 0 |
| | 40-60 | geel/bruin zand | 18 | 1,4 | 0,9 | 614 | 7,2 | 157 | 24 | 37 | 6 | 13 | 2,7 | 5,6 | 32 | 8467 | 0,00 | 64 | 222 | 1 | 7 | 47 | 99 | 19 |
| 30 | 0-20 | lemig/venig zwart zand | 45 | 0,7 | 21,9 | 745 | 13,4 | 70 | 50 | 32 | 4 | 4 | 29,7 | 4,5 | 199 | 19915 | 0,01 | 0 | 487 | 3 | 3 | 93 | 97 | 44 |
| | 20-30 | veen met houtresten | 62 | 0,4 | 40,6 | 351 | 7,2 | 55 | 90 | 40 | 2 | 3 | 42,8 | 4,8 | 102 | 26893 | 0,00 | 0 | 717 | 3 | 1 | 54 | 98 | 0 |
| | 30-40 | veraard lemig veen | 62 | 0,4 | 38,5 | 458 | 20,3 | 229 | 106 | 36 | 2 | 5 | 57,5 | 4,5 | 192 | 22923 | 0,01 | 0 | 987 | 4 | 1 | 28 | 97 | 15 |
| | 40-50 | lemig veen | 30 | 1,1 | 7,2 | 705 | 12,1 | 460 | 63 | 67 | 7 | 24 | 26,7 | 4,8 | 283 | 21895 | 0,01 | 0 | 1202 | 3 | 2 | 80 | 90 | 19 |
| | 50-100 | geel zand | 18 | 0,7 | 2,0 | 123 | 1,9 | 129 | 17 | 26 | 3 | 10 | 4,9 | 4,7 | 50 | 5885 | 0,01 | 38 | 484 | 0 | 1 | 44 | 97 | 0 |
| 31 | 20-35 | veraard veen (zeer grof) | 51 | 0,6 | 25,2 | 253 | 9,8 | 198 | 74 | 22 | 2 | 8 | 24,2 | 5,4 | 26 | 21814 | 0,00 | 410 | 3196 | 1 | 1 | 380 | 99 | 0 |
| | 35-60 | geel zand | 19 | 1,2 | 1,3 | 108 | 1,3 | 78 | 18 | 14 | 3 | 6 | 3,8 | 6,2 | 24 | 8103 | 0,00 | 338 | 834 | 1 | 17 | 134 | 99 | 0 |

Locatie Bo27, 28 en 31 (figuur 5.10) zijn potentiële uitbreidingslocaties voor het areaal aan heide en vochtig tot nat schraalland. Geadviseerd wordt om 20 cm af te graven. Op locatie Bo28 en Bo31 is het venig zand (zwak) gebufferd (Ca-t 18-74 mmol/l en Ca-z 6700-22000 $\mu\text{mol/l}$) en geschikt voor de ontwikkeling van een heischraal grasland (Bo28) of blauwgrasland (Bo31). Onder nattere omstandigheden ligt de ontwikkeling van mogelijk een trilveen voor de hand. Wanneer gemaaid kan worden en droogval van de toplaag mogelijk is in de zomerperiode kan het risico op verruiging worden beperkt. Op locatie Bo27 (hoger gelegen) is het zand calciumarm en zuur (Ca-t 6 mmol/l en Ca-z 872 $\mu\text{mol/l}$) en ligt de ontwikkeling van een soortenrijke natte heide voor de hand.



Figuur 5.10. Foto van locatie Bo31 (links) en Bo28 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

5.7. Deelgebied 7: elzenbroekboslaagte

Het Elzenbroekbos is zeer nat en ontwikkelt zich slecht. Uit het onderzoek van Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar blijkt in de winter een waterdiepte van één tot enkele decimeters aanwezig. Ook in de zomer is het hier zeer nat: circa 5 cm boven maaiveld eind september 2014. Op locatie Tpb15 (Elzenbroekbos) is het grondwater zeer rijk aan ijzer ($\pm 200-400 \mu\text{mol/l}$ op 50-200 cm-mv) en ammonium ($\pm 140 \mu\text{mol/l}$ op 200 cm-mv). Op 200 cm-mv is het grondwater echter ook sulfaatrijk ($\pm 1000 \mu\text{mol/l}$). Lokaal groeit massaal Mannagras en sterven Elzen af. Een karakteristieke ondergroei met onder andere Elzenzegge, Holpijp en Gewone dotterbloem ontbreekt. Waarschijnlijk is dit het gevolg van interne eutrofiëringsprocessen en onvoldoende aanvoer van gebufferd, ijzerrijk grondwater als gevolg van stagnatie/onvoldoende doorstroming. Er is sprake van een verhoogd risico vanwege de aanwezigheid van sulfaatrijk grondwater. Bij onvoldoende doorstroming kan sulfaatreductie optreden waarbij het toxische sulfide wordt gevormd. Dit kan leiden tot het afsterven van Elzen en P-mobilisatie (mannagrasontwikkeling). Zie kader 3 voor een optimaal hydrologisch beheer van het broekbos.



Figuur 5.11. Foto's van het de gevolgen van stagnatie/onvoldoende doorstroming in het Elzenbroekbos: Elzensterfte en massale groei van Mannagras. Het uittredende grondwater wordt niet/onvoldoende afgevoerd. Op 30/31 maart stroomt er zelfs nitraat en fosfaatrijk oppervlaktewater uit de Glanerbeek het broekbos in. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.11. Overzicht van de grondwaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO ₂ | HCO ₃ ⁻ | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ | PO ₄ ³⁻ |
|------|-----|-----|-----|-----------------|-------------------------------|------|-----|------|-------|------|-----|-----|------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| OW3 | 6,9 | 1,1 | 250 | 294 | 920 | 15,0 | 652 | 15,1 | 208,1 | 12,9 | 254 | 111 | 228,9 | 25,1 | 520 | 209 | 567 | 6,6 |

Naast fosfaatmobilisatie als gevolg van interne eutrofiëringsprocessen (onvoldoende doorstroming in de natte periode en droogval in de zomer, zie kader 3) kunnen de fosfaatrijke omstandigheden ook veroorzaakt worden door de oppervlakkige instroom van fosfaatrijk water uit deelgebied 6 en/of de instroom van oppervlaktewater uit de Glanerbeek. Deze instroom vindt plaats via een gat in de wal langs de Glanerbeek ((figuur 5.11). Dit gat is eigenlijk gecreëerd voor de afvoer van de laagte rondom Tpb15 maar heeft op deze manier dus een negatief effect. De instroom van oppervlaktewater uit de Glanerbeek is ongunstig aangezien het oppervlaktewater (eenmalige meting 31 maart 2015) zeer nitraatrijk is ($229 \mu\text{mol/l}$: dit kan de afbraak van organisch materiaal stimuleren) en veel fosfaat bevat ($12,9 \mu\text{mol/l P}$ en $6,6 \mu\text{mol/l PO}_4^{3-}$). Wanneer sprake is van voldoende doorstroming zijn de negatieve effecten van de instroom van beekwater in koude, natte periodes beperkt. Dit in tegenstelling tot de zomerperiode wanneer de toplaag droog is en instroom van beekwater absoluut ongewenst is. De inundatie is mogelijk het gevolg van een peilverhoging als gevolg van de aanleg van enkele drempels in de Glanerbeek (eind 2005 / begin 2006).

Bij uitvoering van de herstelmaatregelen is het essentieel om de hydrologische omstandigheden in de laagte te optimaliseren (kader 3) en te voorkomen dat er oppervlaktewater vanuit de (mogelijke verbrede en verondiepte) Glanerbeek het natuurgebied instroomt. Geadviseerd wordt om een klepduiker te plaatsen zodat alleen uitstroom vanuit de laagte richting de beek en geen instroom van eutroof beekwater (bij piekafvoeren) kan plaatsvinden. De inrichting dient gericht te zijn op het creëren van doorstroming met gebufferd, ijzerrijk grondwater en droogval van de toplaag in de zomermaanden.

KADER 3. HERSTEL VAN BROEKBOS

Het herstel van verdroogde broekbossen tracht men vaak op te lossen door het oppervlaktewater op te stuwen. Maar door het permanent hoge water, treden geen periodieke waterstandschommelingen meer op (met periodieke droogval) en vindt geen doorstroming van grondwater plaats. De stijghoogte van het grondwater komt niet meer boven het oppervlaktewaterpeil uit met stagnatie en de beperking van de grondwaterinvloed als gevolg. Dit leidt tot de reductie van sulfaat tot toxisch sulfide, ammoniumophoping, P-mobilisatie en massale ontwikkeling van soorten kenmerkend voor zeer voedselrijke condities waaronder Klein kroos, Liesgras en Mannagras.



Figuur. De broekloop in het Kaldenbroek. a: 1977, onder verdroogde condities (foto: P. van den Munckhof); b: 1998, uitgangssituatie direct na het permanent opstuwen van het oppervlaktewater (foto: E. Lucassen); c: 1999, eutrofiëringsverschijnselen als gevolg van de permanente opstuwing (foto: E. Lucassen) d: 2005, twee jaar na het instellen van het natuur waterregime (foto: E. Lucassen). Bron: Lucassen & Roelofs, 2005.

Herstelmaatregelen bestaan dan ook niet uit permanente opstuwing van grondwater of aanvoer van oppervlaktewater, maar uit het herstellen van een natuurlijk waterregime. Dit kan bereikt worden door bijvoorbeeld een regelbare stuw te plaatsen, waarbij het grondwater tot beneden de potentiële stijghoogte van grondwater wordt opgestuwd. Zo blijft een positieve grondwaterdruk gehandhaafd en zal doorstroming met grondwater blijven plaatsvinden terwijl de toplaag in de zomer droog kan vallen.

Door de aanvoer van baserijk (vooral calcium en magnesium) en ijzerrijk grondwater wordt de nutriëntenbeschikbaarheid beperkt (afvoer ammonium). Daarnaast legt ijzer in de vorm van ijzer(hydr)oxiden in de aerobe toplaag fosfaat vast. Gereduceerd ijzer legt sulfide vast, waardoor interactie van sulfide met ijzer uit de ijzer-fosfaatcomplexen beperkt blijft. De gevormde ijzer-sulfiden worden tijdens droogval weer geoxideerd, en het gevormde sulfaat wordt uit het systeem afgevoerd in natte tijden. Daarnaast ontstaan weer ijzer(hydr)oxiden die fosfaat kunnen binden. Droogval zorgt ook voor oxidatie van ammonium, waarbij nitraat wordt gevormd. Dit spoelt uit en kan worden gedenitrificeerd in het diepergelegen anaerobe gedeelte van de bodem. Hierbij ontstaat stikstofgas, dat verdwijnt naar de lucht. Dit zal leiden tot een voedselarme situatie waardoor de ontwikkeling van een karakteristieke ondergroei (Dotterbloem, Gele lis, Elzenzegge, Holpijp, etc.) wordt gestimuleerd.

5.8. Deelgebied 8: grasland midden-noordoost

Dit betreft een voormalig landbouwgebied dat al in 1965 is verworven, en al bijna 50 jaar wordt verschraald. Er groeien inmiddels wel interessante soorten, maar het betreft hierbij vooral soorten van behoorlijk zure omstandigheden. Er is 20 cm zand aangetroffen op een veenlaag van ± 20 -30 cm. Mogelijk heeft hier in het verleden bezanding plaatsgevonden om het perceel geschikt te maken voor landbouwkundig gebruik. Vooral in het zuidoostelijke deel (Bo34) van het perceel is de zandige toplaag behoorlijk schraal (totaal-P 5,2 mmol/l en Olsen-P 805 $\mu\text{mol/l}$). Door nog circa 11 jaar te maaien en afvoeren kan een Olsen-P concentratie van 350 $\mu\text{mol/l}$ worden bereikt. In het noordwestelijke deel (Bo35) is de toplaag rijker (totaal-P 10,1 mmol/l en Olsen-P 1274 $\mu\text{mol/l}$) en is nog circa 41 jaar maaien en afvoeren vereist. Een alternatief is het afgraven van de verrijkte zandige toplaag van 20 cm.

De afvoer van neerslagwater dient te worden verbeterd (en de toplaag dient droog te vallen in de zomer). Het open houden van de centrale sloot en het plaatsen van een regelbare stuw bij de uitstroom wordt aanbevolen. In het gebied is (lokaal) sprake van een dikke viltige moslaag. Dit is niet gunstig voor een effectieve verschraling van de bodem. Lokaal zou experimenteel de viltige moslaag kunnen worden verwijderd. Voorwaarde is echter wel dat geen 'bakken' ontstaan waar uittredend grondwater en/of regenwater als oppervlaktewater stagneert.

De (opgebrachte) zandbodem is zwak gebufferd op locatie Bo35 (Ca-t 20 mmol/l, Ca-z 6920 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,14) en zuur op locatie Bo34 (Ca-t 4 mmol/l, Ca-z 1144 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,90) De onderliggende venige bodem is meer gebufferd (Ca-t 27-39 mmol/l, Ca-z ± 13000 -24000 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01-0,06). en onder de juiste hydrologische omstandigheden geschikt voor blauwgraslandontwikkeling. Het (lokaal) blootleggen van de gebufferde veenbodem is daarmee ook een mogelijke inrichtingsmaatregel.



Figuur 5.12. Foto's van het schraalland (lokaal veel Blauwe zegge) van de locaties Bo34 en Bo35. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.12. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO ₃ -z | NH ₄ -z | BV | MA35 |
|----|--------|------------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|--------------------|--------------------|----|------|
| 34 | 2-20 | zwart zand | 23 | 1,1 | 3,6 | 805 | 5,2 | 34 | 4 | 6 | 2 | 1 | 8,2 | 3,8 | 1034 | 1144 | 0,90 | 96 | 76 | 26 | 4 | 51 | 38 | 11 |
| | 20-35 | veen | 61 | 0,4 | 43,5 | 258 | 2,3 | 34 | 27 | 10 | 1 | 0 | 12,1 | 3,7 | 784 | 13146 | 0,06 | 50 | 86 | 15 | 3 | 40 | 86 | 0 |
| | 35-50 | zandig veen | 24 | 1,2 | 5,2 | 997 | 3,9 | 96 | 10 | 3 | 2 | 2 | 7,1 | 3,6 | 936 | 6710 | 0,14 | 0 | 30 | 24 | 14 | 37 | 73 | 2 |
| | 50-70 | geel/oranje zand | 21 | 1,3 | 1,2 | 766 | 1,7 | 26 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1,5 | 4,2 | 595 | 1462 | 0,41 | 3 | 27 | 30 | 3 | 20 | 56 | 0 |
| | 80-100 | geel/oranje zand | 23 | 1,4 | 1,7 | 594 | 1,8 | 51 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2,7 | 4,1 | 913 | 1646 | 0,55 | 31 | 40 | 7 | 10 | 53 | 49 | 0 |
| 35 | 2-20 | zwart zand | 37 | 0,9 | 11,9 | 1274 | 10,1 | 60 | 20 | 13 | 3 | 3 | 19,5 | 3,8 | 957 | 6920 | 0,14 | 0 | 204 | 24 | 6 | 67 | 78 | 41 |
| | 20-40 | veen | 66 | 0,4 | 37,7 | 340 | 5,2 | 86 | 39 | 20 | 2 | 3 | 22,7 | 3,6 | 338 | 23598 | 0,01 | 0 | 168 | 6 | 1 | 43 | 92 | 0 |
| | 40-50 | geel zand | 21 | 1,4 | 2,9 | 468 | 3,1 | 180 | 14 | 24 | 6 | 12 | 8,8 | 4,3 | 959 | 4285 | 0,22 | 0 | 166 | 3 | 6 | 39 | 65 | 0 |
| | 50-60 | geel zand | 21 | 1,4 | 1,4 | 385 | 2,0 | 138 | 13 | 25 | 7 | 11 | 3,6 | 4,4 | 534 | 3980 | 0,13 | 40 | 351 | 2 | 3 | 40 | 71 | 0 |

Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullemaar meldt nog een alternatief: ontwikkeling richting mesotroof Kleine-zeggenmoeras door het volledig dempen van de sloten en greppels achterwege te laten. Dit dient te gebeuren in combinatie met het aanpakken van de drainerende werking van de Glanerbeek. In verband met de lokale voedselrijkdom van de toplaag (Bo35) kan permanente vernatting echter leiden tot P-mobilisatie en verzuuring waardoor dit niet gewenst is zolang de verschraling nog onvoldoende is.

5.9. Deelgebied 9: voormalige maisakker

De zone rondom Bo37 (op de topografische kaart ingetekend als heide), was in het verleden een gedraineerde maisakker aanwezig. Deze akker is verworven in 1985, en de drainage is verwijderd of onklaar gemaakt. De graslandstrook ten zuidwesten van de voormalige maisakker is eveneens een voormalig landbouwperceel. Dit perceel is in 1990 verworven.

Uit de bodemanalyses blijkt dat er sprake is van zeer voedselrijke omstandigheden. In de toplaag van 35 cm worden totaal-P concentraties gemeten van $\pm 20-38$ mmol/l en Olsen-P concentraties van $\pm 3800-5600$ $\mu\text{mol/l}$. Er heeft P-uitspoeling plaatsgevonden naar diepere bodemlagen (35-50 cm-mv en in minder mate >50 cm). De forse P-uitspoeling wordt zienw e onder andere tetug in de hoge P-concentraties in peilbuis W125-1 (52,5 $\mu\text{mol/l}$ - tabel 5.14). Op locatie Bo36 bedraagt de totaal-P concentratie op 50-100 cm-mv 7 mmol/l en de Olsen-P concentratie 1088 $\mu\text{mol/l}$.



Figuur 5.13. Links: foto van de zone waar Bo36 is verzameld en Tpb 125 en 126 staan. Rechts: Foto van Bo 37. In deelgebied 9 zou in het (verre) verleden Parnassia hebben gestaan. Foto's: Mark van Mullekom.

Een ontgraving van 50 cm is echter niet reëel en gewenst in deze (zeer) natte laagte. Minder afgraven is niet zinvol en kan leiden tot extra P-mobilisatie en verzuuring. Geadviseerd wordt op deze locatie, waar sprake is van (matig) gebufferd grondwater (alkaliniteit 0,8-1,6 meq/l, tabel 5.14) niet te streven naar voedselarme tot matig voedselrijke natuurtypen en een lager

ambitieniveau na te streven. Door middel van droogval van de toplaag in de zomerperiode kan het risico op P-mobilisatie en de daarmee gepaard gaande verzuuring worden beperkt.

Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar meldt dat de sterk drainerende werking van de Glanerbeek niet alleen leidt tot verdroging (waardoor in dit gebied ondanks de lage ligging de grondwaterstanden eind september 2014 toch 65 tot 90 cm-mv liggen), maar ook tot de afvang van het basenrijke grondwater. Verder treedt er stagnatie in de oppervlakkige afvoer op door de aanwezigheid van het toegangspad.

Tabel 5.13. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|----------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|-------|-------|----|------|
| 36 | 0-20 | zwart zand | 23 | 1,4 | 2,8 | 3793 | 19,6 | 109 | 10 | 29 | 8 | 12 | 5,6 | 4,3 | 491 | 1565 | 0,31 | 756 | 387 | 88 | 12 | 343 | 51 | 101 |
| | 20-35 | zwart zand | 23 | 1,4 | 2,4 | 4716 | 38,5 | 129 | 14 | 42 | 6 | 12 | 6,7 | 4,6 | 227 | 3054 | 0,07 | 469 | 491 | 43 | 9 | 399 | 65 | >125 |
| | 35-50 | lichtgeel zand | 18 | 1,6 | 0,5 | 2345 | 16,0 | 123 | 10 | 32 | 8 | 15 | 1,7 | 4,9 | 219 | 1684 | 0,13 | 364 | 325 | 39 | 23 | 189 | 62 | 59 |
| | 50-100 | lichtgeel zand | 20 | 1,5 | 0,5 | 1088 | 7,0 | 110 | 9 | 26 | 7 | 14 | 1,2 | 4,8 | 194 | 1287 | 0,15 | 410 | 237 | 5 | 18 | 168 | 64 | 33 |
| 37 | 0-20 | zandig veen | 27 | 1,2 | 6,6 | 5563 | 27,9 | 83 | 23 | 38 | 5 | 5 | 12,4 | 4,2 | 454 | 8615 | 0,05 | 786 | 1151 | 190 | 13 | 351 | 85 | >125 |
| | 20-35 | venig zand | 25 | 1,2 | 8,5 | 4801 | 29,8 | 110 | 40 | 55 | 6 | 10 | 12,5 | 4,3 | 352 | 13236 | 0,03 | 344 | 1559 | 94 | 71 | 347 | 93 | 124 |
| | 35-50 | venig zand | 35 | 1,0 | 15,0 | 3796 | 17,7 | 85 | 38 | 17 | 3 | 4 | 18,3 | 4,5 | 233 | 15730 | 0,01 | 217 | 1590 | 112 | 104 | 461 | 95 | 67 |

Tabel 5.14 Overzicht van de grondwaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- |
|--------|-----|-----|-----|------|-------|-------|-----|------|-------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|
| W125-1 | 5,8 | 1,0 | 106 | 1572 | 414 | 164,1 | 367 | 34,3 | 82,0 | 52,5 | 70 | 167 | 6,0 | 39,9 | 216 | 87 | 162 |
| W125-2 | 5,8 | 0,8 | 137 | 1842 | 479 | 48,0 | 276 | 48,7 | 108,3 | 5,5 | 37 | 114 | 1,2 | 46,8 | 245 | 143 | 542 |
| W126-1 | 6,0 | 1,6 | 170 | 2831 | 1245 | 34,3 | 653 | 5,8 | 105,6 | 7,2 | 113 | 71 | 3,5 | 5,8 | 101 | 21 | 111 |
| W126-2 | 5,9 | 1,3 | 145 | 2684 | 839 | 88,9 | 501 | 4,5 | 104,2 | 1,6 | 112 | 157 | 1,1 | 8,1 | 377 | 47 | 217 |

5.10. Deelgebied 10: noordelijk schraalland

Zie paragraaf 4.3 voor een beschrijving van de referentielocaties R7-R10 en de mogelijke herstelmaatregelen. Op 31 maart 2015 zijn twee (stagnante) laagtes bemonsterd in het gebied. Het oppervlaktewater in de grote natte laagte rondom Tpb10 heeft een EGV van $37 \mu\text{S/cm}$ (tabel 5.15) wat duidt op stagnerend regenwater/sterk verdund zwak gebufferd grondwater. Het oppervlaktewater in natte laagte ten noordwesten van Tpb18 (richting flank dekzandrug) heeft een EGV van $72 \mu\text{S/cm}$. Waarschijnlijk is dit eveneens regenwater, mogelijk beperkt aangerijkt met (zwak) gebufferd uittredend grondwater met een ondergrond die wat meer gebufferd is.



Figuur 5.14. Links: foto van nog goed ontwikkelde, maar verzurende locatie R7 (zie hoofdstuk 4). Rechts: forse stagnatie van regenwater in de zone rondom Tpb 17 en 18 (30/31 maart 2015). Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.15. Overzicht van de oppvlaktewaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|------|------|-----|----|----|------|------|-----|----|-----|-------|
| OW8 | 5,3 | 0,3 | 37 | 112 | 10 | 19,0 | 77 | 18,2 | 15,7 | 0,7 | 18 | 28 | 0,7 | 0,2 | 132 | 10 | 141 | 0,0 |
| OW9 | 5,9 | 0,4 | 72 | 96 | 31 | 29,5 | 177 | 28,2 | 42,1 | 0,8 | 48 | 27 | 5,8 | 1,4 | 214 | 13 | 230 | 0,0 |

Ter voorkoming van (verdere) verzuring van de groeiplaats van de hier groeiende Welriekende nachtorchis (R7) is in elk geval een toename in de grondwaterinvloed in het maaiveld vereist op de flanken van de dekzandrug. Het verbeteren van de afvoer van regenwater zodat de vorming van neerslaglenzen wordt voorkomen (ongewenst) lijkt eveneens een geschikte maatregel die kan bijdragen aan de uitbreiding van het oppervlakte aan vochtig tot nat schraalland of in ieder geval de voortschrijdende verzuring kan afremmen. Voorwaarde is echter wel dat hydrologische maatregelen in de laagte/plagzone niet ten koste mogen gaan, maar juist moeten leiden tot een verbetering van, de hydrologische omstandigheden in het huidige vochtige tot natte schraalland op de flanken. Geschikte maatregelen zullen volgen uit het onderzoek van Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar.

5.11. Deelgebied 11: grasland noordoost

Deze percelen worden (in relatie tot het Boomkikkerbeheer dat hier wordt gevoerd) begraasd, en dus niet gemaaid. De voormalige landbouwgronden in deelgebied 1 zijn beperkt (Bo1), matig (Bo2 en Bo3) en sterk (Bo4) verrijkt met fosfaat waardoor op drie van vier locaties een uitmijnbeheer van circa 20-30 jaar vereist is. Het afgraven van de fosfaatrijke toplaag van 25 cm is eveneens op drie van de vier locaties een optie. De zandbodem is echter calciumarm dat de ontwikkeling van natte heide of (zure variant) van een heischraal grasland voor de hand ligt. Voor de ontwikkeling van soortenrijke schraallanden zijn deze locaties minder geschikt. Bovendien lijkt een ontgroning slecht inpasbaar in het systeem op basis van de ecohydrologische systeemanalyse. Per locatie kan aan de volgende ontwikkelingsmogelijkheden worden gedacht:

Bo1: De beperkt verrijkte toplaag van 25 cm (totaal-P 8 mmol/l en Olsen-P $\pm 800 \mu\text{mol/l}$) versralen door middel van herinzaai (gras, niet geschikt voor grasklaver) en circa 10 jaar uitmijnen (bijlage 4). Of de bouwvoor van 25 cm verwijderen en onder de juiste hydrologische omstandigheden op de zwak gebufferde bodem (Ca-t 10-16 mmol/l , Ca-z $\pm 3900-4900 \mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01) een heischraal grasland ontwikkelen.

Bo2: De matig verrijkte toplaag van 15-25 cm (totaal-P 9-16 mmol/l en Olsen-P $\pm 770-1200 \mu\text{mol/l}$) in circa 20-25 jaar uitmijnen na herinzaai met een grasklaver mengsel (bijlage 4). Of de meest verrijkte toplaag van 15 cm (totaal-P 16 mmol/l en Olsen-P $\pm 1200 \mu\text{mol/l}$) afgraven en de onderste 10 cm van de bouwvoor (totaal-P 9 mmol/l en Olsen-P $\pm 750 \mu\text{mol/l}$) door middel van maximaal 15 jaar maaien en afvoeren aanvullend versralen voor de ontwikkeling van een heischraal grasland (Ca-t 20 mmol/l , Ca-z $\pm 6800 \mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01). Of de bouwvoor van 25 cm verwijderen en onder de juiste hydrologische omstandigheden op de zwak gebufferde tot licht zure bodem (Ca-t $\pm 12 \text{ mmol/l}$, Ca-z $\pm 2600 \mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,02) een heide of heischraal grasland ontwikkelen.



Figuur 5.15. Foto's van de bodemonsterlocaties Bo1 (links) en Bo4 (rechts). Het beheer op deze locaties is niet bekend. Begrazing kan tot Pitrusdominantie leiden op dergelijke percelen (bijvoorbeeld Bo1). Foto's: Mark van Mullekom.

Bo3: De (sterk) verrijkte toplaag van 25 cm in circa 20-30 jaar (totaal-P 21-25 mmol/l en Olsen-P $\pm 1300-1500 \mu\text{mol/l}$) uitmijnen na herinzaai met een grasklaver mengsel (bijlage 4). Of de bouwvoor van 25 cm verwijderen en onder de juiste hydrologische omstandigheden op de zwak gebufferde tot licht zure bodem (Ca-t $\pm 8-13 \text{ mmol/l}$, Ca-z $\pm 2400 \mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,03) een heide of heischraal grasland ontwikkelen.

Bo4: De (sterk) verrijkte toplaag van 25 cm in circa 25-30 jaar (totaal-P 29-30 mmol/l en Olsen-P $\pm 2700-3100 \mu\text{mol/l}$) uitmijnen na herinzaai met een grasklaver mengsel (bijlage 4). Na het afgraven van de bouwvoor van 25 cm komt, als gevolg van uitspoeling, een matig verrijkte bodem aan het oppervlak (totaal-P 11-12 mmol/l en Olsen-P $\pm 2400-2750 \mu\text{mol/l}$). Hiervoor is een aanvullend verschrallingsbeheer vereist van circa 50 jaar maaien en afvoeren of 12 jaar uitmijnen waarna, onder de juiste hydrologische omstandigheden een heischraal grasland of blauwgrasland tot ontwikkeling kan komen (Ca-t $\pm 22 \text{ mmol/l}$, Ca-z $\pm 6000-9100 \mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01).

Vanwege de lage ligging (figuur 2.3) is het in deze zone wellicht wel mogelijk om meer grondwaterinvloed te creëren. Vernatting is, in verband met het risico op P-mobilisatie en verzuuring, echter alleen gewenst onder voedselarme omstandigheden.

Wanneer wordt besloten om geen specifieke inrichtingsmaatregelen te nemen op deze voormalige landbouwgronden wordt geadviseerd om minimaal jaarlijks te maaien en afvoeren en de onderhoudsslotsen of greppels open te houden (eventueel verondiepen) zodat droogval van de toplaag in de zomermaanden plaatsvindt en verzuuring wordt voorkomen. Door niet meer te bemesten zal de fractie labiel beschikbaar fosfaat op termijn afnemen (P-z $< 1-2 \mu\text{mol/l}$) en de kruidenrijkdom toenemen.

Tabel 5.16. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|-------------------------------|----|-----|-----|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|-------|-------|----|------|
| 1 | 0-15 | zand (licht lemig), venig, bv | 24 | 1,0 | 7,5 | 751 | 8,0 | 107 | 19 | 26 | 2 | 6 | 11,9 | 5,0 | 200 | 8548 | 0,02 | 397 | 516 | 12 | 60 | 177 | 94 | 20 |
| | 15-25 | zand (licht lemig), venig, bv | 21 | 1,1 | 6,1 | 810 | 7,9 | 132 | 20 | 34 | 1 | 6 | 11,0 | 4,8 | 257 | 8816 | 0,03 | 318 | 495 | 9 | 33 | 274 | 92 | 14 |
| | 25-35 | zand | 15 | 1,5 | 0,6 | 326 | 2,4 | 96 | 10 | 23 | 1 | 10 | 1,5 | 5,5 | 25 | 4902 | 0,01 | 557 | 356 | 7 | 39 | 72 | 98 | 0 |
| | 35-45 | zand | 14 | 1,6 | 0,6 | 91 | 1,8 | 89 | 16 | 27 | 5 | 13 | 1,5 | 5,1 | 34 | 3853 | 0,01 | 288 | 623 | 8 | 33 | 36 | 98 | 0 |
| 2 | 0-15 | zand (licht lemig), bv | 26 | 1,3 | 2,8 | 1191 | 16,3 | 133 | 29 | 44 | 5 | 8 | 17,7 | 5,4 | 92 | 5827 | 0,02 | 484 | 286 | 52 | 28 | 614 | 89 | 54 |
| | 15-25 | zand (licht lemig), bv | 24 | 1,4 | 3,2 | 766 | 8,9 | 109 | 20 | 33 | 3 | 6 | 8,5 | 5,2 | 95 | 6754 | 0,01 | 338 | 319 | 9 | 91 | 350 | 93 | 15 |
| | 25-35 | zand | 15 | 1,6 | 0,2 | 221 | 2,0 | 85 | 13 | 20 | 4 | 8 | 2,8 | 5,7 | 95 | 2779 | 0,03 | 390 | 245 | 11 | 15 | 28 | 95 | 0 |
| | 35-45 | zand | 15 | 1,7 | 0,3 | 92 | 1,0 | 92 | 11 | 22 | 4 | 11 | 1,9 | 5,6 | 19 | 2572 | 0,01 | 448 | 220 | 8 | 14 | 22 | 98 | 0 |
| | 80-90 | zand | 17 | 1,6 | 0,6 | 68 | 1,2 | 113 | 13 | 26 | 7 | 14 | 1,6 | 5,8 | 15 | 5436 | 0,00 | 534 | 696 | 10 | 12 | 35 | 99 | 0 |
| 3 | 0-15 | zand, venig/lemig, bv | 29 | 1,1 | 9,6 | 1313 | 20,6 | 204 | 54 | 86 | 4 | 10 | 17,1 | 4,9 | 169 | 12026 | 0,01 | 229 | 1608 | 14 | 188 | 242 | 93 | 71 |
| | 15-25 | zand, venig/lemig, bv | 30 | 1,1 | 9,0 | 1540 | 24,6 | 126 | 52 | 77 | 2 | 7 | 15,9 | 5,4 | 70 | 14726 | 0,00 | 302 | 1771 | 11 | 189 | 134 | 94 | 59 |
| | 25-35 | zand | 14 | 1,7 | 0,6 | 395 | 2,0 | 92 | 13 | 21 | 2 | 8 | 1,7 | 5,1 | 61 | 2563 | 0,02 | 390 | 414 | 16 | 49 | 98 | 94 | 0 |
| | 35-45 | zand | 14 | 1,7 | 0,4 | 204 | 1,1 | 71 | 8 | 19 | 2 | 7 | 1,8 | 5,3 | 80 | 2223 | 0,04 | 205 | 320 | 12 | 26 | 75 | 93 | 0 |
| 4 | 0-20 | zand, bv | 21 | 1,5 | 3,1 | 2744 | 28,9 | 93 | 32 | 33 | 4 | 9 | 9,6 | 5,2 | 58 | 9628 | 0,01 | 168 | 1549 | 101 | 130 | 204 | 92 | >125 |
| | 20-30 | zand, bv | 19 | 1,5 | 2,7 | 3089 | 30,0 | 97 | 39 | 35 | 4 | 9 | 7,3 | 5,3 | 98 | 8471 | 0,01 | 157 | 1580 | 97 | 241 | 137 | 94 | 83 |
| | 30-40 | zand | 15 | 1,6 | 1,0 | 2744 | 12,0 | 78 | 23 | 14 | 3 | 7 | 2,8 | 5,5 | 29 | 5969 | 0,00 | 160 | 987 | 100 | 58 | 83 | 98 | 27 |
| | 40-50 | zand | 14 | 1,7 | 0,8 | 2400 | 11,2 | 79 | 21 | 12 | 3 | 7 | 2,3 | 5,5 | 52 | 9123 | 0,01 | 201 | 1177 | 145 | 49 | 79 | 98 | 24 |

N.B.: Voor het uitmijnadvies in bijlage 4 is een range berekend op basis van Olsen-P streefconcentraties van 300-650 $\mu\text{mol/l}$. Dit geeft een goed beeld van de globale uitmijnperiode, vandaar dat voor deze range is gekozen. Hiervoor heeft een aparte bemonstering plaatsgevonden van de toplaag van 25 cm (afhankelijk van de bouwvoordikte). De bodemchemie (o.a. de P-concentraties) op deze puntboringen kan lokaal beperkt variëren waardoor berekend verschrallingsduren ook kunnen variëren (voor het natuurontwikkelingsonderzoek is op basis van referentiemetingen alleen gerekend met een Olsen-P streefconcentratie van 350 $\mu\text{mol/l}$). De berekende verschrallingsduren (zowel maaien en afvoeren als uitmijnen) moeten dan ook vooral worden gezien als een globale indicatie op basis waarvan weloverwogen keuzes kunnen worden gemaakt wat betreft de inrichtingsmaatregelen.

KADER 4. UITMIJNEN

Uitmijnen is het versneld afvoeren van fosfaat in de bovenste 25-30 cm van de bodem door de productie van een grasland (tijdelijk, gedurende een aantal jaar) te verhogen en hoog te houden. Op deze manier kan er jaarlijks zo'n 40 kg P per ha per jaar worden afgevoerd: vier keer zoveel als met alleen maaien en afvoeren.

Als bodems erg rijk zijn aan fosfaat ontstaat er op termijn een onbalans aan nutriënten met veel fosfaat, maar weinig stikstof en vaak ook weinig kalium. De 'truc' van uitmijnen is dan ook deze onbalans te herstellen: er is voldoende stikstof en kalium nodig om de afvoer van fosfaat te verhogen.

Uitmijnen kan op twee manieren: door inzaai van een grasklaver in combinatie met kalibemesting of door een productief grasland met kali- en stikstofbemesting. In sommige gevallen kan dit met de bestaande zode. Dit kan alleen de bestaande zode vol staat met productieve soorten als Engels of Italiaans raaigras, Timotee, Beemdlangbloem, Veldbeemd of Ruw beemdgras.

Percelen met bijna alleen Pitrus of Gestreepte witbol zullen, ook na bemesting, nooit de gewenste opbrengst en fosfaatafvoer opleveren. In dat geval is herinzaai te verkiezen.

Bij uitmijnen mogen de percelen niet extreem droog of extreem nat zijn, zodat de gewasgroei op pijl kan blijven en machinale bewerking mogelijk is. Zie bijlage 4 voor een praktisch uitmijnadvies op de locaties Bo1 t/m Bo15. Het uitmijnadvies is opgesteld in samenwerking met Bart Timmermans van het Louis Bolk Instituut.



Figuur. Foto's van uitmijnen. Links: het maaien van een jong en rijk perceel waarop wordt uitgemijnd met BG11 en witte klaver. Rechts: op een perceel waarop langere tijd wordt uitgemijnd neemt de soortenrijkdom toe met zo'n 1 tot twee plantensoorten per jaar. Op het perceel op de foto groeien onder andere algemene soorten als kruipende boterbloem, paardebloem, herderstasje, varkensgras, madeliefje, kluwehoornbloem, gewoon biggenkruid, veldzuring, gestreept witbol, veldereprijs, tijmeprijs en echte kamille. Foto's Bart Timmermans.

5.12. Deelgebied 12: grasland zuidwest

Op de westelijk/hoger gelegen locatie Bo14 is een P-rijke (totaal-P ± 32 mmol/l en Olsen-P ± 3450 $\mu\text{mol/l}$) bouwvoor aanwezig van 40 cm. Verschrallingsbeheer of uitmijnen (circa 40-50 jaar, bijlage 4) biedt weinig perspectief. Na het afgraven van de voedselrijke toplaag (40 cm) komt een P-arme bodem aan het oppervlak waarvan de mate van buffering toeneemt in de diepte. Op 40-60 cm-mv is de bodem zwak gebufferd tot licht zuur (Ca-t $\pm 6-9$ mmol/l, Ca-z $\pm 2400-3100$ $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,02) en kan, eventueel in combinatie met een eenmalige bekalking van 2000 kg Dolokal/ha een heide of heischraal grasland tot ontwikkeling komen.

Op de lager gelegen monsterlocatie Bo15 is de toplaag (20 cm) zeer rijk aan fosfaat (totaal-P ± 33 mmol/l en Olsen-P ± 2060 $\mu\text{mol/l}$). Op 20-60 cm-mv (vanaf 60 cm-mv is kleileem aangetroffen) en is de bodem matig fosfaathoudend (totaal-P ± 14 mmol/l en Olsen-P ± 625 $\mu\text{mol/l}$). In combinatie met de concentratie totaal calcium (46-61 mmol/l), uitwisselbaar calcium ($\pm 24000-34000$ $\mu\text{mol/l}$) en ijzer (217-128 mmol/l) is deze bodem geschikt voor de ontwikkeling van een nat schraalland of vochtige hooiland. In dergelijke natuurtypen worden Olsen-P concentraties gemeten van 200-650 $\mu\text{mol/l}$ (blauwgrasland) en 300-800 $\mu\text{mol/l}$ (dotterbloemhooiland). Droogval van de toplaag in de zomermaanden is hierbij een vereiste (in verband met het ijzergebonden P).

Op dit perceel kan na afgraven van 40 cm (westen) tot (minimaal) 20 cm (oosten), onder de juiste hydrologische omstandigheden, een prachtige gradiënt tot ontwikkeling komen van vochtige heide naar heischraal grasland en blauwgrasland (eventueel dotterbloemhooiland). De hoogteverschillen in het landschap worden op deze manier aangetast. Het minder dan 40 cm (de bouwvoor) afgraven op de hogere kop heeft is echter weinig zinvol, tenzij verzuivering (deze valt wellicht mee onder droge omstandigheden) of de ontwikkeling van algemene soorten wordt geaccepteerd. De poel in het gebied (tabel 5.18) is matig gebufferd met een pH van 6,7 en een alkaliniteit van 0,6 meq/l en 172 $\mu\text{mol/l}$ calcium.

Wanneer wordt besloten om geen specifieke inrichtingsmaatregelen te nemen op de hoger gelegen voormalige landbouwgronden wordt geadviseerd om minimaal jaarlijks te maaien en afvoeren. De bodem valt reeds voldoende droog in de zomer en de afvoer van neerslagwater vindt vanwege de helling in het perceel plaats over het maaiveld. Door niet meer te bemesten zal de fractie labiel beschikbaar fosfaat op termijn afnemen (P-z $< 1-2$ $\mu\text{mol/l}$) en de kruidenrijkdom toenemen.



Figuur 5.16. Foto's van deelgebied 12 (Bo14 en Bo15) met oppervlaktewaterlocatie 5. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.17. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|------------------------|----|-----|-----|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|-----|-------|-------|-----|------|
| 14 | 0-20 | zand, bv | 21 | 1,3 | 5,8 | 3493 | 32,6 | 96 | 23 | 51 | 2 | 7 | 9,8 | 4,5 | 376 | 8208 | 0,05 | 0 | 739 | 54 | 416 | 188 | 90 | >125 |
| | 20-40 | zand, bv | 21 | 1,3 | 6,8 | 3430 | 31,4 | 101 | 23 | 51 | 4 | 7 | 10,1 | 4,5 | 193 | 12142 | 0,02 | 0 | 726 | 44 | 180 | 96 | 96 | >125 |
| | 40-50 | zand | 13 | 1,5 | 0,6 | 255 | 1,1 | 14 | 6 | 3 | 0 | 1 | 0,8 | 5,2 | 37 | 2373 | 0,02 | 0 | 200 | 49 | 25 | 44 | 96 | 0 |
| | 50-60 | zand | 12 | 1,6 | 0,9 | 517 | 2,4 | 27 | 9 | 6 | 1 | 2 | 1,3 | 5,2 | 29 | 3073 | 0,01 | 0 | 315 | 35 | 23 | 39 | 97 | 0 |
| | 60-70 | zand | 13 | 1,6 | 1,1 | 203 | 1,3 | 71 | 13 | 10 | 5 | 5 | 1,4 | 5,5 | 99 | 4754 | 0,02 | 47 | 627 | 1 | 17 | 26 | 97 | 0 |
| | 80-90 | zand | 16 | 1,7 | 1,5 | 605 | 3,1 | 117 | 17 | 23 | 4 | 8 | 2,5 | 5,3 | 184 | 6638 | 0,03 | 193 | 888 | 1 | 25 | 26 | 96 | 0 |
| 15 | 0-20 | zand (licht lemig), bv | 27 | 1,3 | 7,5 | 2061 | 32,9 | 209 | 36 | 86 | 8 | 16 | 15,9 | 4,8 | 306 | 11977 | 0,03 | 0 | 694 | 2 | 101 | 198 | 93 | >125 |
| | 20-40 | zand (licht lemig), bv | 19 | 1,6 | 3,4 | 645 | 13,4 | 385 | 61 | 217 | 45 | 60 | 9,9 | 4,9 | 117 | 34233 | 0,00 | 0 | 4115 | 0 | 114 | 61 | 98 | 38 |
| | 40-60 | zand (licht lemig), bv | 26 | 1,4 | 4,8 | 620 | 14,3 | 247 | 46 | 128 | 13 | 25 | 11,8 | 5,3 | 43 | 24270 | 0,00 | 0 | 3979 | 0 | 87 | 83 | 99 | 39 |
| | 60-70 | keileem | 16 | 1,7 | 2,6 | 88 | 3,3 | 567 | 76 | 384 | 74 | 107 | 2,3 | 5,2 | 14 | 33821 | 0,00 | 14 | 9095 | 0 | 25 | 49 | 100 | 0 |

Tabel 5.18. Overzicht van de grondwaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|-----|------|-----|----|----|------|------|-----|----|-----|-------|
| OW1 | 6,7 | 0,6 | 54 | 209 | 452 | 12,3 | 172 | 5,1 | 48,7 | 3,0 | 29 | 22 | 0,7 | 4,7 | 124 | 13 | 41 | 0,9 |

5.13. Deelgebied 13: graslanden west

De volgende ontwikkelingen zijn mogelijk op de locaties Bo7 tot en met Bo13:

Bo7: Op deze locatie is een P-rijke (totaal-P ± 12 mmol/l en Olsen-P ± 1900 $\mu\text{mol/l}$) bouwvoor aanwezig van 40 cm. Verschraling (0 tot 25/30 cm) kan door middel van een uitmijnbeheer van circa 20 jaar (bijlage 4). Alternatieven zijn het afgraven van 40 cm (de inspoelingslaag op 40-50 cm is matig verrijkt met fosfaat waardoor circa 8 jaar aanvullend verschrallingsbeheer vereist is) of 50 cm. Op deze relatief droge locatie (GHG 70 cm-mv, bijlage 4) ligt de ontwikkeling van een heide of heischraal grasland voor de hand (Ca-totaal $\pm 9,5$ mmol/l, Ca-z ± 3200 $\mu\text{mol/l}$, Al-Ca ratio $\pm 0,12$).

Op de lager gelegen monsterlocatie Bo8 is de toplaag (30 cm) zeer rijk aan fosfaat (totaal-P ± 32 mmol/l en Olsen-P ± 2300 $\mu\text{mol/l}$). Een uitmijnbeheer van 30-35 jaar (bijlage 4) lijkt niet reëel en praktisch moeilijk uitvoerbaar onder deze natte omstandigheden. Vanaf 40 cm-mv is kleileem aanwezig. Op 30-40 cm-mv is de bodem zandig en matig fosfaathoudend (totaal-P ± 8 mmol/l en Olsen-P ± 825 $\mu\text{mol/l}$) en in combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer geschikt voor de ontwikkeling van een heischraal grasland/blauwgrasland (Ca-t 24 mmol/l, Ca-z 9114 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01). Het afgraven van 40 cm tot op het P-arme keileem (P-totaal 4 mmol/l en Olsen-P 114 $\mu\text{mol/l}$) is echter het meest kansrijk voor de ontwikkeling van een blauwgrasland (eventueel dotterbloemhooiland): totaal calcium 87 mmol/l, uitwisselbaar calcium ± 31000 $\mu\text{mol/l}$ en 248 mmol/l ijzer.

Op dit perceel kan na afgraving van 40-50 cm (westen) tot 30-40 cm (oosten), onder de juiste hydrologische omstandigheden, een prachtige gradiënt tot ontwikkeling komen van droge-vochtige heide naar heischraal grasland en blauwgrasland (eventueel dotterbloemhooiland). De poel in het gebied (tabel 5.20) is zwak-matig gebufferd met een pH van 6,7 en een alkaliniteit van 0,3 meq/l en 105 $\mu\text{mol/l}$ calcium.



Figuur 5.17. Foto's van bodemmonsterlocatie Bo8 en oppervlaktewaterlocatie ow2. Foto's: Mark van Mullekom.

Bo9: Op deze locatie is een matig P-rijke (totaal-P ± 15 mmol/l en Olsen-P ± 850 $\mu\text{mol/l}$) bodemlaag aanwezig van 40 cm. Verschraling (0 tot 25/30 cm) kan door middel van een uitmijnbeheer van circa 20 jaar (bijlage 4). Wanneer 40 cm wordt afgegraven komt een relatief P-arme (totaal-P ± 10 mmol/l en Olsen-P ± 500 $\mu\text{mol/l}$) bodem aan het oppervlak welke, onder de juiste hydrologische omstandigheden, geschikt is voor blauwgraslandontwikkeling (Ca-t 63 mmol/l, Ca-z 24493 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01, Fe 149 mmol/l). Op 60 cm zit het keileem.

Bo10: Op deze locatie is geen kleileem aangetroffen tot 100 cm-mv. Er is een matig P-rijke (totaal-P ± 13 mmol/l en Olsen-P ± 760 $\mu\text{mol/l}$) bodemlaag aanwezig van 20(-30) cm. Verschraling kan door middel van een uitmijnbeheer van circa 15-20 jaar (bijlage 4). De onderste 10 cm van de bouwvoor (20-30 cm-mv) is minder voedselrijk (totaal-P ± 7 mmol/l en Olsen-P ± 450 $\mu\text{mol/l}$) en geschikt voor de ontwikkeling van een blauwgrasland (Ca-t 27 mmol/l, Ca-z 13671 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01, Fe 56 mmol/l). Wanneer 30 cm wordt afgegraven (een veiligere keuze) komt een P-arme (totaal-P ± 3 mmol/l en Olsen-P ± 150 $\mu\text{mol/l}$) bodem aan het oppervlak welke, onder de juiste hydrologische omstandigheden, geschikt is voor de ontwikkeling van een heischraal grasland of eventueel blauwgrasland (Ca-t 18 mmol/l, Ca-z 6525 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,02, Fe 19 mmol/l).



Figuur 5.18. Foto's van bodemmonsterlocatie Bo11 en de beek aan de zuidkant van het perceel met de bodemmonsterlocaties Bo10 en Bo11. Foto's: Mark van Mullekom.

Bo11: Op deze locatie is, evenals op locatie Bo10, geen kleileem aangetroffen tot 100 cm-mv. Er is sprake van een zeer P-rijke (totaal-P ± 31 mmol/l en Olsen-P ± 3100 $\mu\text{mol/l}$) toplaag van 20 cm.

Verschraling kan door middel van een uitmijnbeheer van circa 30-35 jaar (bijlage 4). Op 20-30 cm (en in mindere mate op 30-40 cm-mv) is sprake van een inspoelingslaag (totaal-P ± 18 mmol/l en Olsen-P ± 1500 $\mu\text{mol/l}$). Op 30-40 cm-mv zijn de P-concentraties lager (totaal-P 8 mmol/l en Olsen-P 600 $\mu\text{mol/l}$). In combinatie met beperkt aanvullend verschrallingsbeheer is deze bodemlaag, onder de juiste hydrologische omstandigheden, geschikt voor de ontwikkeling van een heischraal grasland (Ca-t 22 mmol/l, Ca-z 4916 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,02, Fe 55 mmol/l). Op 40-50 cm-mv is de bodem P-arm (totaal-P ± 4 mmol/l en Olsen-P ± 90 $\mu\text{mol/l}$) en eveneens geschikt voor de ontwikkeling van een heischraal grasland (Ca-t 19 mmol/l, Ca-z 3420 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,02, Fe 47 mmol/l).

Tabel 5.19. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|------------------------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-------|-----|------|
| 7 | 0-20 | zand, bv | 14 | 1,3 | 4,6 | 1867 | 12,1 | 88 | 13 | 57 | 11 | 16 | 8,2 | 4,3 | 407 | 5452 | 0,07 | 289 | 2807 | 23 | 190 | 339 | 90 | 54 |
| | 20-40 | zand, bv | 8 | 1,5 | 1,2 | 1934 | 11,4 | 29 | 5 | 25 | 2 | 2 | 2,2 | 4,3 | 243 | 2169 | 0,11 | 177 | 832 | 28 | 72 | 73 | 85 | 49 |
| | 40-50 | zand, sterke inspoeling | 17 | 1,5 | 3,0 | 900 | 6,1 | 155 | 9 | 24 | 9 | 9 | 5,7 | 4,8 | 451 | 3358 | 0,13 | 76 | 841 | 9 | 52 | 57 | 84 | 8 |
| | 50-60 | zand, sterke inspoeling | 16 | 1,5 | 2,1 | 295 | 3,0 | 138 | 10 | 22 | 8 | 10 | 3,6 | 4,7 | 382 | 3079 | 0,12 | 79 | 1017 | 6 | 26 | 24 | 85 | 0 |
| 8 | 0-20 | zand, venig/lemig, bv | 33 | 1,1 | 11,8 | 2298 | 31,8 | 254 | 39 | 102 | 11 | 23 | 21,6 | 4,8 | 227 | 14461 | 0,02 | 0 | 2551 | 14 | 69 | 321 | 91 | >125 |
| | 20-30 | zand, venig/lemig, bv | 29 | 1,1 | 10,0 | 2353 | 32,0 | 227 | 41 | 89 | 8 | 19 | 19,6 | 4,7 | 180 | 14828 | 0,01 | 0 | 2304 | 13 | 275 | 195 | 93 | 85 |
| | 30-40 | zand | 15 | 1,5 | 1,4 | 823 | 8,2 | 156 | 24 | 59 | 6 | 22 | 4,9 | 5,1 | 110 | 9114 | 0,01 | 12 | 1343 | 9 | 143 | 126 | 96 | 15 |
| | 40-50 | keileem | 16 | 1,6 | 2,5 | 117 | 4,0 | 433 | 87 | 248 | 67 | 105 | 2,5 | 5,3 | 169 | 31184 | 0,01 | 86 | 6210 | 15 | 36 | 102 | 98 | 0 |
| 9 | 0-20 | zand, venig/lemig, bv | 18 | 1,4 | 3,9 | 787 | 14,6 | 268 | 48 | 158 | 14 | 30 | 10,6 | 5,1 | 161 | 13128 | 0,01 | 71 | 1131 | 15 | 173 | 1401 | 93 | 51 |
| | 20-40 | zand, venig/lemig, bv | 17 | 1,4 | 4,1 | 892 | 15,7 | 260 | 50 | 122 | 12 | 27 | 11,3 | 5,0 | 51 | 22559 | 0,00 | 10 | 3338 | 12 | 283 | 45 | 99 | 60 |
| | 40-60 | zand, venig/lemig, bv | 20 | 1,3 | 5,8 | 510 | 10,5 | 436 | 63 | 149 | 28 | 53 | 13,6 | 5,1 | 128 | 24493 | 0,01 | 92 | 3897 | 14 | 273 | 53 | 99 | 20 |
| | 60-70 | keileem | 14 | 1,6 | 2,3 | 123 | 2,3 | 300 | 66 | 230 | 50 | 73 | 2,5 | 5,2 | 20 | 30792 | 0,00 | 135 | 6844 | 12 | 71 | 37 | 100 | 0 |
| 10 | 0-20 | zand, venig/lemig, bv | 27 | 1,2 | 6,8 | 764 | 12,7 | 162 | 23 | 64 | 6 | 12 | 16,2 | 5,0 | 219 | 10618 | 0,02 | 427 | 577 | 7 | 14 | 552 | 86 | 43 |
| | 20-30 | zand, venig/lemig, bv | 22 | 1,3 | 6,0 | 452 | 7,4 | 225 | 27 | 56 | 6 | 15 | 12,1 | 5,0 | 155 | 13671 | 0,01 | 20 | 155 | 8 | 9 | 353 | 91 | 5 |
| | 30-40 | zand | 15 | 1,5 | 1,0 | 155 | 3,3 | 143 | 18 | 39 | 2 | 13 | 2,9 | 5,3 | 106 | 6525 | 0,02 | 39 | 273 | 9 | 16 | 45 | 97 | 0 |
| | 40-50 | zand | 14 | 1,4 | 0,3 | 35 | 1,7 | 62 | 14 | 19 | 1 | 9 | 1,5 | 5,4 | 30 | 3778 | 0,01 | 133 | 300 | 7 | 11 | 31 | 98 | 0 |
| | 80-90 | zand | 13 | 1,5 | 0,5 | 124 | 3,0 | 98 | 21 | 40 | 6 | 15 | 0,9 | 6,0 | 59 | 7108 | 0,01 | 421 | 895 | 7 | 13 | 19 | 99 | 0 |
| 11 | 0-20 | zand (licht lemig), bv | 18 | 1,7 | 2,1 | 3093 | 31,4 | 191 | 23 | 41 | 4 | 9 | 7,9 | 4,5 | 489 | 6947 | 0,07 | 45 | 143 | 24 | 144 | 233 | 77 | >125 |
| | 20-30 | zand, inspoeling | 17 | 1,6 | 2,2 | 1499 | 18,2 | 326 | 30 | 85 | 4 | 15 | 8,0 | 5,2 | 191 | 6139 | 0,03 | 49 | 147 | 8 | 96 | 76 | 90 | 44 |
| | 30-40 | zand, inspoeling | 16 | 1,5 | 1,4 | 600 | 8,0 | 235 | 22 | 55 | 2 | 11 | 5,2 | 5,0 | 119 | 4916 | 0,02 | 8 | 97 | 6 | 38 | 57 | 95 | 10 |
| | 40-50 | zand | 14 | 1,6 | 0,8 | 87 | 4,3 | 165 | 19 | 47 | 4 | 12 | 2,7 | 5,6 | 52 | 3420 | 0,02 | 24 | 153 | 9 | 11 | 32 | 97 | 0 |
| 12 | 0-15 | zand, sterk venig, lemig, bv | 26 | 1,2 | 8,0 | 796 | 14,9 | 344 | 29 | 110 | 15 | 27 | 13,0 | 4,6 | 298 | 14544 | 0,02 | 0 | 832 | 8 | 13 | 78 | 95 | 39 |
| | 15-25 | zand, sterk venig, lemig, bv | 22 | 1,5 | 5,1 | 1006 | 16,5 | 378 | 36 | 120 | 15 | 31 | 16,3 | 4,7 | 387 | 14182 | 0,03 | 0 | 1237 | 10 | 52 | 60 | 95 | 34 |
| | 25-35 | zand, lemig | 13 | 1,7 | 1,9 | 214 | 3,8 | 164 | 21 | 53 | 4 | 20 | 4,9 | 4,7 | 134 | 7442 | 0,02 | 0 | 1417 | 11 | 37 | 32 | 97 | 0 |
| | 35-45 | keileem | 15 | 1,8 | 2,5 | 44 | 2,3 | 740 | 76 | 327 | 43 | 87 | 2,2 | 5,1 | 68 | 34631 | 0,00 | 0 | 9935 | 23 | 24 | 57 | 100 | 0 |
| 13 | 0-20 | zand, lemig/venig, bv | 25 | 1,3 | 6,3 | 741 | 14,8 | 346 | 38 | 210 | 30 | 49 | 12,6 | 4,3 | 640 | 22598 | 0,03 | 0 | 488 | 8 | 65 | 84 | 93 | 49 |
| | 20-30 | zand | 19 | 1,8 | 1,7 | 216 | 2,9 | 103 | 16 | 48 | 4 | 14 | 3,1 | 4,7 | 291 | 5895 | 0,05 | 0 | 259 | 13 | 53 | 42 | 92 | 0 |
| | 30-40 | zand | 13 | 1,7 | 1,2 | 179 | 3,7 | 301 | 33 | 150 | 30 | 48 | 3,3 | 4,5 | 245 | 11408 | 0,02 | 0 | 1482 | 9 | 42 | 35 | 96 | 0 |
| | 40-50 | zand | 16 | 1,6 | 2,5 | 35 | 2,7 | 756 | 84 | 448 | 133 | 150 | 1,3 | 4,7 | 195 | 35971 | 0,01 | 0 | 7427 | 13 | 16 | 34 | 99 | 0 |
| | 80-90 | keileem | 16 | 1,8 | 2,4 | 90 | 3,4 | 413 | 84 | 321 | 71 | 106 | 1,3 | 4,7 | 165 | 40488 | 0,00 | 0 | 10628 | 25 | 10 | 51 | 99 | 0 |

Tabel 5.20 Overzicht van de oppervlaktewaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|------|-----|----|----|------|------|-----|----|-----|-------|
| OW2 | 6,7 | 0,3 | 42 | 82 | 177 | 2,4 | 105 | 3,1 | 30,7 | 1,0 | 24 | 3 | 0,7 | 0,4 | 89 | 11 | 102 | 0,3 |

Bo12: Op deze locatie is kleileem aangetroffen op 35 cm diepte. Er is een matig P-rijke (totaal-P ± 15 mmol/l en Olsen-P ± 900 $\mu\text{mol/l}$) toplaag aanwezig van 25 cm. De voedselrijkdom in de toplaag blijkt echter sterk te variëren. Bij analyses in het kader van het uitmijnadvies (bijlage 4) werden hogere P-concentraties gemeten (totaal-P ± 26 mmol/l en Olsen-P ± 1600 $\mu\text{mol/l}$). De uitmijnperiode kan hierdoor 20-35 jaar bedragen. Vanaf 25 cm-mv is de bodem P-arm, matig gebufferd (Ca-t 21 mmol/l, Ca-z 7442 $\mu\text{mol/l}$) en geschikt voor de ontwikkeling van een heischraal grasland/blauwgrasland Wanneer 35 cm wordt afgegraven komt het keileem aan het oppervlak. Onder de juiste hydrologische omstandigheden is dit (zeer) geschikt voor de ontwikkeling van een blauwgrasland (of dotterbloemhooiland) (Ca-t 76 mmol/l, Ca-z 34631 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio $< 0,01$, Fe 327 mmol/l).

Bo13: Op deze locatie is kleileem aangetroffen op 80 cm diepte. Er is een matig P-rijke (totaal-P ± 15 mmol/l en Olsen-P ± 750 $\mu\text{mol/l}$) toplaag aanwezig van 20 cm. De voedselrijkdom in de toplaag blijkt echter sterk te variëren. Bij analyses in het kader van het uitmijnadvies (bijlage 4) werden hogere P-concentraties gemeten (totaal-P ± 20 mmol/l en Olsen-P ± 1200 $\mu\text{mol/l}$). De uitmijnperiode kan hierdoor 15-30 jaar bedragen. Op 20-30 cm-mv is de bodem P-arm (totaal-P ± 3 mmol/l en Olsen-P ± 200 $\mu\text{mol/l}$) en zwak-matig gebufferd (Ca-t 16 mmol/l, Ca-z 5895 $\mu\text{mol/l}$) en geschikt voor de ontwikkeling van een heischraal grasland. De mate van buffering neemt echter sterk toe in de diepte. De concentratie uitwisselbaar calcium is op 30-40 cm-mv 11408 $\mu\text{mol/l}$, op 40-50 cm-mv 35971 $\mu\text{mol/l}$ en op 80-90 cm-mv (keileem) 40488 $\mu\text{mol/l}$. Het afgraven van minimaal 30 cm heeft hierdoor de voorkeur voor de ontwikkeling van een blauwgrasland.

5.14. Deelgebied 14: paardenweide en ruigtestrook

In het grasland rondom de (kunstmatig) sterk meanderende beek (Bo33) is een sterk verstoord bodemprofiel aangetroffen. Het (opgebrachte?) zand (0-20 cm-mv) is P-rijk (totaal-P ± 18 mmol/l en Olsen-P ± 2500 $\mu\text{mol/l}$). Op 20-45 cm-mv is (opgebrachte?) keileem aangetroffen (P-concentratie neemt af in de diepte). Op 45-60 bevindt zich het oorspronkelijke maaiveld: een P-rijke (totaal-P ± 26 mmol/l en Olsen-P ± 2300 $\mu\text{mol/l}$) zandige bodemlaag. Op 60-100 cm is keileem aangetroffen tijdens de boring. De natuurontwikkelingsdoelen op deze locatie zijn niet bekend.



Figuur 5.19. Foto's van de zone in deelgebied 14 waarin een meanderende beek is aangelegd. Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.21 Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|---------------------------|----|-----|------|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-----|-------|-------|----|------|
| 32 | 0-15 | veraard veen (zeer grof) | 50 | 0,7 | 22,1 | 1109 | 6,1 | 48 | 12 | 34 | 4 | 5 | 18,6 | 3,1 | 2428 | 6835 | 0,36 | 1155 | 1408 | 20 | 246 | 212 | 60 | 12 |
| | 15-25 | zwart, licht lemig zand | 26 | 1,2 | 5,5 | 455 | 3,6 | 97 | 6 | 17 | 5 | 7 | 14,2 | 3,6 | 2833 | 2337 | 1,21 | 837 | 566 | 10 | 5 | 177 | 39 | 1 |
| | 25-45 | grijs/zwart gemengd zand | 14 | 1,7 | 0,9 | 199 | 9,6 | 312 | 42 | 168 | 8 | 94 | 6,2 | 4,0 | 820 | 3082 | 0,27 | 370 | 502 | 2 | 28 | 53 | 70 | 0 |
| | 50-65 | keileem | 15 | 1,8 | 1,3 | 19 | 2,7 | 572 | 92 | 335 | 79 | 125 | 2,6 | 4,9 | 294 | 42339 | 0,01 | 115 | 8707 | 0 | 17 | 31 | 99 | 0 |
| 33 | 0-20 | zwart lemig zand, opgebr? | 21 | 1,4 | 2,9 | 2469 | 18,2 | 205 | 38 | 123 | 25 | 31 | 8,8 | 6,0 | 54 | 18055 | 0,00 | 10584 | 7569 | 51 | 48 | 1138 | 97 | 92 |
| | 20-30 | keileem, opgebracht? | 19 | 1,5 | 2,0 | 694 | 8,3 | 343 | 71 | 331 | 47 | 61 | 3,2 | 4,7 | 289 | 30217 | 0,01 | 2284 | 6113 | 0 | 63 | 124 | 97 | 13 |
| | 30-45 | keileem, opgebracht? | 16 | 1,7 | 1,6 | 290 | 3,6 | 336 | 84 | 266 | 49 | 67 | 1,2 | 4,7 | 108 | 32034 | 0,00 | 644 | 6007 | 0 | 85 | 275 | 97 | 0 |
| | 45-60 | zwart lemig zand, oud mv | 26 | 1,2 | 5,2 | 2336 | 26,3 | 228 | 44 | 107 | 19 | 28 | 13,8 | 5,1 | 153 | 17542 | 0,01 | 1452 | 2666 | 6 | 13 | 1265 | 88 | 105 |

Locatie Bo32 is een potentiële uitbreidingslocatie voor het areaal aan vochtig schraalland. Het wordt geadviseerd om (naast de strooisel laag) het veraard veen af te graven (0-15 cm). Wanneer het veraard veen niet kan worden afgegraven in verband met de inpasbaarheid in het systeem is het risico op Pitrusontwikkeling als gevolg van de afbraakprocessen groot. De onderliggende zandbodem (15-45 cm-mv) is relatief P-arm en zwak gebufferd tot zuur (Ca-z 2300-3100 $\mu\text{mol/l}$)

en Al/Ca ratio 1,21-0,27 en daarmee geschikt voor de ontwikkeling van heide of (in combinatie met een eenmalige bekalking van 2000 kg Dolokal/ha) heischraal grasland. De mate van buffering neemt toe in de diepte. Op 45 cm is gebufferd, ijzerrijk keileem aanwezig (Ca-t 92 mmol/l, Ca-z 42339 $\mu\text{mol/l}$, Al/Ca ratio 0,01, Fe 335 mmol/l).

5.15. Deelgebied 15: geplagde laagte noordwest

Het oppervlaktewater is voedselarm en zeer zwak gebufferd (regenwaterinvloed) met een pH van 4,7, een alkaliniteit van 0,2 meq/l en 113 $\mu\text{mol/l}$ calcium.



Figuur 5.20. Foto's van smalle open strook in deelgebied 15 (links; hier heeft geen bemonstering plaatsgevonden) en oppervlaktewaterlocatie ow4 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

Tabel 5.22. Overzicht van de grondwaterkwaliteit. De concentraties worden weergegeven in $\mu\text{mol/l}$, met uitzondering van de pH, de alkaliniteit (meq/l) en het EGV ($\mu\text{S/cm}$).

| Code | pH | Alk | EGV | CO ₂ | HCO ₃ ⁻ | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | Cl ⁻ | PO ₄ ³⁻ |
|------|-----|-----|-----|-----------------|-------------------------------|------|-----|------|------|-----|-----|----|------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| OW4 | 4,7 | 0,2 | 102 | 199 | 4 | 28,4 | 113 | 19,7 | 36,6 | 0,7 | 101 | 39 | 10,3 | 17,6 | 378 | 37 | 501 | 0,1 |

5.16. Deelgebied 16: graslanden noordwest

De toplaag van 30 (Bo5) tot 40 (Bo6) is fosfaatrijk (totaal-P ± 12 -15 mmol/l en Olsen-P ± 1100 -1500 $\mu\text{mol/l}$). Verschraling door middel van maaien en afvoeren tot een Olsen-P concentratie van 350 $\mu\text{mol/l}$ duurt circa 90 jaar.



Figuur 5.21. Foto's van deelgebied 16 met de bodemonsterlocaties Bo5 (links) en Bo6 (rechts). Foto's: Mark van Mullekom.

Deelgebied 16 is te nat om uit te mijnen en mogelijk ook te nat om af te graven. Indien het afgraven van de voedselrijke toplaag wel mogelijk is behoort de ontwikkeling van een kleine zeggenmoeras of heischraal grasland tot de mogelijkheden. In de 20 cm onder de bouwvoor is de zandbodem namelijk relatief P-arm (totaal-P 1,3-4,7 mmol/l en Olsen-P 116-430 µmol/l) en zwak gebufferd (Ca-t 10-14 mmol/l, Ca-z ±3000-3600 µmol/l, Al/Ca ratio 0,01-0,04). Onder de huidige fosfaatrijke omstandigheden wordt droogval van de toplaag in de zomermaanden aanbevolen ten behoeve van P-immobilisatie.

Tabel 5.23. Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie (diepte in cm-mv). Zie tabel 5.1 voor een toelichting.

| Nr | Diepte | Grondsoort | V | MV | OS | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | K-t | Mg-t | S-t | pH-z | Al-z | Ca-z | Al/Ca | K-z | Mg-z | P-z | NO3-z | NH4-z | BV | MA35 |
|----|--------|------------|----|-----|-----|-------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-------|-----|------|-----|-------|-------|----|------|
| 5 | 0-20 | zand, bv | 24 | 1,4 | 3,9 | 1452 | 14,5 | 94 | 13 | 219 | 3 | 5 | 10,3 | 4,3 | 819 | 1419 | 0,58 | 107 | 83 | 7 | 170 | 172 | 50 | 69 |
| | 20-30 | zand, bv | 22 | 1,5 | 4,0 | 1387 | 12,1 | 93 | 10 | 187 | 2 | 4 | 7,6 | 4,6 | 491 | 4391 | 0,11 | 84 | 59 | 12 | 138 | 70 | 82 | 27 |
| | 30-40 | zand | 16 | 1,6 | 2,0 | 429 | 4,5 | 97 | 10 | 116 | 3 | 4 | 2,9 | 4,6 | 377 | 2981 | 0,13 | 124 | 23 | 10 | 50 | 31 | 81 | 3 |
| | 40-50 | zand | 16 | 1,6 | 1,3 | 337 | 4,7 | 123 | 11 | 120 | 5 | 6 | 3,5 | 4,8 | 335 | 3247 | 0,10 | 103 | 29 | 6 | 32 | 30 | 85 | 0 |
| | 80-90 | zand | 16 | 1,7 | 1,0 | 437 | 4,3 | 109 | 15 | 53 | 5 | 12 | 1,5 | 4,9 | 118 | 3307 | 0,04 | 114 | 51 | 12 | 76 | 27 | 93 | 3 |
| 6 | 0-20 | zand, bv | 29 | 1,3 | 6,4 | 1342 | 14,4 | 128 | 11 | 88 | 3 | 6 | 16,7 | 4,4 | 915 | 3432 | 0,27 | 63 | 136 | 10 | 60 | 189 | 67 | 66 |
| | 20-40 | zand, bv | 31 | 1,2 | 7,5 | 1081 | 13,3 | 130 | 16 | 171 | 2 | 4 | 15,6 | 4,5 | 549 | 6819 | 0,08 | 13 | 121 | 13 | 96 | 113 | 86 | 56 |
| | 40-50 | zand | 19 | 1,5 | 1,4 | 240 | 2,2 | 106 | 10 | 57 | 5 | 7 | 2,9 | 4,8 | 371 | 3405 | 0,11 | 54 | 53 | 6 | 31 | 113 | 81 | 0 |
| | 50-60 | zand | 19 | 1,6 | 0,9 | 116 | 1,3 | 78 | 14 | 36 | 4 | 6 | 1,9 | 4,8 | 130 | 3662 | 0,04 | 67 | 60 | 10 | 21 | 83 | 90 | 0 |

6. Synthese en inrichtingsadviezen

In natura2000-gebied Aamsveen kwamen in het overgangsgedebied tussen het veen en de Glanerbeek, en ook op de westflank van het beekdal, in het verleden goed ontwikkelde blauwgraslanden en heischrale graslanden voor. De toename van veenmossen en andere zuurminnende soorten, in combinatie met de sterke achteruitgang en zelfs het verdwijnen van kenmerkende, basenminnende soorten van deze graslanden duidt op verzuring. Het uitgevoerde ecohydrologisch en bodemchemisch onderzoek heeft inzichten opgeleverd in de oorzaken van de achteruitgang, herstel mogelijkheden en uitbreidings mogelijkheden (bossen en voormalige landbouwgronden) van het areaal aan vochtig tot nat schraalland in de randzone van het Aamsveen. Ecohydrologisch Adviesbureau Bell Hullenaar gebruikt de analyses en de interpretatie bij het opstellen van het uiteindelijke inrichtingsadvies.

Uit het onderzoek blijkt dat er, ondanks de vernatting van het hoogveen door middel van het aanleggen van dammen en het ophogen van het middenpad (begin jaren '90), op korte afstand van het middenpad en op de referentielocaties zeer ondiep in het bodemprofiel matig gebufferd grondwater aanwezig is. De buffering van het grondwater neemt af richting de toplaag. Het grondwater is het sterkst gebufferd dicht bij de slecht doorlaatbare ijzerrijke en calciumhoudende keileemlaag omdat daar aanrijking plaatsvindt met bufferstoffen. Het grondwater onderin in het zandpakket heeft een alkaliniteit van circa 1,5-2,0 meq/l en een calciumconcentratie van circa 350-850 $\mu\text{mol/l}$. Ondieper in het zandpakket, en op locaties waar een dikker zandpakket op het keileem is afgezet (bijvoorbeeld Raai D-D'), is het grondwater nog steeds gebufferd maar minder sterk: alkaliniteit circa 0,2-1,0 meq/l en calcium $\pm 100-400 \mu\text{mol/l}$.

Verdunning van het (zwak-matig) gebufferde grondwater door regenwater (in met name de natte periode) speelt een grote rol. Dit kan het gevolg zijn van:

1. Het onvoldoende afvoeren van regenwater via ondiepe greppels of over maaiveld. In de zomerperiode treedt logischerwijs minder verdunning door regenwater op. Stagnatie van regenwater (vorming van regenwaterlenzen) kan onder andere leiden tot het 'wegdrukken' van de kwel. Hierdoor ontstaat een neerwaartse grondwaterstroming en komt het meer gebufferde diepere freatische grondwater niet of onvoldoende in het maaiveld voor de aanrijking met basen.
2. Een te lage kweldruk: de toestroming van sterker gebufferd grondwater vindt niet of onvoldoende plaats. Een reële oorzaak voor een afname van de kweldruk is de drainerende werking van de Glanerbeek. Stagnatie als gevolg van het onvoldoende afvoeren van regenwater (via ondiepe greppels of over maaiveld).

De actuele buffering van het grondwater is nog steeds voldoende voor de ontwikkeling van heischrale graslanden en zwak gebufferde blauwgraslanden mits er sprake is van een optimale kwantitatieve hydrologie. Het optreden van eventuele verzuring is namelijk niet alleen afhankelijk van de mate van buffering van het grondwater (en de negatieve invloed van extra verdunning door regenwater) maar ook van de periode dat dit grondwater in het maaiveld of de wortelzone komt: het minimale aantal dagen dat grondwaterinvloed in maaiveld/kwelinvloed vereist is voor een voldoende basenaanrijking van de toplaag kan lager zijn wanneer het grondwater sterker gebufferd is. Wanneer de buffering (alkaliniteit, bicarbonaat) en de kationenconcentratie (calcium, magnesium) in het ondiepe grondwater de afgelopen jaren is

afgenomen (als gevolg van extra verdunning door regenwater) is dit van invloed op het herstel van de basenvoorraad in de toplaag (aanrijking bodemadsorptiecomplex ter compensatie van de zuurvorming die plaatsvindt in de zomerperiode waarbij de toplaag beperkt droogvalt).

Positief aan de kwaliteit van het grondwater is dat het overwegend arm is aan nitraat (met uitzondering van de westzijde van deelgebied 13). Tevens is het grondwater overwegend sulfaatarm tot matig sulfaathoudend. Dit is zeer gunstig voor de beoogde natuurontwikkeling omdat hiermee het risico op de afbraak van organisch materiaal en extra fosfaatmobilisatie (onder anaerobe omstandigheden) bij vernatting beperkt is. Het grondwater is matig ijzerhoudend tot ijzerrijk (P-immobilisatie) en de fosfaatconcentraties zijn laag tot matig hoog en daarmee niet direct een knelpunt voor de beoogde natuurontwikkeling.

Op de goed ontwikkelde referentielocaties (met soorten als Welriekende nachtorchis, Gevlekte orchis, Klokjesgentiaan, Blauwe knoop, Blauwe zegge, Zwarte zegge, Heidekartelblad en Liggende vleugeltjesbloem) is in de toplaag de basenverzadiging overal >80% en de Al/Ca ratio <0,1. De concentratie uitwisselbaar calcium bedraagt >8000-12000 $\mu\text{mol/l}$. Als gevolg van de verdunning van regenwater (als gevolg van een gebrekkige regenwaterafvoer en/of een te lage kweldruk als gevolg van een daling van regionale grondwaterstanden) is er sprake van een kwetsbare situatie waardoor mogelijke (er zijn helaas geen eerdere metingen beschikbaar) verminderde aanrijking met basen plaatsvindt en lokaal (op locaties met een zwak gebufferde bodem) verzuring van de toplaag optreedt. Hierdoor zijn doelsoorten van heischrale graslanden/blauwgraslanden verdwenen/aan het verdwijnen of verandert de bodemchemie waardoor de goed ontwikkelde locaties verzuringsgevoelig worden.

De hydrologie van de bestaande vochtige tot natte schraallanden dient dan ook te worden geoptimaliseerd. Er is een toename van de grondwaterinvloed vereist zodat het gebufferde grondwater over een groter oppervlak en gedurende een langere periode (circa oktober t/m april) in het maaiveld uittreedt om (verdere) verzuring en de vorming van regenwaterlenzen en de ontwikkeling van zure vegetaties op kansrijke locaties voor (zwak) gebufferde schraallanden tegen te gaan. Daarnaast is het belangrijk dat de toplaag droogvalt in de zomerperiode (de beste ontwikkelde vegetaties vinden we op de hoogste delen in het westen van het grote schraalland).

Op plekken waar (zuur) regenwater stagneert kunnen veenmossen gaan domineren, vooral op gebufferde bodems omdat hier er veel CO_2 beschikbaar komt (bijvoorbeeld referentielocatie R6). Door het creëren van voldoende afvoer van regenwater, afvoer van uittredend grondwater en droogval van de toplaag in de zomermaanden kan deze ontwikkeling worden tegengegaan op locaties waar schraallandontwikkeling beoogd is.

Eventuele maatregelen zijn het verminderen van de drainerende werking van de Glanerbeek door deze te verbreden en/of te verondiepen en ontwateringsloten op de flanken te verondiepen (de afvoer bij voorkeur regelbaar houden m.b.v. stuwtjes). Daarnaast dient voldoende afvoer van regenwater plaats te vinden middels ondiepe, reguleerbare greppels of via laagtes in het landschap (mits deze laagte hydrologisch optimaal functioneert). Voorwaarde is dat dit geen negatief effect heeft op de grondwaterstanden in bestaande goed ontwikkelde schraallanden (met name R3, R4, R5 in het grote schraalland en R7 in het noordelijk schraalland).

Wanneer ervoor wordt gekozen een zuidwest-noordoost georiënteerde centrale slenk te herstellen is het van belang dat de afwatering vanuit de te herstellen flanken (landbouwgronden of bossen die kansrijk zijn voor schraalland ontwikkeling) optimaal verloopt. Het creëren van

voldoende doorstroming en hanteren van een natuurlijk peilbeheer met droogval van de toplaag in de zomermaanden is belangrijk. Bij droogval worden ijzerhydroxides gevormd die goed fosfaat kunnen binden. Tevens wordt ammonium en het toxische sulfide geoxideerd. Droogval van de toplaag in de zomermaanden is tevens belangrijk voor de beluchting van de wortelzone van de planten. Geadviseerd wordt enkele ondiepe greppels (loodrecht op de slenk of beek) te handhaven of aan te leggen en peilfluctuaties regelbaar te maken met behulp van stuwjes. Door het systeem (tot op zekere hoogte) hydrologisch stuurbaar te maken wordt de kans op een succesvolle uitbreiding van het areaal aan vochtige tot natte schraallanden groter. Op eenzelfde wijze dienen de hydrologische omstandigheden op eventuele uitbreidingslocaties te worden ingericht, indien er onvoldoende verhang in het maaiveld aanwezig is.

Het oppervlaktewater in de Glanerbeek is zeer rijk aan nitraat en fosfor. Inundatie van bestaande en/of nieuwe voedselarme tot matig voedselrijke natuurtypen dient dan ook te worden voorkomen. In het Elzenbroekbos (deelgebied 7) treedt eutrofiëring op doordat in de natte tijd instroom van Glanerbeekwater in plaats van uitstroom van grond- en regenwater plaatsvindt. Een mogelijke oplossing is de plaatsing van een klepduiker zodat alleen uitstroom vanuit de laagte richting de beek en geen instroom van eutroof beekwater (bij piekafvoeren) kan plaatsvinden. De ontwikkeling van het broekbos kan daarnaast worden verbeterd door middel van een betere doorstroming en droogval van de toplaag in de zomerperiode.

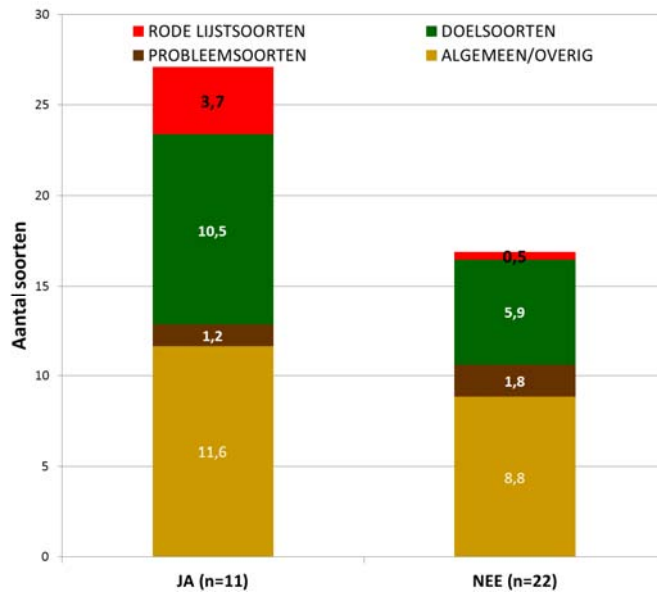
De omvorming van bossen naar vochtig tot nat schraalland is kansrijk wanneer de juiste hydrologische omstandigheden kunnen worden gecreëerd. Op basis van het bodemtype en de bodemchemie wordt per locatie inzichtelijk welke kansen er liggen wanneer het bos en de strooisellaag worden verwijderd. Op zuurdere plekken kan een eenmalige bekalking (2000 kg Dolokal per hectare) worden uitgevoerd.

Ook voormalige landbouwgronden aan de west- en oostzijde van de Glanerbeek zijn potentiële uitbreidingslocaties van het areaal aan vochtig tot nat schraalland. Op deze locaties is het optimaliseren van de hydrologische omstandigheden (verbeteren afvoer neerslagwater, versterken grondwaterinvloed, droogval van de toplaag in de zomer bewerkstelligen) alleen echter niet overal toereikend. Dit dient in enkele deelgebieden te gebeuren in combinatie met het creëren van gunstige voedselarme omstandigheden. In deelgebied 3 kan door middel van aanvullend verschrallingsbeheer (bij voorkeur na (minimaal) het verwijderen van de moslaag) een nat schraalland worden ontwikkeld. In deelgebied 8 en de laagte van deelgebied 6 wordt het afgraven van het fosfaathoudende antropogene zanddek geadviseerd. Ook op enkele andere voormalige landbouwgronden is het afgraven van de fosfaatrijke toplaag, in verband met de geringe dikte (circa 30 cm) en de inpasbaarheid in het systeem, een kansrijke maatregelen voor de ontwikkeling van soortenrijke vochtige tot natte schraallanden. Met name deelgebied 12 en 13 zijn zeer kansrijk, waarbij een gradiënt van vochtige heide naar heischraal grasland en blauwgrasland kan worden ontwikkeld. In deelgebied 11 en 16 is de dikte van de fosfaatrijke toplaag eveneens beperkt maar is een ontgronding minder kansrijk (in het kader van het herstel en de uitbreiding van het oppervlakte aan nat schraalland) omdat de ondergrond relatief zuur / weinig gebufferd is. In deelgebied 9 is de bodem tot op grote diepte (>50 cm) verrijkt met fosfaat en daarmee niet kansrijk voor schraallandontwikkeling. Aangezien vernatting van fosfaatrijke bodems (met name in de zomermaanden) kan leiden tot P-mobilisatie en verzuuring wordt dit afgeraden. Droogval van de toplaag in de zomerperiode en jaarlijks maaien en afvoeren beperkt het risico op verzuuring en draagt bij de verder ontwikkeling van deze percelen.

De P-concentraties in de toplaag variëren sterk. Jaarlijks maaien en afvoeren (gemiddelde P-afvoer 10 kg/ha/jr) is niet optimaal om het fosfaat af te voeren. Een alternatief is uitmijnen (gemiddelde P-afvoer 10 kg/ha/jr): een 'natuurvriendelijke' vorm van het voeren van intensieve landbouw. Omdat de huidige zode over het algemeen te weinig productieve soorten bevat wordt geadviseerd om in te zaaien met een grasklaver mengsel. In combinatie met aanvullende kalibemesting wordt de productiviteit, en daarmee ook de P-afvoer, geoptimaliseerd. In samenwerking met het Louis Bolk Instituut is voor de locatie Bo1 t/m Bo15 een praktisch uitmijnadvies opgesteld. De vereiste uitmijnperiode varieert van circa 10-25 jaar. De percelen dienen gedurende een lange periode voldoende droog te vallen zodat 4-5 snedes gemaaid kunnen worden. Dit maakt het nemen van vernattingsmaatregelen niet mogelijk.

Aangezien de dikte van de voedselrijke toplaag overwegend relatief beperkt is (± 30 cm) vormt het afgraven van deze laag een interessante inrichtingsmaatregel. Door het afgraven van de voedselrijke toplaag op de voormalige landbouwgronden komt het maaiveld bovendien dicht bij het grondwater te liggen. Voorwaarde is echter dat dit geen negatieve hydrologische consequenties mag hebben voor de bestaande vochtige tot natte natuurterreinen (zo ook bij het uitvoeren van eventuele plagwerkzaamheden in de directe omgeving van goed ontwikkelde referentielocaties, zoals bij de verzuurde locatie R1 is gebeurd). De bodemchemie onder de voedselrijke toplaag is, in combinatie met de juiste hydrologische omstandigheden, in elk geval geschikt voor de ontwikkeling van heide of schraalland. In de deelgebieden 13 en 16 is zit het keileem ondiep waardoor een bijzondere gradiënt kan worden ontwikkeld met variatie in hoogte, grondwaterinvloed, bodemtype en bodemchemische omstandigheden. Hierdoor kan na afgraving van de voedselrijke toplaag, onder de juiste hydrologische omstandigheden een bijzondere, soortenrijke gradiënt van heide en/of heischraal grasland naar blauwgrasland (eventueel op keileem) worden ontwikkeld.

Op de afgegraven locaties wordt geadviseerd om op korte termijn (<1 jaar) maaisel/plagsel op te brengen uit referentielocaties binnen het gebied EN referentieterreinen in de omgeving van het Aamsveen. Veel zeldzame en bijzondere soorten (meestal tevens de doelsoorten) vestigen zich doorgaans niet of slechts na lange tijd op de herstelde terreinen. Op voormalige landbouwgronden is van de oorspronkelijke zaadbank vaak niets meer over. Een uitzondering vormen natte, venige laagtes. Zonder het uitstrooien van vers maaisel of plagsel uit geschikte referentiegebieden is de kans op vestiging van doelsoorten klein. Na het bereiken van de gewenste verschraling wordt dan ook het herintroduceren van doelsoorten uit zo lokaal mogelijke bronnen geadviseerd (in verband met de genetische diversiteit en de aanpassing aan lokale omstandigheden). Dit leidt tot een succesvol herstel van ontgronde terreinen (figuur 6.1) Introductie van soorten is niet alleen zinvol om de dispersie limitatie op te heffen, maar ook om te voorkomen dat de open vestigingsplaatsen direct worden ingenomen door algemenere soorten. Herintroductie van doelsoorten kan bijvoorbeeld door het aanbrengen van maaisel of plagsel waarbij idealiter 1m^2 vers verzameld maaisel over $1(-2)\text{m}^2$ bodem wordt verspreid. Wanneer dit niet mogelijk is, kan het maaisel in een lagere dichtheid of in kleinere over het gebied verspreide zones worden opgebracht. Wanneer vers plagsel of bodemmateriaal uit referentielocaties wordt opgebracht (enten), wordt ook bodemleven (o.a. mycorrhiza schimmels) geïntroduceerd. Mycorrhiza schimmels zijn van belang bij de opname van nutriënten onder voedselarme omstandigheden. Daarnaast beschermen ze de kiemlingen tegen verdroging. Het aanbrengen van maaisel of plagsel op een dichte zode is geen geschikte maatregel door het ontbreken van vestigingsplekken.



Figuur 6.1. Resultaten van een ontgrondingsevaluatie, uitgevoerd door Onderzoekcentrum B-WARE in 2014 en 2015. Op 33 locaties zijn vegetatieopnames gemaakt in gebieden waar door middel van ontgronding (minimaal 4 jaar geleden) voedselarme condities zijn gecreëerd op voormalige landbouwgronden ten behoeve van schraallandontwikkeling. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen locaties waar wel (11 locaties) en geen (22 locaties) herintroductie, door middel van het opbrengen van maaisel na ontgronding, heeft plaatsgevonden. De soorten zijn verdeeld over vier klassen: Rode Lijstsoorten, Doelsoorten, Probleemsoorten en Algemene/overige soorten. Bron: Onderzoekcentrum B-WARE.

De eerste jaren na de het afgraven van de voedselrijke toplaag dient maaibeheer plaats te vinden om de ontwikkeling en uitbreiding van algemene/ruigte soorten te beperken. Doordat vaak vele zaden aanwezig zijn kunnen deze algemene soorten, ook onder P-arme condities, tot ontwikkeling komen. Door middel van een maaibeheer of het aanbrengen van maaisel of plagsel kan de groei van ongewenste algemene soorten worden onderdrukt. Opgemerkt dient te worden dat de lokale ontwikkeling van ruigtes op zich niet nadelig is en zelfs kan bijdragen aan de diversiteit van een gebied. Vlinders, sprinkhanen, vogels en kleine zoogdieren kunnen hier van profiteren.

Enkele voormalige landbouwgronden die grenzen aan het middenpad (deelgebied 3 en 8) worden al tientallen jaren verschaald. Door de aanwezigheid van een viltige moslaag lijkt de productiviteit echter niet (meer) optimaal. Door middel van het lokaal verwijderen van deze zode (in combinatie met het opbrengen van maaisel uit referentielocaties), het voortzetten van het verschalingsbeheer en het verbeteren van de hydrologische omstandigheden (zoals eerder vermeld) kan de ontwikkeling van deze graslanden worden geoptimaliseerd.

7. Literatuur

- Bekker, R.M., L.J.L. van den Berg, R.J. Strykstra & R. Verhagen (2005). Maaisel opbrengen: het recept voor snel herstel van heidevegetaties? *De Levende Natuur* 1006: 214-218.
- Bekker, R.M., G.L. Verweij, R.E.N. Smith, R. Reine, J.P. Bakker & S. Schneider (1997). Soil seed banks in european grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology* 34: 1293-1310.
- Bell, J.S., J.W. van 't Hullenaar & A. Jansen (2015). Ecohydrologische systeemanalyse dal van de Glanerbeek. Ten behoeve van de afleiding van de mogelijkheden voor herstel en uitbreiding van heischrale graslanden in het westen van natura2000-gebied Aamsveen. Eerste concept.
- Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs (2009). Biodiversity, Vegetation gradients and key geochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.
- Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & P.J.M. Verbeek (1998). Differential effects of ammonium on three heathland species. *Plant Ecology* 135: 185-196.
- Graaf, M.C.C. de, P.J.M. Verbeek, M.J.R. Cals & J.G.M. Roelofs (1994). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiering van matig mineraalrijke heide en schraallanden. Eindrapportage monitoringsprogramma eerste fase, Vakgroep Oecologie, Werkgroep Milieubiologie, Katholieke Universiteit Nijmegen, 248 pages.
- Jansen, A.J.M. en Loeb, R., 2011. Ontwikkeling van heischrale graslanden in het Natura 2000 gebied Aamsveen. Unie van Bosgroepen en Onderzoekscentrum B-Ware, 2011.
- Klimkowska, A., Van Diggelen, R., Bakker, J. P. and Grootjans, A. P. (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biol. Conserv.* 140: 318-328.
- Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs (2005). Fosfaat als adder onder gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H₂O* 38(17): 28-30.
- Lamers, L.P.M., Falla, S.J., Samborska, E.M., Van Dulken, I.A.R., Van Hengstum, G. & J.G.M. Roelofs (2002). Factors controlling the extent of eutrophication and toxicity in sulfate-polluted freshwater wetlands. *Limnology & Oceanography* 47: 585-593.
- Loeb, R., L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2008a). Prediction of phosphorus mobilisation in inundated floodplain soils. *Environmental Pollution* 156: 325-331.
- Loeb, R., L.P.M. Lamers & J.G.M. Roelofs (2008b). Effects of winter versus summer flooding and subsequent desiccation on soil chemistry in a riverine hay meadow. *Geoderma* 145: 84-90.
- Lucassen, E.C.H.E.T. (2004). Biochemical constraints for restoration of sulphate-rich fens. Proefschrift, Katholieke Universiteit, Nijmegen, 150 pages.
- Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, A.L. Van der Salm & J.G.M. Roelofs (2004). High groundwater nitrate concentrations inhibit eutrophication of sulphate-rich freshwater wetlands. *Biogeochemistry* 67: 249-267.

Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, G. Boedeltje, P.J.J. Van den Munckhof & J.G.M. Roelofs (2006). Groundwater input affects plant distribution by controlling ammonium and iron availability. *Journal of Vegetation Science* 17: 425-434.

Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M.J. Weijters, R. Bobbink, H. Tomassen & A.J.P. Smolders (2013). Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.

Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009). Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.

Olsen S.R., Cole C.W., Watanabe R. & Dean L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. US Dpt. of Agriculture circular 939.

Roelofs, J.G.M., 1993. De fragiele balans tussen verzuring en verbasing in blauwgraslanden. In: E.J. Weeda (red.), *Blauwgraslanden in Twente; Schatkamers van het natuurbehoud*: 32-38. Wet. Med. nr. 209, KNNV, Utrecht.

Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen & E. Brouwer (2009). Ontgronden als maatregel voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.

Smolders A.J.P., Lamers L.P.M., Lucassen E.C.H.E.T., Van der Velde G. & Roelofs J.G.M. (2006a). Internal eutrophication: 'How it works and what to do about it', a review. *Chemistry and Ecology* 22: 93-111.

Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006b). De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.

Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen & J.G.M. Roelofs (2003). Waterpeilregulatie in broekbossen: bron van aanhoudende zorg. *H2O* 36 (24), 17-19.

Smolders, A.J.P. & Roelofs, J.G.M. (1996). The roles of internal iron hydroxide precipitation, sulphide toxicity and oxidizing ability in the survival of *Stratiotes aloides* roots at different iron concentrations in sediment pore water. *New Phytologist* 133: 253-260.

Smolders, A. & Roelofs J.G.M (1995). Internal eutrophication, iron limitation and sulphide accumulation due to the inlet of river Rhine water in peaty shallow waters in the Netherlands. *Archiv für Hydrobiologie* 133: 349-365.

www.natuurkennis.nl

Bijlage 1. Waterkwaliteit

Peilbuizen raaien 25/26 september 2014

EGV in $\mu\text{S/cm}$ (regenwater $\pm 35 \mu\text{S/cm}$), alkaliniteit in meq/l, overige concentraties in $\mu\text{mol/l}$

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- |
|--------|-----------------------------|------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-----|------|-------|------|------|------|
| 1-1 | ERUIT GETROKKEN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-2 | ERUIT GETROKKEN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1-3 | 6,7 | 1,6 | 212 | 637 | 1466 | 7,2 | 640 | 47,1 | 112,3 | 7,9 | 249 | 586 | 5,1 | 235,1 | 447 | 60 | 272 |
| 2-1 | 5,9 | 1,6 | 171 | 4288 | 1511 | 46,3 | 864 | 113,5 | 92,7 | 9,2 | 60 | 135 | 5,0 | 11,8 | 220 | 4 | 172 |
| 2-2 | 5,9 | 1,5 | 154 | 4143 | 1375 | 28,6 | 626 | 114,5 | 91,3 | 7,8 | 73 | 95 | 0,9 | 5,6 | 206 | 4 | 148 |
| 2-3 | 6,3 | 2,0 | 192 | 2395 | 2048 | 14,6 | 523 | 42,5 | 118,5 | 3,6 | 50 | 395 | 1,4 | 196,6 | 398 | 73 | 160 |
| 3-1 | 5,5 | 1,1 | 140 | 3043 | 394 | 73,8 | 607 | 216,8 | 95,3 | 22,1 | 56 | 220 | 2,9 | 71,1 | 332 | 20 | 536 |
| 3-2 | 5,5 | 1,3 | 155 | 7047 | 897 | 37,0 | 667 | 143,2 | 160,3 | 17,9 | 51 | 280 | 2,4 | 46,4 | 239 | 10 | 397 |
| 3-3 | 6,1 | 2,6 | 281 | 5290 | 2486 | 24,8 | 834 | 313,5 | 179,5 | 41,5 | 55 | 477 | 2,8 | 203,6 | 715 | 67 | 400 |
| 4-1 | 5,4 | 0,6 | 91 | 2893 | 324 | 33,7 | 469 | 114,3 | 79,7 | 49,9 | 39 | 212 | 2,5 | 10,2 | 230 | 4 | 251 |
| 4-2 | 5,4 | 0,7 | 69 | 3515 | 359 | 21,8 | 143 | 33,0 | 56,4 | 7,5 | 26 | 249 | 1,4 | 34,8 | 326 | 13 | 231 |
| 4-3 | 6,2 | 1,4 | 141 | 1995 | 1175 | 25,3 | 420 | 114,7 | 86,1 | 13,7 | 28 | 308 | 3,9 | 165,1 | 268 | 27 | 230 |
| 5-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5-2 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5-3 | 6,8 | 5,1 | 668 | 2165 | 5195 | 2,4 | 2263 | 1,6 | 240,8 | 0,4 | 684 | 286 | 1,4 | 5,9 | 1496 | 51 | 670 |
| 7-1 | 4,2 | --- | 72 | 3961 | 24 | 20,5 | 59 | 16,4 | 46,4 | 2,3 | 46 | 64 | 3,6 | 10,1 | 252 | 5 | 279 |
| 7-2 | 4,1 | --- | 77 | 3522 | 18 | 7,1 | 86 | 35,7 | 71,6 | 5,2 | 33 | 24 | 10,9 | 28,4 | 300 | 8 | 526 |
| 7-3 | 5,2 | 0,6 | 54 | 3879 | 284 | 58,7 | 78 | 33,9 | 44,4 | 1,3 | 20 | 221 | 0,9 | 19,0 | 268 | 4 | 86 |
| 8-1 | 5,5 | 0,8 | 102 | 3930 | 551 | 48,0 | 393 | 26,1 | 64,9 | 3,4 | 48 | 347 | 1,9 | 34,3 | 291 | 6 | 215 |
| 8-2 | 5,9 | 1,1 | 112 | 2907 | 874 | 29,1 | 339 | 9,8 | 58,0 | 0,6 | 22 | 231 | 1,0 | 30,8 | 388 | 6 | 213 |
| 8-3 | 6,1 | 1,1 | 124 | 1985 | 1016 | 13,2 | 386 | 43,5 | 66,4 | 6,4 | 25 | 290 | 0,8 | 43,2 | 344 | 15 | 208 |
| 9-1 | 5,8 | 1,3 | 135 | 3797 | 1100 | 29,0 | 609 | 101,6 | 72,8 | 1,7 | 40 | 112 | 1,4 | 9,2 | 280 | 5 | 162 |
| 9-2 | 5,9 | 1,8 | 185 | 4800 | 1623 | 29,0 | 741 | 96,9 | 83,5 | 2,5 | 36 | 347 | 1,2 | 2,9 | 393 | 5 | 227 |
| 9-3 | 6,3 | 3,4 | 343 | 4447 | 3557 | 5,1 | 1233 | 166,6 | 190,3 | 9,4 | 31 | 344 | 1,2 | 65,0 | 664 | 35 | 263 |
| 10-1 | 5,5 | 0,6 | 100 | 2639 | 352 | 88,8 | 384 | 132,7 | 61,0 | 2,5 | 56 | 167 | 2,7 | 31,8 | 370 | 11 | 413 |
| 10-2 | 6,3 | 2,2 | 232 | 2041 | 1807 | 33,8 | 989 | 15,0 | 121,6 | 0,7 | 120 | 258 | 1,7 | 7,9 | 449 | 5 | 319 |
| 10-3 | 6,9 | 7,6 | 712 | 2244 | 7330 | 3,6 | 2692 | 70,7 | 322,5 | 0,7 | 19 | 483 | 2,2 | 238,7 | 1289 | 86 | 533 |
| 11-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11-2 | 7,2 | 7,1 | 1380 | 1104 | 6733 | 3,1 | 5399 | 3,2 | 521,0 | 0,4 | 2268 | 227 | 1,5 | 6,3 | 2567 | 77 | 3384 |
| 11-3 | 7,1 | 12,6 | 1532 | 2375 | 11060 | 3,4 | 6607 | 2,1 | 595,5 | 0,4 | 1878 | 207 | 0,8 | 6,0 | 1873 | 298 | 2464 |
| 12-1 | 4,5 | 0,2 | 73 | 2416 | 32 | 21,5 | 258 | 72,2 | 64,0 | 25,9 | 76 | 90 | 0,8 | 24,3 | 331 | 27 | 253 |
| 12-2 | 4,9 | 0,5 | 72 | 4446 | 145 | 12,3 | 302 | 91,4 | 112,8 | 1,2 | 50 | 48 | 2,6 | 4,3 | 267 | 8 | 203 |
| 12-3 | 5,7 | 0,8 | 84 | 3430 | 675 | 24,1 | 338 | 92,1 | 74,5 | 2,2 | 38 | 280 | 0,8 | 1,8 | 237 | 5 | 126 |
| 13-1 | 5,7 | 1,9 | 118 | 4480 | 1008 | 33,4 | 337 | 39,9 | 94,0 | 0,9 | 22 | 257 | 1,4 | 2,9 | 464 | 5 | 203 |
| 13-2 | 5,6 | 1,0 | 89 | 4437 | 667 | 110,5 | 343 | 75,0 | 94,0 | 4,7 | 37 | 129 | 1,4 | 3,0 | 255 | 4 | 89 |
| 13-3 | 6,2 | 2,7 | 255 | 4472 | 2969 | 5,2 | 907 | 121,2 | 191,8 | 1,4 | 14 | 307 | 0,6 | 1,6 | 432 | 5 | 167 |
| 14-1 | 4,3 | 0,1 | 113 | 2902 | 27 | 204,0 | 172 | 128,3 | 48,0 | 6,4 | 86 | 572 | 1,8 | 29,3 | 472 | 8 | 524 |
| 14-2 | 5,2 | 0,5 | 105 | 4985 | 310 | 110,5 | 198 | 75,5 | 52,5 | 1,7 | 58 | 313 | 1,5 | 10,5 | 567 | 5 | 467 |
| 14-3 | 5,9 | 1,4 | 152 | 3503 | 1255 | 15,9 | 345 | 93,4 | 74,8 | 3,5 | 18 | 407 | 1,3 | 101,5 | 566 | 21 | 315 |
| 15-1 | 5,2 | 0,7 | 144 | 4554 | 282 | 127,4 | 485 | 268,2 | 83,1 | 2,5 | 196 | 383 | 2,3 | 31,9 | 511 | 11 | 549 |
| 15-2 | 5,3 | 0,7 | 178 | 4155 | 339 | 143,7 | 549 | 265,7 | 119,8 | 2,4 | 343 | 480 | 1,7 | 16,2 | 519 | 5 | 569 |
| 15-3 | 6,0 | 1,5 | 402 | 3321 | 1243 | 10,7 | 1094 | 403,4 | 194,4 | 5,1 | 1071 | 483 | 0,5 | 154,3 | 671 | 30 | 577 |
| 16-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16-2 | 4,9 | 0,3 | 110 | 2234 | 69 | 96,0 | 77 | 110,3 | 23,1 | 2,2 | 95 | 440 | 0,8 | 7,8 | 600 | 5 | 600 |
| 16-3 | 5,8 | 0,5 | 132 | 1237 | 311 | 30,8 | 284 | 44,3 | 48,9 | 4,5 | 132 | 407 | 0,6 | 24,2 | 465 | 7 | 599 |
| 17-1 | TE WEINIG OM TE BEMONSTEREN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17-2 | 5,6 | 0,6 | 81 | 2967 | 503 | 54,5 | 229 | 47,1 | 32,4 | 0,8 | 39 | 115 | 1,2 | 15,8 | 253 | 5 | 180 |
| 17-3 | 5,6 | 0,8 | 181 | 2885 | 506 | 28,9 | 300 | 28,4 | 36,2 | 1,3 | 49 | 174 | 0,6 | 13,4 | 319 | 6 | 388 |
| 18-1 | 6,0 | 0,7 | 65 | 1095 | 446 | 38,8 | 261 | 9,4 | 15,4 | 1,0 | 26 | 113 | 0,5 | 3,6 | 73 | 4 | 55 |
| 18-2 | 5,6 | 0,7 | 65 | 3103 | 530 | 24,3 | 221 | 22,1 | 24,8 | 1,6 | 36 | 125 | 0,8 | 3,4 | 198 | 5 | 98 |
| 18-3 | 5,7 | 0,7 | 60 | 1993 | 463 | 16,7 | 179 | 10,3 | 23,2 | 3,6 | 29 | 171 | 1,3 | 4,1 | 201 | 5 | 103 |
| 19 | 5,7 | 0,5 | 41 | 952 | 208 | 17,9 | 85 | 13,2 | 15,1 | 3,1 | 27 | 271 | 0,6 | 4,9 | 124 | 9 | 73 |
| 21-2 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21-3 | 6,8 | 2,6 | 422 | 885 | 2292 | 11,6 | 728 | 16,1 | 199,9 | 9,0 | 344 | 120 | 0,4 | 28,3 | 511 | 1225 | 751 |
| 24-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24-2 | TE WEINIG OM TE BEMONSTEREN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24-3 | 6,7 | 1,7 | 341 | 776 | 1471 | 1,6 | 913 | 26,8 | 166,2 | 0,7 | 395 | 362 | 0,2 | 9,3 | 661 | 100 | 929 |
| 25-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25-2 | TE WEINIG OM TE BEMONSTEREN | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25-3 | 5,1 | 0,3 | 123 | 1508 | 84 | 20,8 | 113 | 73,6 | 33,5 | 1,1 | 183 | 371 | 0,1 | 7,5 | 514 | 55 | 555 |
| 27-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27-2 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27-3 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28-2 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28-3 | 7,3 | 8,8 | 1012 | 1021 | 8612 | 2,4 | 3935 | 4,8 | 512,3 | 1,0 | 932 | 249 | 0,3 | 7,2 | 1431 | 106 | 845 |
| 29-1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29-2 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29-3 | 6,8 | 3,1 | 400 | 1405 | 3386 | 3,6 | 1353 | 9,1 | 228,4 | 0,4 | 221 | 519 | 0,4 | 8,0 | 506 | 61 | 563 |
| W125-1 | WAS NOG NIET GEPLAATST | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W125-2 | WAS NOG NIET GEPLAATST | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W126-1 | WAS NOG NIET GEPLAATST | | | | | | | | | | | | | | | | |
| W126-2 | WAS NOG NIET GEPLAATST | | | | | | | | | | | | | | | | |

Peilbuizen raaien 30/31 maart 2015

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- |
|--------|-----|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|------|------|-----|-------|-------|------|-----|-------|
| 1-1 | 5,9 | 1,8 | 178 | 3394 | 1182 | 44,1 | 788 | 41,9 | 104,9 | 4,7 | 101 | 147 | 0,9 | 28,4 | 204 | 25 | 168 |
| 1-2 | 6,0 | 1,1 | 158 | 3244 | 1225 | 19,4 | 600 | 9,3 | 102,9 | 1,3 | 149 | 139 | 0,4 | 4,5 | 161 | 26 | 141 |
| 1-3 | 6,3 | 1,7 | 213 | 1594 | 1444 | 6,7 | 639 | 15,9 | 107,3 | 1,9 | 181 | 405 | 1,1 | 204,1 | 321 | 54 | 190 |
| 2-1 | 5,9 | 1,2 | 156 | 3166 | 1020 | 58,9 | 858 | 137,6 | 77,1 | 7,8 | 60 | 131 | 0,4 | 3,2 | 170 | 9 | 310 |
| 2-2 | 6,0 | 1,4 | 154 | 3583 | 1381 | 28,0 | 662 | 129,3 | 104,4 | 8,2 | 90 | 116 | 0,2 | 6,3 | 191 | 10 | 146 |
| 2-3 | 6,2 | 1,8 | 194 | 3061 | 2178 | 10,4 | 616 | 106,4 | 134,5 | 9,1 | 33 | 361 | 2,3 | 222,0 | 309 | 66 | 97 |
| 3-1 | 5,8 | 1,3 | 144 | 3409 | 937 | 38,1 | 502 | 137,2 | 102,7 | 16,6 | 49 | 260 | 0,3 | 123,1 | 277 | 31 | 269 |
| 3-2 | 5,2 | 1,1 | 116 | 6303 | 442 | 34,2 | 513 | 137,1 | 160,7 | 17,2 | 48 | 270 | 0,2 | 41,8 | 74 | 11 | 241 |
| 3-3 | 6,0 | 1,9 | 226 | 4730 | 1853 | 34,0 | 714 | 224,9 | 153,0 | 29,1 | 63 | 417 | 10,5 | 186,4 | 514 | 56 | 296 |
| 4-1 | 5,1 | 0,7 | 75 | 3412 | 193 | 28,0 | 352 | 156,3 | 71,1 | 74,5 | 30 | 194 | 0,2 | 10,1 | 116 | 10 | 155 |
| 4-2 | 5,1 | 0,4 | 61 | 4666 | 234 | 25,1 | 127 | 41,3 | 55,6 | 9,1 | 24 | 249 | 0,2 | 9,1 | 265 | 14 | 194 |
| 4-3 | 6,2 | 1,4 | 152 | 2010 | 1378 | 21,9 | 498 | 91,0 | 90,6 | 9,3 | 27 | 295 | 9,5 | 113,7 | 250 | 30 | 168 |
| 5-1 | 5,6 | 0,5 | 93 | 2023 | 324 | 38,6 | 200 | 71,0 | 68,0 | 3,7 | 89 | 215 | 4,2 | 37,9 | 251 | 27 | 201 |
| 5-2 | 6,2 | 1,5 | 169 | 2212 | 1418 | 9,3 | 597 | 5,5 | 119,2 | 0,3 | 124 | 277 | 0,4 | 1,0 | 249 | 33 | 147 |
| 5-3 | 6,9 | 5,5 | 701 | 1791 | 6014 | 2,1 | 2452 | 2,0 | 254,3 | 0,2 | 733 | 232 | 0,2 | 10,6 | 1532 | 52 | 530 |
| 7-1 | 4,3 | 0,1 | 58 | 2717 | 24 | 17,4 | 76 | 8,4 | 32,4 | 1,6 | 40 | 54 | 7,7 | 21,6 | 160 | 17 | 143 |
| 7-2 | 4,4 | 0,1 | 59 | 1442 | 15 | 8,1 | 62 | 16,0 | 42,1 | 3,6 | 29 | 32 | 5,3 | 44,9 | 247 | 13 | 270 |
| 7-3 | 5,3 | 0,4 | 49 | 2873 | 220 | 42,0 | 76 | 24,6 | 37,1 | 0,6 | 17 | 174 | 3,7 | 19,0 | 234 | 10 | 140 |
| 8-1 | 5,4 | 0,6 | 66 | 3103 | 355 | 32,5 | 192 | 30,8 | 41,0 | 4,1 | 29 | 301 | 0,5 | 22,9 | 153 | 10 | 133 |
| 8-2 | 5,9 | 1,2 | 99 | 1974 | 587 | 23,6 | 240 | 45,5 | 62,9 | 0,4 | 21 | 210 | 1,1 | 36,3 | 273 | 11 | 145 |
| 8-3 | 6,1 | 1,0 | 101 | 1555 | 827 | 14,0 | 311 | 39,4 | 54,0 | 3,8 | 22 | 235 | 2,8 | 37,4 | 190 | 18 | 129 |
| 9-1 | 5,6 | 0,9 | 100 | 3913 | 648 | 31,8 | 470 | 116,2 | 60,0 | 1,0 | 43 | 102 | 0,5 | 4,3 | 201 | 9 | 139 |
| 9-2 | 6,1 | 2,1 | 188 | 3545 | 1819 | 13,1 | 722 | 59,7 | 74,4 | 1,0 | 29 | 274 | 4,1 | 19,2 | 255 | 10 | 142 |
| 9-3 | 6,3 | 3,1 | 310 | 3611 | 3278 | 4,8 | 1130 | 140,8 | 177,8 | 7,3 | 31 | 301 | 15,1 | 43,5 | 495 | 32 | 195 |
| 10-1 | 5,2 | 0,5 | 80 | 2676 | 189 | 72,7 | 232 | 109,6 | 48,6 | 2,5 | 39 | 139 | 1,2 | 46,9 | 304 | 22 | 325 |
| 10-2 | 6,2 | 1,9 | 214 | 2462 | 1668 | 34,1 | 846 | 32,5 | 107,4 | 0,8 | 119 | 232 | 1,2 | 5,2 | 419 | 10 | 279 |
| 10-3 | 6,9 | 5,8 | 586 | 1680 | 5989 | 9,1 | 2132 | 72,3 | 261,6 | 1,1 | 16 | 407 | 1,5 | 144,6 | 912 | 65 | 368 |
| 11-1 | 6,0 | 1,9 | 437 | 3679 | 1506 | 68,1 | 1439 | 148,4 | 171,4 | 3,5 | 566 | 330 | 2,3 | 16,1 | 1026 | 17 | 1498 |
| 11-2 | 7,0 | 7,2 | 1402 | 1935 | 7390 | 21,1 | 5519 | 31,0 | 539,5 | 2,5 | 2181 | 234 | 0,7 | 21,0 | 2362 | 55 | 3126 |
| 11-3 | 6,9 | 11,1 | 1563 | 3214 | 11249 | 10,5 | 6582 | 15,9 | 591,4 | 1,3 | 1883 | 181 | 6,1 | 6,6 | 1675 | 270 | 2402 |
| 12-1 | 5,0 | 0,2 | 47 | 1048 | 40 | 21,2 | 370 | 54,8 | 67,7 | 1,3 | 125 | 77 | 3,6 | 1,5 | 242 | 16 | 237 |
| 12-2 | 5,2 | 0,3 | 41 | 1194 | 78 | 4,1 | 359 | 17,4 | 57,6 | 0,5 | 102 | 22 | 19,4 | 39,7 | 191 | 23 | 198 |
| 12-3 | 5,8 | 0,5 | 66 | 2195 | 554 | 9,2 | 188 | 30,2 | 39,3 | 0,5 | 23 | 131 | 13,8 | 24,0 | 189 | 12 | 112 |
| 13-1 | 5,3 | 0,2 | 27 | 369 | 28 | 16,9 | 50 | 7,6 | 10,0 | 0,5 | 20 | 21 | 1,1 | 8,0 | 166 | 10 | 106 |
| 13-2 | 5,7 | 0,9 | 83 | 3328 | 705 | 57,9 | 290 | 50,7 | 84,0 | 1,6 | 30 | 100 | 0,5 | 0,3 | 193 | 9 | 68 |
| 13-3 | 6,2 | 2,2 | 213 | 3778 | 2590 | 4,6 | 730 | 96,0 | 158,3 | 1,0 | 15 | 272 | 0,6 | 0,9 | 329 | 9 | 113 |
| 14-1 | 4,5 | 0,3 | 92 | 2535 | 35 | 120,9 | 177 | 92,1 | 47,9 | 3,0 | 61 | 451 | 0,5 | 13,2 | 319 | 12 | 319 |
| 14-2 | 5,3 | 0,7 | 112 | 6183 | 511 | 70,7 | 231 | 53,1 | 55,2 | 0,8 | 36 | 294 | 0,6 | 11,0 | 469 | 11 | 399 |
| 14-3 | 6,0 | 1,5 | 151 | 3506 | 1306 | 9,9 | 366 | 86,2 | 74,0 | 3,6 | 24 | 377 | 0,8 | 76,4 | 488 | 24 | 284 |
| 15-1 | 5,2 | 0,7 | 147 | 5637 | 412 | 93,4 | 461 | 229,9 | 85,2 | 2,3 | 213 | 338 | 1,9 | 50,6 | 356 | 15 | 359 |
| 15-2 | 5,4 | 0,8 | 173 | 4712 | 442 | 125,9 | 511 | 251,6 | 114,4 | 1,8 | 284 | 441 | 0,7 | 15,5 | 434 | 10 | 479 |
| 15-3 | 6,0 | 1,1 | 348 | 2663 | 1058 | 8,0 | 986 | 251,9 | 181,4 | 2,4 | 970 | 416 | 1,4 | 124,6 | 507 | 32 | 499 |
| 16-1 | 5,0 | 0,5 | 99 | 1286 | 54 | 64,0 | 106 | 55,0 | 36,4 | 0,9 | 79 | 255 | 13,1 | 31,4 | 442 | 31 | 484 |
| 16-2 | 4,9 | 0,4 | 88 | 1081 | 39 | 49,0 | 78 | 74,7 | 32,4 | 0,5 | 115 | 236 | 1,4 | 47,1 | 344 | 15 | 428 |
| 16-3 | 6,1 | 0,7 | 155 | 1232 | 576 | 24,1 | 402 | 22,8 | 46,3 | 4,1 | 120 | 377 | 0,7 | 37,9 | 502 | 16 | 574 |
| 17-1 | 5,6 | 1,2 | 94 | 3061 | 517 | 76,2 | 218 | 212,0 | 20,6 | 0,4 | 32 | 118 | 0,2 | 7,8 | 286 | 10 | 199 |
| 17-2 | 5,7 | 0,8 | 82 | 2290 | 508 | 32,8 | 212 | 37,6 | 26,6 | 0,4 | 35 | 96 | 0,3 | 8,1 | 263 | 9 | 211 |
| 17-3 | 5,7 | 1,0 | 102 | 2380 | 540 | 31,2 | 291 | 34,4 | 33,7 | 0,8 | 45 | 151 | 0,1 | 7,5 | 286 | 11 | 295 |
| 18-1 | 5,4 | 0,5 | 33 | 1668 | 175 | 34,3 | 51 | 65,7 | 3,5 | 0,4 | 10 | 87 | 0,5 | 2,0 | 103 | 9 | 72 |
| 18-2 | 6,0 | 1,0 | 77 | 1807 | 725 | 16,8 | 256 | 23,2 | 47,4 | 0,2 | 30 | 124 | 0,2 | 2,2 | 119 | 9 | 51 |
| 18-3 | 6,0 | 1,0 | 78 | 1578 | 643 | 15,9 | 271 | 10,2 | 31,4 | 1,2 | 47 | 161 | 0,0 | 1,9 | 117 | 9 | 42 |
| 19 | 5,7 | 0,6 | 35 | 712 | 160 | 17,2 | 74 | 11,1 | 13,0 | 3,0 | 31 | 267 | 1,0 | 3,9 | 119 | 14 | 41 |
| 21-2 | 6,3 | 1,1 | 143 | 810 | 722 | 49,3 | 424 | 8,5 | 22,8 | 0,7 | 94 | 278 | 6,3 | 0,7 | 555 | 16 | 244 |
| 21-3 | 6,7 | 2,6 | 388 | 1139 | 2288 | 11,6 | 677 | 17,0 | 215,2 | 8,5 | 249 | 130 | 13,7 | 63,0 | 530 | 940 | 842 |
| 24-1 | 4,3 | 0,1 | 253 | 1818 | 16 | 131,8 | 244 | 1,7 | 79,8 | 0,2 | 385 | 244 | 8,3 | 2,9 | 845 | 62 | 1213 |
| 24-2 | 4,7 | 0,1 | 246 | 1945 | 39 | 27,5 | 267 | 115,2 | 95,1 | 0,5 | 426 | 283 | 0,8 | 23,6 | 861 | 91 | 1138 |
| 24-3 | 6,4 | 1,5 | 311 | 1005 | 1162 | 6,4 | 801 | 25,7 | 149,1 | 0,3 | 427 | 383 | 0,1 | 0,1 | 627 | 56 | 913 |
| 25-1 | 4,4 | 0,1 | 126 | 1589 | 16 | 72,8 | 56 | 50,5 | 31,1 | 0,3 | 176 | 382 | 0,0 | 8,7 | 469 | 29 | 591 |
| 25-2 | 4,6 | 0,1 | 125 | 1469 | 24 | 39,0 | 46 | 67,6 | 20,9 | 0,2 | 153 | 356 | 0,4 | 15,2 | 585 | 20 | 621 |
| 25-3 | 4,9 | 0,3 | 122 | 1020 | 35 | 20,9 | 106 | 45,0 | 30,0 | 0,2 | 161 | 366 | 0,7 | 8,0 | 562 | 19 | 620 |
| 27-1 | 4,3 | 0,1 | 318 | 938 | 8 | 139,7 | 502 | 11,3 | 154,0 | 0,6 | 421 | 278 | 328,4 | 9,4 | 782 | 98 | 1340 |
| 27-2 | 4,6 | 0,2 | 991 | 1217 | 22 | 112,7 | 2112 | 4,0 | 609,1 | 0,2 | 1054 | 428 | 220,5 | 1,4 | 2270 | 13 | 6234 |
| 27-3 | 7,2 | 4,8 | 3900 | 655 | 3877 | 4,2 | 12023 | 0,5 | 2308,6 | 0,8 | 3782 | 170 | 46,8 | 1,9 | 6849 | 47 | 26770 |
| 28-1 | 6,2 | 1,3 | 207 | 1748 | 1260 | 42,8 | 705 | 29,7 | 95,9 | 1,6 | 127 | 322 | 7,1 | 14,5 | 568 | 8 | 652 |
| 28-2 | 7,0 | 4,5 | 611 | 994 | 4311 | 1,4 | 2254 | 1,4 | 428,4 | 0,4 | 659 | 228 | 3,4 | 14,0 | 1485 | 9 | 1694 |
| 28-3 | 7,2 | 6,9 | 757 | 968 | 7078 | 1,3 | 2967 | 0,7 | 337,3 | 0,4 | 476 | 207 | 0,9 | 21,1 | 1155 | 46 | 649 |
| 29-1 | 4,1 | 0,0 | 94 | 637 | 3 | 33,9 | 70 | 13,9 | 29,9 | 2,3 | 73 | 148 | 77,7 | 8,9 | 249 | 75 | 228 |
| 29-2 | 4,8 | 0,3 | 114 | 1656 | 45 | 14,3 | 197 | 2,5 | 43,7 | 0,2 | 171 | 267 | 101,0 | 9,0 | 449 | 19 | 406 |
| 29-3 | 6,9 | - | 419 | 1056 | 3483 | 1,7 | 1427 | 1,4 | 248,9 | 0,3 | 151 | 439 | 1,4 | 42,6 | 490 | 56 | 538 |
| W125-1 | 5,8 | 1,0 | 106 | 1572 | 414 | 164,1 | 367 | 34,3 | 82,0 | 52,5 | 70 | 167 | 6,0 | 39,9 | 216 | 87 | 162 |
| W125-2 | 5,8 | 0,8 | 137 | 1842 | 479 | 48,0 | 276 | 48,7 | 108,3 | 5,5 | 37 | 114 | 1,2 | 46,8 | 245 | 143 | 542 |
| W126-1 | 6,0 | 1,6 | 170 | 2831 | 1245 | 34,3 | 653 | 5,8 | 105,6 | 7,2 | 113 | 71 | 3,5 | 5,8 | 101 | 21 | 111 |
| W126-2 | 5,9 | 1,3 | 145 | 2684 | 839 | 88,9 | 501 | 4,5 | 104,2 | 1,6 | 112 | 157 | 1,1 | 8,1 | 377 | 47 | 217 |

Peilbuizen referentielocaties 25/26 september 2014

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- |
|-------|-------|-----|-----|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|-----|----|-----|
| R1.1 | 5,8 | 0,8 | 71 | 2272 | 556 | 86,2 | 254 | 11,5 | 41,7 | 1,0 | 28 | 157 | 4,7 | 9,1 | 274 | 11 | 155 |
| R1.2 | 5,8 | 0,9 | 65 | 1828 | 445 | 756,1 | 357 | 83,8 | 62,5 | 8,3 | 51 | 248 | 1,8 | 11,9 | 261 | 6 | 146 |
| R2.1 | 5,3 | 0,7 | 77 | 4023 | 338 | 144,0 | 384 | 129,4 | 53,7 | 1,4 | 47 | 228 | 2,2 | 3,4 | 207 | 6 | 207 |
| R2.2 | 6,0 | 1,5 | 193 | 3627 | 1481 | 284,2 | 588 | 156,2 | 99,0 | 25,6 | 24 | 270 | 1,2 | 34,3 | 229 | 14 | 142 |
| R3.1 | 6,3 | 1,7 | 155 | 1825 | 1550 | 164,9 | 661 | 23,0 | 81,2 | 1,4 | 39 | 148 | 0,7 | 0,1 | 232 | 5 | 157 |
| R3.2 | 6,0 | 1,6 | 144 | 2882 | 1318 | 104,7 | 639 | 48,8 | 89,9 | 1,9 | 30 | 165 | 0,9 | 8,5 | 197 | 4 | 154 |
| R4.1 | 6,5 | 2,4 | 209 | 1591 | 1984 | 31,9 | 961 | 14,8 | 132,4 | 0,9 | 66 | 195 | 1,1 | 3,5 | 160 | 6 | 113 |
| R4.2 | 6,0 | 1,0 | 160 | 3227 | 1482 | 38,2 | 684 | 25,5 | 125,3 | 1,4 | 60 | 171 | 1,1 | 6,8 | 168 | 4 | 114 |
| R5.1 | 6,2 | 2,7 | 282 | 3742 | 2637 | 32,1 | 1185 | 9,7 | 197,0 | 0,7 | 130 | 275 | 1,2 | 5,5 | 317 | 15 | 218 |
| R5.2 | 5,8 | 1,2 | 135 | 3973 | 1057 | 63,5 | 489 | 41,7 | 116,6 | 0,9 | 55 | 224 | 1,0 | 9,6 | 299 | 5 | 219 |
| R6.1 | 6,1 | 1,9 | 193 | 2309 | 1257 | 88,3 | 943 | 23,5 | 153,8 | 2,2 | 104 | 334 | 2,2 | 4,5 | 342 | 10 | 313 |
| R6.2 | 5,5 | 1,0 | 99 | 4597 | 636 | 86,8 | 348 | 17,2 | 88,8 | 1,3 | 50 | 313 | 2,2 | 3,6 | 333 | 5 | 226 |
| R7.1 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R7.2 | 5,7 | 0,8 | 63 | 2671 | 578 | 42,2 | 236 | 19,6 | 19,2 | 0,8 | 15 | 85 | 0,8 | 2,1 | 122 | 5 | 96 |
| R8.1 | 6,0 | 0,7 | 65 | 1095 | 446 | 38,8 | 261 | 9,4 | 15,4 | 1,0 | 26 | 113 | 0,5 | 3,6 | 73 | 4 | 55 |
| R8.2 | 5,6 | 0,7 | 65 | 3103 | 530 | 24,3 | 221 | 22,1 | 24,8 | 1,6 | 36 | 125 | 0,8 | 3,4 | 198 | 5 | 98 |
| R9.1 | 6,2 | 1,7 | 177 | 2510 | 1548 | 46,7 | 692 | 53,1 | 90,2 | 0,7 | 65 | 206 | 2,9 | 6,2 | 361 | 8 | 208 |
| R9.2 | 5,9 | 1,5 | 172 | 4086 | 1414 | 35,4 | 605 | 121,2 | 70,2 | 0,7 | 57 | 230 | 0,8 | 6,3 | 421 | 5 | 290 |
| R10 | DROOG | | | | | | | | | | | | | | | | |
| R10.2 | 5,5 | 0,5 | 355 | 2733 | 374 | 47,8 | 51 | 30,9 | 9,5 | 0,2 | 15 | 223 | 0,8 | 0,4 | 244 | 4 | 95 |

Peilbuizen referentielocaties 30/31 maart 2015

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- |
|-------|-----|-----|-----|------|-------|-------|-----|-------|-------|-----|----|-----|------|------|-----|----|-----|
| R1.1 | 5,2 | 0,3 | 30 | 1373 | 100 | 68,9 | 93 | 58,9 | 6,8 | 0,7 | 14 | 69 | 1,1 | 2,7 | 139 | 9 | 87 |
| R1.2 | 6,1 | 1,4 | 127 | 2941 | 1454 | 165,5 | 496 | 88,6 | 101,2 | 4,5 | 19 | 177 | 16,5 | 81,2 | 232 | 14 | 118 |
| R2.1 | 5,2 | 0,5 | 40 | 2515 | 184 | 74,2 | 179 | 55,8 | 20,8 | 0,9 | 18 | 108 | 1,4 | 3,0 | 113 | 9 | 70 |
| R2.2 | 6,1 | 1,1 | 116 | 2317 | 1241 | 24,7 | 460 | 90,4 | 70,0 | 7,9 | 14 | 188 | 1,1 | 13,8 | 177 | 11 | 61 |
| R3.1 | 5,9 | 1,3 | 119 | 3349 | 1233 | 38,9 | 504 | 31,8 | 54,4 | 0,7 | 16 | 78 | 1,1 | 3,9 | 178 | 10 | 79 |
| R3.2 | 6,2 | 1,7 | 172 | 3075 | 1896 | 24,5 | 722 | 76,0 | 106,9 | 1,0 | 21 | 142 | 0,7 | 10,3 | 146 | 10 | 64 |
| R4.1 | 6,0 | 1,2 | 126 | 2816 | 1302 | 38,1 | 635 | 42,1 | 73,7 | 0,6 | 53 | 93 | 1,2 | 1,5 | 107 | 9 | 50 |
| R4.2 | 6,0 | 1,3 | 107 | 2529 | 1064 | 24,0 | 468 | 25,1 | 86,1 | 0,6 | 34 | 97 | 16,5 | 6,0 | 104 | 9 | 41 |
| R5.1 | 6,2 | 1,7 | 195 | 2523 | 1563 | 61,0 | 902 | 41,2 | 158,1 | 0,7 | 96 | 188 | 0,8 | 1,4 | 251 | 9 | 121 |
| R5.2 | 5,9 | 1,2 | 128 | 3096 | 1099 | 51,4 | 439 | 68,6 | 118,8 | 0,8 | 39 | 190 | 1,4 | 6,1 | 283 | 9 | 153 |
| R6.1 | 5,4 | 0,7 | 107 | 2531 | 273 | 85,8 | 484 | 200,7 | 105,3 | 1,3 | 87 | 191 | 2,1 | 2,5 | 298 | 10 | 223 |
| R6.2 | 5,9 | 1,3 | 123 | 3585 | 1193 | 50,0 | 445 | 70,9 | 90,8 | 1,2 | 34 | 235 | 1,4 | 53,6 | 209 | 10 | 96 |
| R7.1 | 5,9 | 0,8 | 207 | 1704 | 543 | 16,8 | 211 | 4,7 | 14,4 | 0,8 | 13 | 44 | 11,5 | 23,8 | 146 | 9 | 97 |
| R7.2 | 5,9 | 0,6 | 63 | 1792 | 617 | 9,9 | 232 | 9,3 | 20,0 | 0,4 | 16 | 75 | 5,4 | 11,8 | 320 | 9 | 293 |
| R8.1 | 5,4 | 0,5 | 33 | 1668 | 175 | 34,3 | 51 | 65,7 | 3,5 | 0,4 | 10 | 87 | 0,5 | 2,0 | 103 | 9 | 72 |
| R8.2 | 6,0 | 1,0 | 77 | 1807 | 725 | 16,8 | 256 | 23,2 | 47,4 | 0,2 | 30 | 124 | 0,2 | 2,2 | 119 | 9 | 51 |
| R9.1 | 6,0 | 1,4 | 150 | 3752 | 1388 | 49,1 | 499 | 219,9 | 46,0 | 0,9 | 52 | 166 | 0,9 | 2,8 | 309 | 9 | 222 |
| R9.2 | 5,7 | 0,9 | 138 | 4145 | 905 | 39,4 | 429 | 69,0 | 41,6 | 0,9 | 52 | 184 | 0,3 | 4,9 | 389 | 14 | 426 |
| R10 | 6,1 | 1,0 | 99 | 2125 | 1031 | 39,2 | 439 | 20,3 | 18,8 | 0,2 | 21 | 115 | 1,8 | 0,0 | 151 | 9 | 71 |
| R10.2 | 5,3 | 0,3 | 30 | 2826 | 229 | 22,1 | 29 | 35,4 | 6,9 | 0,3 | 10 | 188 | 1,2 | 1,4 | 188 | 9 | 56 |

Oppervlaktewater 30/31 maart 2015

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|-----|-------|------|-----|------|-------|------|-----|-----|-------|------|-----|-----|-----|-------|
| OW1 | 6,7 | 0,6 | 54 | 209 | 452 | 12,3 | 172 | 5,1 | 48,7 | 3,0 | 29 | 22 | 0,7 | 4,7 | 124 | 13 | 41 | 0,9 |
| OW2 | 6,7 | 0,3 | 42 | 82 | 177 | 2,4 | 105 | 3,1 | 30,7 | 1,0 | 24 | 3 | 0,7 | 0,4 | 89 | 11 | 102 | 0,3 |
| OW3 | 6,9 | 1,1 | 250 | 294 | 920 | 15,0 | 652 | 15,1 | 208,1 | 12,9 | 254 | 111 | 228,9 | 25,1 | 520 | 209 | 567 | 6,6 |
| OW4 | 4,7 | 0,2 | 102 | 199 | 4 | 28,4 | 113 | 19,7 | 36,6 | 0,7 | 101 | 39 | 10,3 | 17,6 | 378 | 37 | 501 | 0,1 |
| OW5 | 5,5 | 0,3 | 53 | 158 | 19 | 18,1 | 97 | 27,7 | 39,6 | 0,5 | 27 | 2 | 4,1 | 10,1 | 228 | 27 | 234 | 0,1 |
| OW6 | 4,0 | 0,0 | 76 | 152 | 1 | 27,6 | 72 | 17,8 | 27,5 | 0,6 | 36 | 93 | 27,7 | 3,8 | 144 | 11 | 164 | 0,3 |
| OW7 | 5,1 | 0,3 | 40 | 239 | 14 | 14,2 | 75 | 19,7 | 29,2 | 1,1 | 23 | 13 | 4,7 | 12,3 | 135 | 13 | 133 | 0,2 |
| OW8 | 5,3 | 0,3 | 37 | 112 | 10 | 19,0 | 77 | 18,2 | 15,7 | 0,7 | 18 | 28 | 0,7 | 0,2 | 132 | 10 | 141 | 0,0 |
| OW9 | 5,9 | 0,4 | 72 | 96 | 31 | 29,5 | 177 | 28,2 | 42,1 | 0,8 | 48 | 27 | 5,8 | 1,4 | 214 | 13 | 230 | 0,0 |

Bodemvocht (DG3) 30/31 maart 2015

| Code | pH | Alk | EGV | CO2 | HCO3- | Al | Ca | Fe | Mg | P | S | Si | NO3- | NH4+ | Na+ | K+ | Cl- | PO43- |
|------|-----|-----|-----|------|-------|-------|------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|-----|----|-----|-------|
| P1 | 5,9 | 1,3 | 124 | 3359 | 998 | 101,7 | 707 | 289,5 | 33,1 | 6,2 | 64 | 114 | 1,5 | 7,1 | 56 | 7 | 90 | 3,0 |
| P2 | 6,6 | 1,3 | 100 | 651 | 969 | 41,5 | 422 | 8,4 | 81,9 | 4,7 | 33 | 203 | 3,3 | 2,0 | 91 | 18 | 84 | 1,1 |
| P3 | 5,5 | 1,1 | 121 | 5214 | 676 | 197,7 | 595 | 215,2 | 112,3 | 5,2 | 102 | 201 | 1,1 | 4,9 | 97 | 12 | 97 | 2,4 |
| P4 | 6,1 | 1,8 | 158 | 3352 | 1653 | 66,9 | 789 | 356,0 | 69,2 | 11,1 | 61 | 141 | 0,7 | 15,9 | 10 | 21 | 83 | 8,0 |
| V1 | 6,1 | 2,9 | 259 | 4546 | 2370 | 101,7 | 1703 | 608,2 | 74,2 | 4,5 | 147 | 152 | 1,3 | 8,0 | 47 | 16 | 145 | 1,2 |
| V2 | 5,8 | 1,6 | 170 | 4103 | 1092 | 145,2 | 1102 | 381,2 | 79,1 | 5,7 | 142 | 238 | 1,1 | 7,1 | 17 | 13 | 138 | 1,4 |
| V3 | 5,7 | 0,9 | 85 | 4042 | 803 | 80,9 | 368 | 34,8 | 52,2 | 6,9 | 41 | 210 | 1,1 | 7,2 | 54 | 35 | 35 | 2,9 |
| V4 | 5,8 | 0,9 | 88 | 2919 | 750 | 66,8 | 334 | 19,7 | 34,3 | 6,7 | 59 | 210 | 0,7 | 9,2 | 111 | 54 | 62 | 0,8 |

Bijlage 2. Vegetatieopnames referentielocaties (Loekie van Tweel)

| X-coördinaat (x 1000) | | 261486 | 261400 | 261556 | 261531 | 261596 | 261644 | 262065 | 262073 | 262029 | 262009 |
|---|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Y-coördinaat (x 1000) | | 467215 | 467200 | 476442 | 467439 | 467434 | 476415 | 468003 | 468007 | 468026 | 468054 |
| Syntaxon code | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
| Lengte proefvlak (m) | | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00 | 2.00 | 5.00 | 3.00 | 3.00 |
| Breedte proefvlak (m) | | 2.00 | 1.50 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Opp. proefvlak (m ²) | | 6.00 | 4.50 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 4.00 | 10.00 | 6.00 | 6.00 |
| Bedekking totaal (%) | | 80 | 100 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 | 90 | 80 |
| Bedekking kruidlaag (%) | | 70 | 30 | 80 | 95 | 60 | 30 | 70 | 70 | 30 | 80 |
| Bedekking moslaag (%) | | 70 | 95 | 90 | 20 | 80 | 90 | 70 | 90 | 85 | 10 |
| Bedekking strooisellaag (%) | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 5 | 0 | 0 |
| Gem. hoogte (hoge) kruidl. (cm) | | 20 | 30 | 10 | 20 | 10 | 20 | 10 | 15 | 10 | 15 |
| Gem. hoogte lage kruidl. (cm) | | 10 | 10 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Maximale hoogte kruidlaag (cm) | | 50 | 60 | 25 | 40 | 20 | 30 | 70 | 20 | 70 | 40 |
| Mossen geïdentificeerd (J/N) | | J | J | J | J | J | J | J | J | J | J |
| Aantal soorten | | 16 | 12 | 21 | 19 | 14 | 9 | 26 | 20 | 27 | 15 |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | Gewoon reukgras | . | . | . | . | . | . | m4 | . | r1 | . |
| <i>Betula pendula</i> | Ruwe berk | . | . | . | . | r1 | . | . | . | . | . |
| <i>Calluna vulgaris</i> | Struikhei | p2 | . | . | . | . | . | p2 | 1- | . | p1 |
| <i>Carex echinata</i> | Sterzegge | . | . | . | . | . | . | p1 | . | p2 | . |
| <i>Rhamnus frangula</i> | Sporkehout | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Gentiana pneumonanthe</i> | Klokjesgentiaan | r1 | . | r1 | p1 | a1 | . | p1 | p1 | a1 | a2 |
| <i>Hieracium laevigatum</i> | Stijf havikskruid | . | . | . | . | . | . | p1 | . | . | . |
| <i>Juncus squarrosus</i> | Trekrus | p2 | . | . | . | . | . | p2 | . | . | . |
| <i>Lotus uliginosus</i> | Moerasrolklaver | . | . | . | . | . | . | p1 | . | . | . |
| <i>Molinia caerulea</i> | Pijpestrootje | 4 | r1 | . | . | 1- | m4 | 1+ | 2 | 2 | 3 |
| <i>Platanthera bifolia</i> | Welriekende nachtorchis | . | . | p1 | . | . | . | r1 | . | . | . |
| <i>Potentilla erecta</i> | Tormentil | p2 | . | 1- | 1+ | . | . | 1+ | a2 | a2 | a2 |
| <i>Quercus robur</i> | Zomereik | . | . | . | r1 | . | . | . | r1 | . | . |
| <i>Salix repens</i> | Kruipwilg | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Danthonia decumbens</i> | Tandjesgras | . | . | p2 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Succisa pratensis</i> | Blauwe knoop | . | . | 1- | 2 | . | . | 4 | 1- | p1 | . |
| <i>Festuca ovina ssp. tenuifolia</i> | Fijn schapegras | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Agrostis vinealis</i> | Zandstruisgras | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Salix x multinervis</i> | Geoorde wilg x Grauwe wil | . | . | . | . | . | . | p1 | . | . | . |
| <i>Dactylorhiza maculata</i> | Gevlekte orchis | . | . | p1 | p1 | . | . | p2 | . | . | . |
| <i>Luzula multiflora</i> | Veelbloemige veldbies s.l. | . | . | . | . | . | . | a2 | . | . | . |
| <i>Dicranum bonjeanii</i> | Moeras-gaffeltandmos | . | . | . | . | . | . | p2 | . | . | . |
| <i>Pleurozium schreberi</i> | Bronsmos | . | . | . | . | . | . | 1+ | p2 | . | . |
| <i>Pseudoscleropodium purum</i> | Groot laddermos | p2 | . | . | . | . | . | 1- | . | . | . |
| <i>Rhizidiadelphus squarrosus</i> | Gewoon haakmos | . | . | . | . | . | . | 4 | . | . | . |
| <i>Sphagnum palustre</i> | Gewoon veenmos | . | 2 | 3 | . | p2 | p2 | m4 | 5 | 8 | . |
| <i>Betula pubescens</i> | Zachte berk | a2 | p1 | . | r1 | . | . | p2 | a2 | p1 | p1 |
| <i>Carex pilulifera</i> | Pilzegge | a2 | . | . | m1 | . | . | p2 | m4 | p1 | . |
| <i>Drosera intermedia</i> | Kleine zonnedauw | p1 | a2 | . | . | a2 | m4 | . | . | a2 | m2 |
| <i>Drosera rotundifolia</i> | Ronde zonnedauw | p1 | p1 | . | . | . | . | . | r1 | . | . |
| <i>Erica tetralix</i> | Gewone dophei | 3 | p1 | 1- | m4 | m4 | p1 | p1 | 1+ | p1 | 1- |
| <i>Salix cinerea</i> | Grauwe wilg | p2 | p1 | . | . | . | . | . | . | r1 | p1 |
| <i>Campylopus species</i> | Kronkelsteeltje (G) | p2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Dicranum scoparium</i> | Gewoon gaffeltandmos | p2 | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Hypnum jutlandicum</i> | Heide-klauwtjesmos | 4 | . | 5 | 2 | p2 | . | . | 1- | p2 | 1- |
| <i>Sphagnum species</i> | Veenmos | 3 | . | . | p2 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Carex nigra</i> | Zwarte zegge | . | p1 | p2 | . | . | a2 | . | . | 1- | p1 |
| <i>Carex panicea</i> | Blauwe zegge | . | p2 | 2 | 4 | 4 | . | m4 | 2 | . | 4 |
| <i>Juncus acutiflorus</i> | Veldrus | . | 3 | . | m4 | . | . | . | . | p2 | p1 |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | Grote wederik | . | p1 | . | . | . | . | . | . | m4 | r1 |
| <i>Sphagnum cuspidatum</i> | Waterveenmos | . | 7 | . | . | 4 | 9 | . | . | . | p2 |
| <i>Allium schoenoprasum</i> | Bieslook | . | . | 2 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Carex pulicaris</i> | Vlozegge | . | . | p1 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Eriophorum angustifolium</i> | Veenpluis | . | . | p1 | . | m4 | 1- | . | . | 4 | . |
| <i>Genista anglica</i> | Stekelbrem | . | . | p2 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Pedicularis sylvatica</i> | Heidekartelblad | . | . | m4 | 1- | . | . | . | . | . | . |
| <i>Polygala serpyllifolia</i> | Liggende vleugeltjesbloem | . | . | r1 | p1 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Salix repens</i> | Kruipwilg | . | . | 1- | p2 | p1 | . | a2 | a2 | . | . |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> | Gewoon dikkopmos | . | . | p2 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Calliergonella cuspidata</i> | Gewoon puntmos | . | . | p2 | p2 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Sphagnum capillifolium</i> | Stijf veenmos | . | . | p2 | . | . | . | . | . | . | . |
| <i>Festuca rubra</i> | Rood zwenkgras s.l. | . | . | . | p2 | . | . | m4 | a2 | . | . |
| <i>Dicranella species</i> | Pluisjesmos (G) | . | . | . | p1 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Leucobryum glaucum</i> | Kussetjesmos | . | . | . | p2 | . | . | . | . | . | . |
| <i>Rhynchospora fusca</i> | Bruine snavelbies | . | . | . | . | p2 | p2 | . | . | . | p1 |
| <i>Drepanocladus species</i> | Sikkelmos (G) | . | . | . | . | p1 | . | . | . | . | . |
| <i>Sphagnum recurvum var. brevifolium</i> | | . | . | . | . | 4 | . | . | 3 | . | . |
| <i>Eriophorum vaginatum</i> | Eenarig wollegras | . | . | . | . | . | 2 | . | . | . | . |
| <i>Juncus effusus</i> | Pitrus | . | . | . | . | . | . | r1 | . | a2 | . |
| <i>Vaccinium vitis-idaea</i> | Rode bosbes | . | . | . | . | . | . | . | p1 | . | . |
| <i>Aulacomnium palustre</i> | Veen-knopjesmos | . | . | . | . | . | . | . | 1- | . | . |
| <i>Dicranum species</i> | Gaffeltandmos (G) | . | . | . | . | . | . | . | p2 | . | . |
| <i>Carex oederi ssp. oedocarpa</i> | Geelgroene zegge | . | . | . | . | . | . | . | . | p1 | . |
| <i>Hydrocotyle vulgaris</i> | Waternavel | . | . | . | . | . | . | . | . | p2 | . |
| <i>Juncus bulbosus ssp. bulbosus</i> | Knolrus s.s. | . | . | . | . | . | . | . | . | p2 | . |
| <i>Juncus conglomeratus</i> | Biezeknoppen | . | . | . | . | . | . | . | . | a2 | . |
| <i>Peucedanum palustre</i> | Melkeppe | . | . | . | . | . | . | . | . | r1 | . |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | Wilde lijsterbes | . | . | . | . | . | . | . | . | r1 | . |
| <i>Viola palustris</i> | Moerasviooltje | . | . | . | . | . | . | . | . | a2 | . |
| <i>Bryum species</i> | Knikmos (G) | . | . | . | . | . | . | . | . | a2 | . |
| <i>Polytrichum species</i> | Haarmos (G) | . | . | . | . | . | . | . | . | m4 | . |

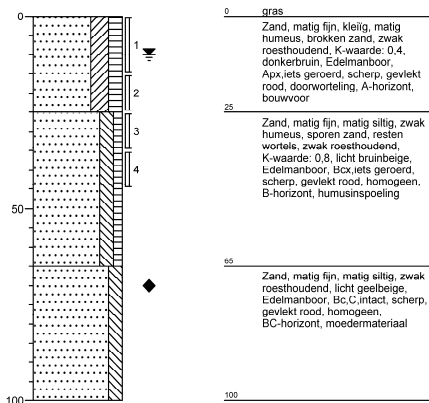
12-06-2015. Nog aanvullen met door Emiel Brouwer gedetermineerde mossen

Bijlage 3. Boorprofielen Bo1 - Bo15 Veldwerkbureau



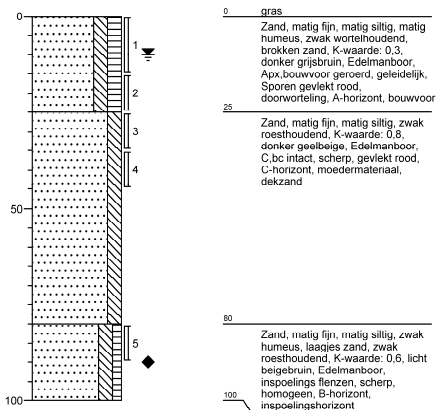
Boring: 01

X: 262020.16
Y: 488270.44
Datum: 9-4-2015
GWS: 10
GHG: 0
GLG: 70
Maaiveldhoogte:



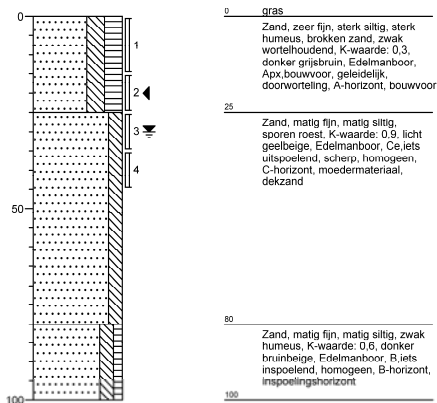
Boring: 02

X: 262164.81
Y: 468171.25
Datum: 9-4-2015
GWS: 10
GHG: 0
GLG: 90
Maaiveldhoogte:



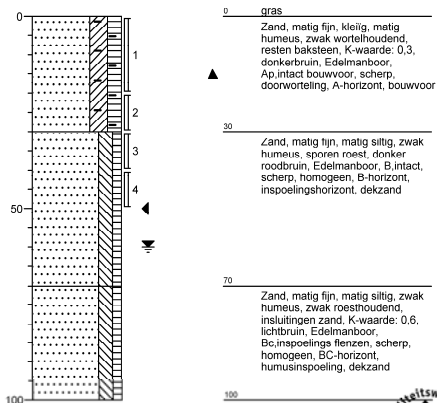
Boring: 03

X: 262099.52
Y: 468075.67
Datum: 9-4-2015
GWS: 30
GHG: 20
GLG: 20
Maaiveldhoogte:



Boring: 04

X: 261986.34
Y: 468151.75
Datum: 9-4-2015
GWS: 60
GHG: 50
GLG: 50
Maaiveldhoogte:



Projectcode: PR-14.065
Opdrachtgever: Bware

Datum: 9-4-2015
Boormeester:

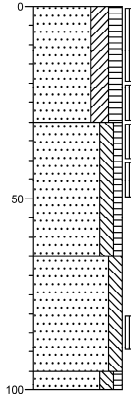
getekend volgens NEN 5104™





Boring: 05

X: 261785,78
 Y: 468057,92
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 40
 GHG: 0
 GLG: 0
 Maaiveldhoogte:



0 gras
 Zand, matig fijn, kleig, matig humeus, brokken zand, zwak wortelhoudend, zwak roesthoudend, K-waarde: 0,2, donker bruingrijs, Edelmanboor, Apxx, sterk verstoorde bouwvoor, diffuus, doorworteling, roestvlekken, A-horizont, omgewerkte grond

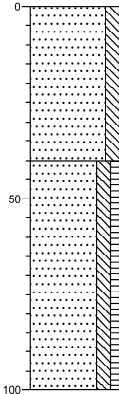
30
 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, insluitingen roest, laagjes zand, K-waarde: 0,3, donker bruinroest, Edelmanboor, B intact met roest, scherp, homogeen, roestvlekken, B-horizont, inspoelingshorizont

65
 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak roesthoudend, K-waarde: 0,3, donker geelbeige, Edelmanboor, Ce, uitspoelend, scherp, homogeen, C-horizont, uitspoelingshorizont, dekzand

85
 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, K-waarde: 0,3, donker geelbruin, Edelmanboor, inspoeling, scherp, homogeen, B-horizont, humusinspoeling, dekzand

Boring: 06

X: 261717,62
 Y: 468072,13
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 0
 GHG: 0
 GLG: 0
 Maaiveldhoogte:

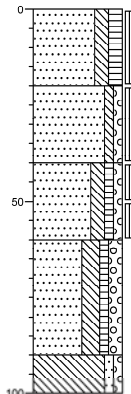


0 gras
 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak wortelhoudend, brokken zand, K-waarde: 0,3, donker bruingrijs, Edelmanboor, vermengd/opgebracht met bv. geleidelijk, doorworteling, A-horizont, omgewerkte grond

40
 Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak roesthoudend, laagjes zand, K-waarde: 0,6, donker bruinbeige, Edelmanboor, Bc, intact, scherp, BC-horizont, inspoelingshorizont, dekzand

Boring: 07

X: 261333,02
 Y: 467533,16
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 100
 GHG: 70
 GLG: 0
 Maaiveldhoogte:



0 gras
 Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,5, donker bruingrijs, Edelmanboor, Apx, bouwvoor, A-horizont, bouwvoor, dekzand

20
 Zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, brokken zand, K-waarde: 0,9, geel, Edelmanboor, Xx, sterk verstoord/opgebracht?, E-horizont, brokkelig

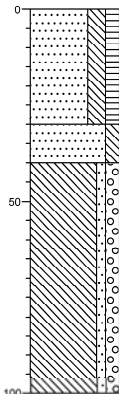
40
 Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, zwak grindig, K-waarde: 0,4, donkerbruin, Edelmanboor, B, sterk ingespoeld, B-horizont, esgrond, dekzand

60
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, zwak humeus, matig grindig, matig steenhoudend, zwak roesthoudend, K-waarde: 0,9, donker bruinoranje, Edelmanboor, Bc, stenig, BC-horizont, bodem, dekzand

80
 Leem, zwak zandig, zwak grindig, matig roesthoudend, zwak steenhoudend, resten hout, K-waarde: 0,01, donkerbeige, Edelmanboor, C, keileem, C-horizont, bodem, keileem

Boring: 08

X: 261389,67
 Y: 467492,16
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 30
 GHG: 10
 GLG: 0
 Maaiveldhoogte:



0 gras
 Zand, zeer fijn, sterk siltig, matig humeus, zwak wortelhoudend, K-waarde: 0,6, donkerbruin, Edelmanboor, Ap, bouwvoor, scherp, A-horizont, bouwvoor, dekzand

30
 Zand, matig fijn, matig siltig, sporen roest, K-waarde: 0,5, licht grijsbeige, Edelmanboor, c intact, scherp, C-horizont, bodem, dekzand

40
 Leem, zwak zandig, matig grindig, uiterst keileemhoudend, laagjes zand, matig roesthoudend, resten hout, K-waarde: 0,01, licht orangegrijs, Edelmanboor, C, keileem, scherp, C-horizont, bodem, keileem



Projectcode: PR-14.065
 Opdrachtgever: Bware

Datum: 9-4-2015
 Boormeester:

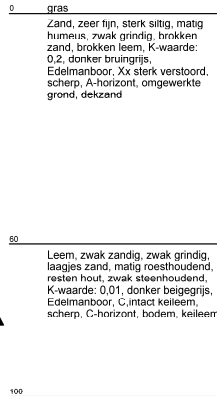
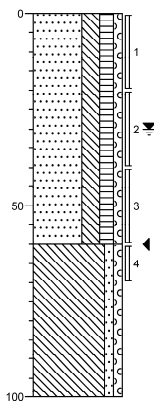
getekend volgens NEN 5104™



Boring: 09

X: 261315,74
 Y: 467427,12
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 30
 GHG: 60
 GLG:

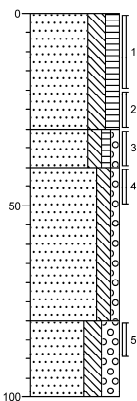
Maaiveldhoogte:



Boring: 10

X: 261326,57
 Y: 467365,69
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 40
 GHG:
 GLG:

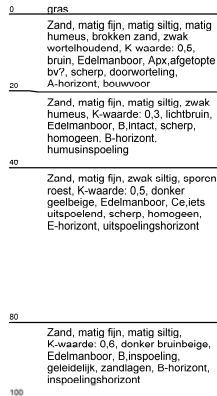
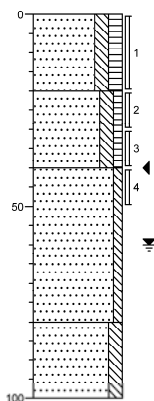
Maaiveldhoogte:



Boring: 11

X: 261259,2
 Y: 467364,27
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 60
 GHG: 40
 GLG:

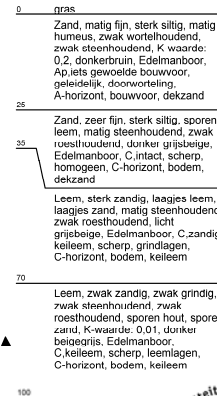
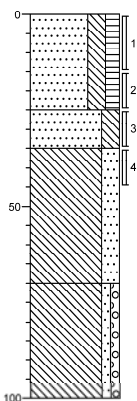
Maaiveldhoogte:



Boring: 12

X: 261230,24
 Y: 467295,17
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 60
 GHG: 30
 GLG:

Maaiveldhoogte:



Projectcode: PR-14.065
 Opdrachtgever: Bware

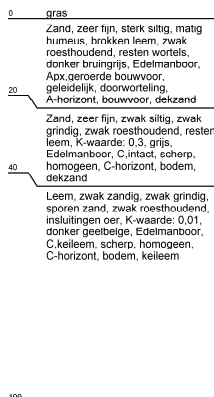
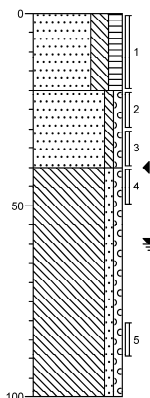
Datum: 9-4-2015
 Boormeester:

getekend volgens NEN 5104™

Boring: 13

X: 261322,68
 Y: 467277,69
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 60
 GHG: 40
 GLG:

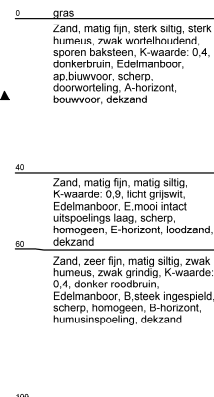
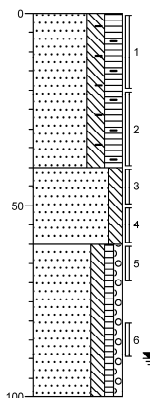
Maaiveldhoogte:



Boring: 14

X: 261209,11
 Y: 467126,51
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 90
 GHG:
 GLG:

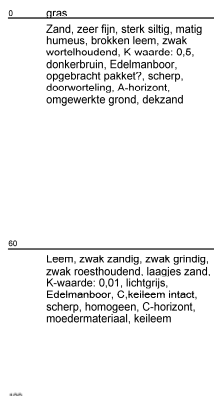
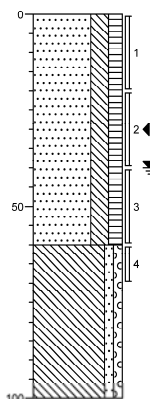
Maaiveldhoogte:



Boring: 15

X: 261296,08
 Y: 467109,97
 Datum: 9-4-2015
 GWS: 40
 GHG: 30
 GLG:

Maaiveldhoogte:



Projectcode: PR-14.065
 Opdrachtgever: Bware

Datum: 9-4-2015
 Boormeester:

getekend volgens NEN 5104™

Legenda:

grind

| | |
|--|-----------------------|
| | Grind, siltig |
| | Grind, zwak zandig |
| | Grind, matig zandig |
| | Grind, sterk zandig |
| | Grind, uiterst zandig |

zand

| | |
|--|----------------------|
| | Zand, kleiig |
| | Zand, zwak siltig |
| | Zand, matig siltig |
| | Zand, sterk siltig |
| | Zand, uiterst siltig |

veen

| | |
|--|--------------------|
| | Veen, mineraalarm |
| | Veen, zwak kleiig |
| | Veen, sterk kleiig |
| | Veen, zwak zandig |
| | Veen, sterk zandig |

klei

| | |
|--|----------------------|
| | Klei, zwak siltig |
| | Klei, matig siltig |
| | Klei, sterk siltig |
| | Klei, uiterst siltig |
| | Klei, zwak zandig |
| | Klei, matig zandig |
| | Klei, sterk zandig |

leem

| | |
|--|--------------------|
| | Leem, zwak zandig |
| | Leem, sterk zandig |

overige toevoegingen

| | |
|--|---------------|
| | zwak humeus |
| | matig humeus |
| | sterk humeus |
| | zwak grindig |
| | matig grindig |
| | sterk grindig |

- geen
- zwakke
- matige
- sterke
- uiterste

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand

- slib
- water

Bijlage 4. Praktisch uitmijnadvies locaties Bo1 - Bo15

Uitmijnadvies Aamsveen



Foto: Bart Timmermans

Eindrapportage

Oprichtgever: Provincie Overijssel • Projectnummer: PR-14.065 • Rapportnummer: 2015.31
Auteurs: Mark van Mullekom, Fons Smolders (B-WARE) & Bart Timmermans (Louis Bolk Instituut)
Datum: 26.02.2016

*Titel rapport:
Uitmijnadvies Aamsveen*

*Auteurs:
Mark van Mullekom, Fons Smolders (B-WARE) & Bart Timmermans (Louis Bolk Instituut)*

*Opdrachtgever:
Provincie Overijssel*

Rapportnummer: 2015.31

Contactgegevens:

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

Contactpersoon:
Mark van Mullekom
Tel: 024-3652815
m.vanmullekom@b-ware.eu
www.b-ware.eu

Uitmijnadvies:
Louis Bolk Instituut
Hoofdstraat 24
3972 LA Driebergen

Contactpersoon:
Bart Timmermans
Tel: 0343-523860
b.timmermans@louisbolk.nl
www.louisbolk.nl

© Onderzoekcentrum B-WARE, Nijmegen, 2016.

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| 1. Aanleiding en doel van het onderzoek | 5 |
| 2. Veldwerkzaamheden en monsterlocaties | 7 |
| 3. Resultaten | 11 |
| 3.1. Bodemchemie | 11 |
| 3.2. Specificatie uitmijnen | 16 |
| 4. Literatuur | 23 |
| Bijlage. Foto's van de monsterlocaties | 25 |

1. Aanleiding en doel van het onderzoek

In het kader van de beoogde natuurontwikkeling in het Aamsveen vormt uitmijnen een optie om (met de name de wat hoger gelegen gronden) voedselrijke voormalige landbouwgronden te verschrallen. Met een traditioneel beheer van maaien en afvoeren wordt circa 10 kg P/ha/jr worden afgevoerd. Uitmijnen gaat echter vier keer zo snel met een gemiddelde P-afvoer van 40 kg/ha/jr. Onderzoekcentrum B-WARE heeft samen met het Louis Bolk Instituut praktisch en gericht uitmijnadvies opgesteld. Dit bevat, naast een indicatie van de verschrallingsduur, onder andere een gericht bemestingsadvies (kalium bij gras/klaver en stikstof+kalium bij verschrallen met de bestaande zode), een bekalkingsadvies, een beoordeling van de bestaande zode en een optioneel advies voor het inzaaien van een geschikt grasklaver mengsel.



Figuur 1.1. Foto's van de gevarieerde omstandigheden in het onderzoeksgebied zowel qua vochtigheid en microreliëf als begroeiing. Zie de bijlage voor een overzichtsfoto en een foto van de zode per monsterpunt.

2. Veldwerkzaamheden en analyses

Op 16 april 2015 zijn op 15 locaties (Bo1 - Bo15) bodemonsters verzameld van de toplaag (0-20 en 0-25 cm, afhankelijk van de dikte van de bouwvoor) voor analyses ten behoeve van het uitmijnadvies. De monsterlocaties worden weergegeven in figuur 2.1. Tijdens de veldwerkzaamheden zijn foto's gemaakt zodat Bart Timmermans van het Louis Bolk Instituut toch een beeld heeft gekregen van de huidige zode.

De volgende analyses zijn uitgevoerd:

Drooggewicht en organisch stofgehalte

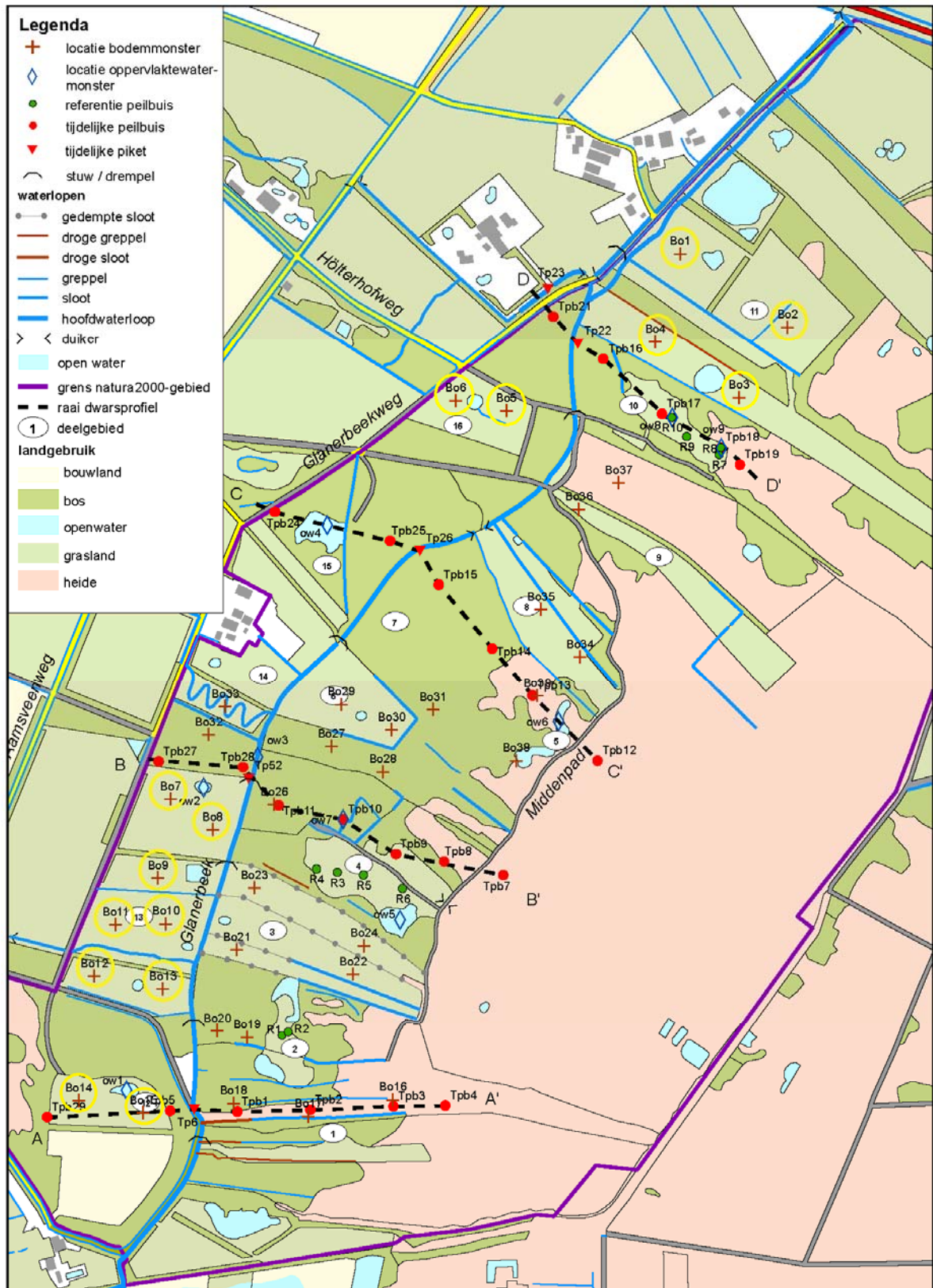
Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminium bakjes en gedurende minimaal 48 uur te drogen in een stoof bij 60 °C. Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal terug gewogen en het vochtverlies berekend. Dit alles werd in duplo uitgevoerd. De fractie organisch stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na het drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij 550 °C. Na het uitglorieien van de monsters werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt in dit type bodems goed overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Olsenextractie

Het Olsen-extract werd uitgevoerd ter bepaling van de hoeveelheid plantbeschikbaar fosfaat. Hiervoor werd 3 gram droog bodemmateriaal met 60 ml Olsen-extract (0,5 M NaHCO₃ bij pH 8,4) gedurende 30 minuten uitgeschud op een schudmachine bij 105rpm. Het extract werd vervolgens geanalyseerd op een ICP. Uit onderzoek op voormalige landbouwgebieden is gebleken dat een Olsen-P concentratie van 250-300 µmol per liter bodem als een grenswaarde kan worden beschouwd waarboven een ernstige verzuuring van de vegetatie optreedt op zand- en veenbodems. Met name ijzerrijke kleibodems (> 100 mmol Fe/l FW) binden veel fosfaat. Hierdoor kunnen voor kleibodems en andere ijzer- en/of calciumrijke bodems hogere Olsen-P grenswaarden worden gehanteerd in vergelijking met zand- of veenbodems. Over het algemeen kan op kleiige of (zeer) ijzer- en/of calciumrijke bodems een Olsen-P grenswaarde worden gehanteerd van 500-900 µmol/l FW. Wel zullen dan over het algemeen de wat voedselrijkere natuurdoeltypen tot ontwikkeling komen.

Bodemdestructie

Door de bodem te destrueren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het bodemmateriaal te bepalen. Dit werd uitgevoerd door het bodemmateriaal na het drogen op 60 °C te vermalen. Van het bodemmateriaal werd per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO₃, 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H₂O₂ 30%) toegevoegd en de vaatjes werden geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden vervolgens gedestruerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werden de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q water. Analyse vond plaats op de Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL).



Bell Hullenaar

Ecohydrologisch
Adviesbureau

*Locaties bodemonsters, oppervlaktewatermonsters,
referentie peilbuizen, tijdelijke peilbuizen en peilschalen*

1:6500

Figuur 2.1. Overzicht de ligging van de monsterlocaties Bo1 - Bo15 (geel omcirkeld).

Aanvullende bodemanalyses uitmijnadvies

De aanvullende 'pakketanalyse' bestaat uit de bepaling van de concentraties P-Al, Pw, K-PAE (inclusief bepaling kaligetal voor bemestingsadvies), N-totaal, N-leverend vermogen, de pH-CaCl₂ en het lutumpercentage. Door middel van deze aanvullende bodemanalyses zijn door het Louis Bolk Instituut specifieke bemestingsadviezen (N en/of K) opgesteld. Deze aanvullende analyses zijn uitgevoerd voor BLGG AgroXpertus.

3. Resultaten

3.1. Bodemchemie

De ontgrondingsdieptes en natuurpotenties worden in een andere deelrapportage toegelicht. In deze rapportage richten we ons sec op de uitmijnmogelijken. Per monsterlocatie worden in een tabel de belangrijkste abiotische factoren kort toegelicht. Hierin zijn onder andere de fosfaatconcentraties opgenomen (Olsen-P en totaal-P). Op basis van de verhouding tussen de Olsen-P en P-totaal concentratie (beschikbare P-fractie) is een P-totaal streefconcentratie berekend (deze varieert op basis van de P-beschikbaarheid die beïnvloed wordt door o.a. de lemigheid, ijzer- en calciumconcentraties van de bodem). Op basis van het verschil tussen de streefconcentratie en de actuele totaal-P concentratie is per bemonsterde laag een verschrallingsduur berekend bij uitmijnen (P-afvoer: 40 kg/ha/jr). Traditioneel beheer van maaien en afvoeren (P-afvoer: 10 kg/ha/jr) duurt vier keer zo lang.

In tabel 3.1 worden de resultaten van het bodemchemisch onderzoek gegeven. Voor de beoogde natuurdoeltypen in dit onderzoek wordt gerekend met een Olsen-P streefconcentratie van 300 (optimaal) en 650 (acceptabel) $\mu\text{mol/l}$. Bij een Olsen-P concentratie van 300-650 $\mu\text{mol/l}$ behoort de ontwikkeling van heischraal grasland, of blauwgrasland (onder invloed van ijzerrijk en (zwak) gebufferd grondwater) tot de mogelijkheden.

Het kruidenpercentage (algemene soorten) zal waarschijnlijk toenemen wanneer niet meer wordt bemest (met P) en het maaien en afvoeren wordt voortgezet. De labiele P-fractie zal hierdoor afnemen. Een dichte zode en aanwezigheid van ruigtesoorten (zoals bijvoorbeeld Pitrus) kan de vestiging van kruidachtigen echter belemmeren.

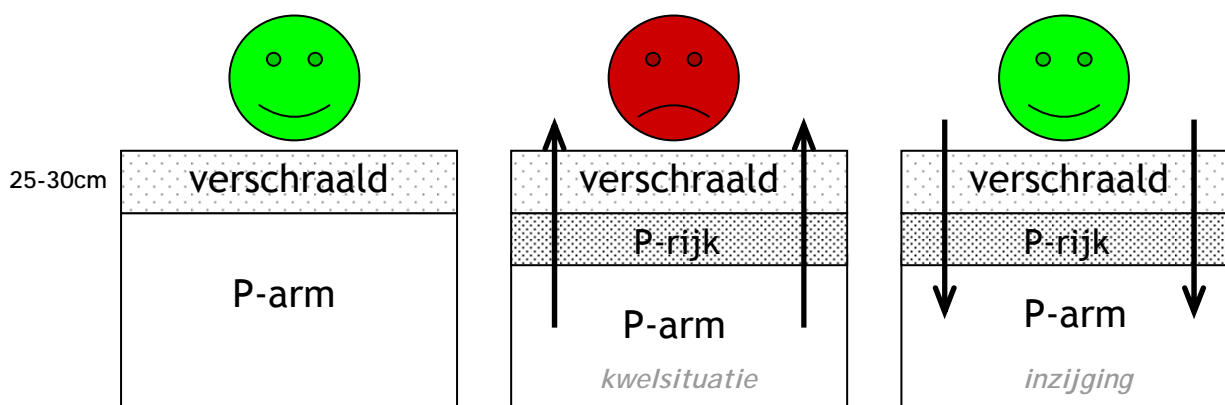
Op een groot deel van de percelen is de P-belasting relatief beperkt (Olsen-P 1200-2000 $\mu\text{mol/l}$ en totaal-P 10-20 mmol/l). Ook de P-AL concentratie duidt op matige P-verrijking. Voor landbouwkundig gebruik volstaat een P-AL van circa 35 mg $\text{P}_2\text{O}_5/100$ gram. Slechts op enkele locaties komt de concentratie hier in de buurt (4,11,15: P-AL 30-31 mg $\text{P}_2\text{O}_5/100$ gram) of is deze hoger (14: P-AL 30-35 mg $\text{P}_2\text{O}_5/100$ gram). Het gros van de onderzochte percelen kan dan ook als matig verrijkt worden beschouwd. Hierdoor kunnen de P-concentraties door middel van een intensief uitmijnbeheer van maximaal ± 15 -30 jaar worden gereduceerd ten behoeve van de omvorming naar natuurlijke, soortenrijke graslanden. Zie figuur 3.2 (uitmijnperiode bij een Olsen-P streefconcentratie van 300 $\mu\text{mol/l}$) en 3.3 (idem, echter 650 $\mu\text{mol/l}$) voor de ruimtelijke variatie in de verschrallingsduur. Uitmijnen kan alleen op een relatief egale bodem met weinig microreliëf, onder relatief droge omstandigheden (zodat 4-5 maaibeurten per jaar mogelijk zijn) en met een productieve bestaande zode of een grasklaver mengsel wat ingezaaid dient te worden. In paragraaf 3.2 wordt dit nader toegelicht.

Op plekken waar de bodem onder de 25-30 cm eveneens (relatief fors) verrijkt is met fosfaat kan, wanneer de grondwaterinvloed in het maaiveld wordt hersteld (figuur 3.1), P-nalevering richting de verschrallde bodemlaag optreden. Dit kan leiden tot verrijking van de toplaag en verruiging of de noodzaak voor aanvullende verschralling. Onder invloed van ijzerhoudend grondwater en bij een beperkte P-rijkdom >30 cm is dit risico mogelijk klein. Wanneer de huidige P-rijke toplaag wordt vernat is het risico groot dat verruiging op zal treden met Liesgras of Pitrus, zoals ook in het Aamsveen lokaal te zien is.

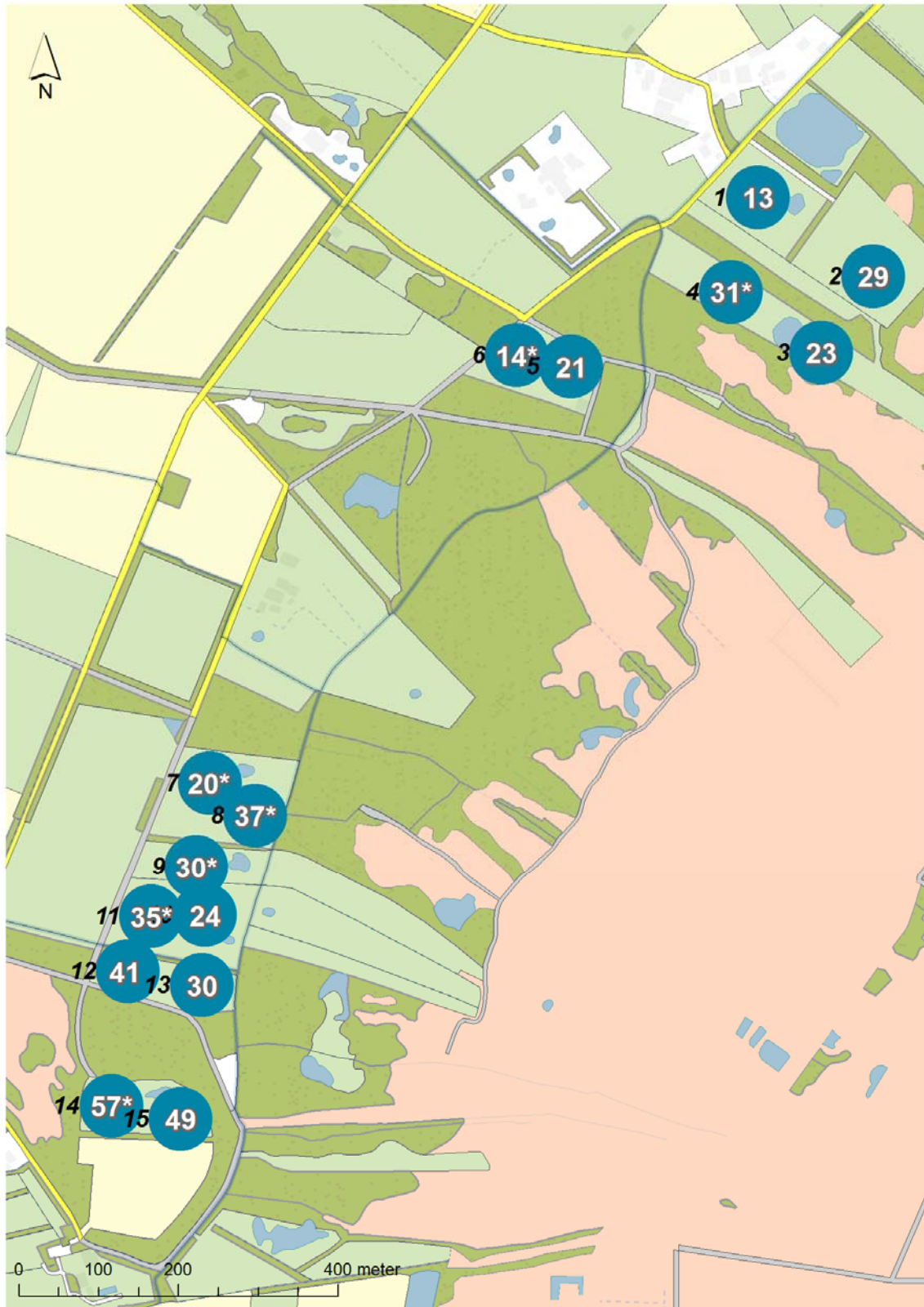
Tabel 3.1: Overzicht van de grondsoort en bodemchemie per monsterlocatie. OS = percentage organische stof; LU = lutumpercentage; V = vochtpercentage; MV = massa/volumeverhouding van de bodem in kg/l; Ols-P = plantenbeschikbaar fosfaat (Olsen-P) in een bicarbonaatextractie in μmol per liter bodem; -t = totaalconcentratie in mmol per liter bodem, N-t = N-totaal in mg N/kg, NLV = N-leverend vermogen in kg N/ha, Pw = mg $\text{P}_2\text{O}_5/\text{l}$ in een waterextractie; P-AL = beschikbare fosforconcentratie in een calciumlactaat-azijnzuurbuffer in mg $\text{P}_2\text{O}_5/100$ gram droge bodem; K = K-PAE: kaliumconcentratie in een calciumchloride-oplossing in mg/kg; Kgt = K-getal op basis van de K-PAE concentratie (omgerekend naar K-HCl) en het organische stofpercentage (door BLGG). pH = zuurgraad van de bodem in een calciumchloride oplossing. U30= indicatieve verschrallingsduur van 0-25 cm door middel van uitmijnen (in jaren) bij een P-afvoer van 40 kg/ha/jaar op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 300 $\mu\text{mol/l}$ en een totaal-P concentratie van minimaal 2,5 mmol/l (lager is niet reëel). U65 = idem, echter op basis van een Olsen-P streefconcentratie van 650 $\mu\text{mol/l}$. Deze indicatieve kleuren horen bij de volgende klassen:

| 0 | | voldoende P-arm | | Lutumpercentage: | |
|--------|---|-----------------|-----------------------------|------------------|--|
| 1-5 | zeer kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen en kansrijk d.m.v. maaien en afvoeren | <8 | lutumarm | | |
| 6-10 | (zeer) kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen | 8-18 | zeer tot matig lichte zavel | | |
| 11-20 | kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen | 18-25 | zware zavel | | |
| 21-50 | matig tot beperkt kansrijk voor verschralling d.m.v. uitmijnen | >25 | klei | | |
| 51-100 | ongeschikt voor verschralling I | | | | |
| >100 | ongeschikt voor verschralling II | | | | |

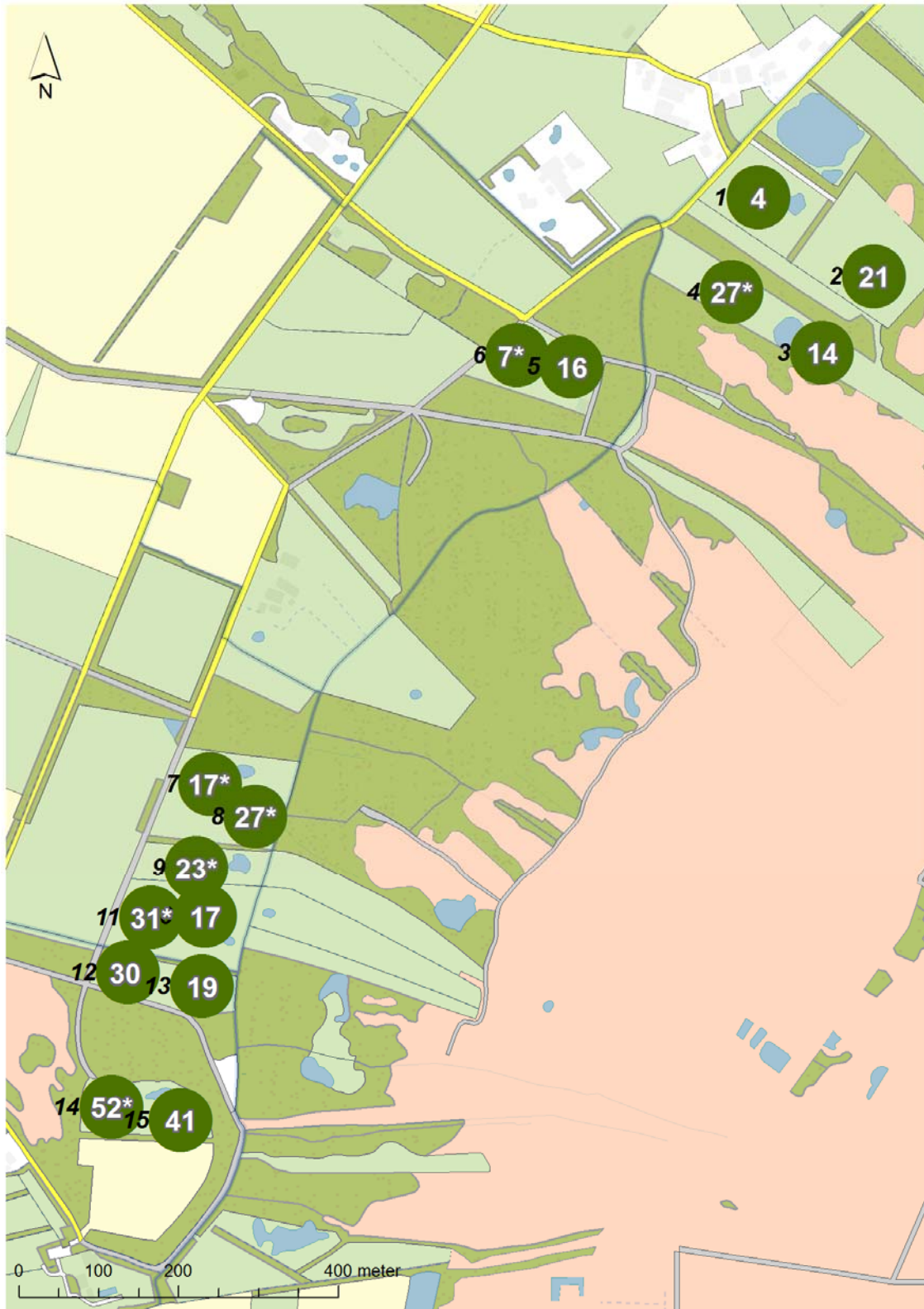
| Nr | GWS | GLG | GHG | Grondsoort | OS | LU | V | MV | Ols-P | P-t | Al-t | Ca-t | Fe-t | N-t | NLV | Pw | P-AL | K | Kgt | pH | U30 | U65 |
|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|------|----|----|-----|-------|------|------|------|------|------|-----|----|------|----|-----|-----|-----|-----|
| B01 | 10 | 70 | 0 | zand (licht lemig), venig, bv | 10,1 | 2 | 25 | 1,0 | 817 | 10,2 | 121 | 25 | 33 | 2810 | 156 | 4 | 6 | 45 | 12 | 4,5 | 13 | 4 |
| B02 | 10 | 90 | 0 | zand (licht lemig), bv | 3,9 | <1 | 25 | 1,3 | 1470 | 18,9 | 114 | 25 | 87 | 1540 | 121 | 10 | 17 | 33 | 13 | 4,7 | 29 | 21 |
| B03 | 30 | - | 20 | zand, venig/lemig, bv | 6,1 | 1 | 23 | 1,2 | 1162 | 16,2 | 113 | 37 | 51 | 1690 | 125 | 15 | 22 | 20 | 9 | 4,9 | 23 | 14 |
| B04 | 60 | - | 50 | zand, bv | 3,7 | <1 | 19 | 1,3 | 2777 | 18,3 | 69 | 17 | 23 | 1170 | 111 | 25 | 30 | 13 | 11 | 4,5 | 31 | 27 |
| B05 | 40 | - | 0 | zand, bv | 3,9 | <1 | 21 | 1,2 | 1575 | 13,6 | 78 | 8 | 88 | 1110 | 109 | 6 | 10 | 17 | 11 | 4,2 | 21 | 16 |
| B06 | 0 | - | 0 | zand, bv | 4,6 | 1 | 23 | 1,4 | 1021 | 10,5 | 120 | 9 | 95 | 1250 | 113 | 3 | 5 | 15 | 10 | 4,7 | 14 | 7 |
| B07 | 100 | - | 70 | zand, bv | 3,9 | <1 | 14 | 1,1 | 2127 | 12,7 | 48 | 11 | 37 | 1650 | 134 | 20 | 19 | 17 | 11 | 4,5 | 20 | 17 |
| B08 | 30 | - | 10 | zand, venig/lemig, bv | 6,2 | 8 | 27 | 1,1 | 1585 | 23,5 | 293 | 43 | 112 | 2970 | 161 | 13 | 18 | 50 | 11 | 5,0 | 37 | 27 |
| B09 | 30 | - | 60 | zand, venig/lemig, bv | 6,2 | 7 | 29 | 1,1 | 1775 | 18,8 | 225 | 32 | 108 | 2210 | 140 | 13 | 18 | 55 | 16 | 5,1 | 30 | 23 |
| B10 | 40 | - | - | zand, venig/lemig, bv | 6,9 | 5 | 31 | 1,1 | 1557 | 15,0 | 131 | 25 | 49 | 2160 | 138 | 5 | 8 | 46 | 13 | 4,9 | 24 | 17 |
| B11 | 60 | - | 40 | zand (licht lemig), bv | 5,1 | 2 | 24 | 1,2 | 2973 | 20,3 | 77 | 12 | 32 | 1790 | 128 | 25 | 31 | 22 | 10 | 4,7 | 35 | 31 |
| B12 | 60 | - | 30 | zand, sterk venig, lemig, bv | 15,5 | 4 | 42 | 0,8 | 1633 | 25,8 | 200 | 35 | 90 | 3110 | 155 | 18 | 27 | 52 | 9 | 5,1 | 41 | 30 |
| B13 | 60 | - | 40 | zand, lemig/venig, bv | 8,7 | 6 | 31 | 1,0 | 1211 | 20,5 | 208 | 31 | 139 | 2560 | 149 | 7 | 12 | 49 | 12 | 5,0 | 30 | 19 |
| B14 | 90 | - | - | zand, bv | 5,3 | <1 | 19 | 1,2 | 3937 | 31,7 | 91 | 20 | 52 | 1760 | 127 | 49 | 51 | 15 | 8 | 4,5 | 57 | 52 |
| B15 | 40 | - | 30 | zand (licht lemig), bv | 6,6 | 2 | 29 | 1,1 | 2381 | 28,9 | 137 | 28 | 72 | 2610 | 151 | 21 | 31 | 23 | 8 | 4,9 | 49 | 41 |



Figuur 3.1 Schematisch overzicht van verschralling waarbij in een kwelsituatie fosfaat uit een rijkere bodemlaag (>25-30 cm-mv) naar de verschraalde toplaag getransporteerd kan worden (middelste figuur). Bij bodems die vanaf 25-30 cm-mv P-arm zijn (linker figuur) en bij inzijgsituaties (rechter figuur) is dit niet van toepassing

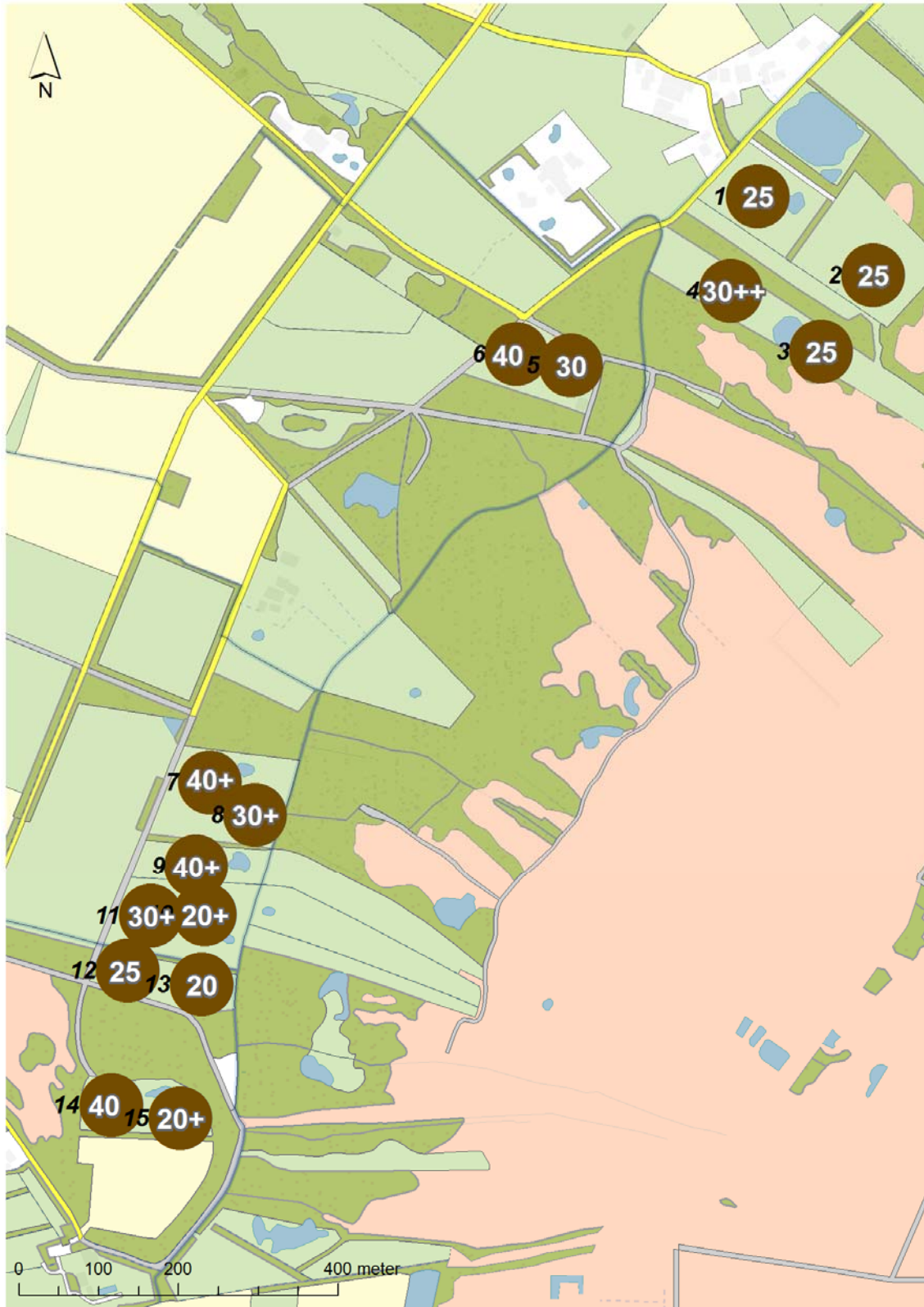


Figuur 3.1: Overzicht van de ruimtelijke variatie in het maximale aantal jaren uitmijnen (wit gedrukt) om een Olsen-P concentratie van 300 µmol/l te realiseren in de toplaag van 0-25 cm. De cursieve zwarte nummers geven de monsterlocatie weer. * = P-rijke bodem aanwezig op >30 cm diepte.



Figuur 3.2: Overzicht van de ruimtelijke variatie in het maximale aantal jaren uitmijnen (wit gedrukt) om een Olsen-P concentratie van 650 µmol/l te realiseren in de toplaag van 0-25 cm. De cursieve zwarte nummers geven de monsterlocatie weer. * = P-rijke bodem aanwezig op >30 cm diepte.

Op veel locaties is echter sprake van een relatief dunne voedselrijke toplaag (25-30 cm). Op deze locaties is een ontgroning een interessant alternatief (figuur 3.4).



Figuur 3.3: Overzicht van de ruimtelijke variatie in de vereiste ontgrondingsdiepte per locatie waarbij + = aanvullend verschalingsbeheer vereist of 10 cm extra afgraven en ++ = fors aanvullend verschalingsbeheer vereist.

3.2. Specificatie uitmijnen

Algemeen

Uitmijnen is het versneld afvoeren van fosfaat in de bovenste 25-30 cm van de bodem door de productie van een grasland (tijdelijk, gedurende een aantal jaar) te verhogen en hoog te houden. Op deze manier kan er jaarlijks zo'n 40 kg P per ha per jaar worden afgevoerd: vier keer zoveel als met alleen maaien en afvoeren. Als bodems erg rijk zijn aan fosfaat ontstaat er op termijn een onbalans aan nutriënten met veel fosfaat, maar weinig stikstof en vaak ook weinig kalium. De 'truc' van uitmijnen is dan ook deze onbalans te herstellen: er is voldoende stikstof en kalium nodig om de afvoer van fosfaat te verhogen.

Uitmijnen kan op twee manieren: door inzaai van een grasklaver in combinatie met kalibemesting of door een productief grasland met kali- en stikstofbemesting. In sommige gevallen kan dit met de bestaande zode als er een behoorlijk aandeel productieve soorten nog in de zode aanwezig is. Let op: de bestaande zode moet dan echt vol staan met productieve soorten, anders zal de gewenste fosfaatafvoer suboptimaal zijn, wordt de uitmijntermijn langer en zullen er bij de geadviseerde mestgift stikstofverliezen plaatsvinden. In dat geval is herinzaai te verkiezen. In het onderzoeksgebied is de zodekwaliteit beoordeeld en de resultaten zijn weergegeven in de verzameltabel en in de bijlage. Productieve soorten zijn Engels of Italiaans raaigras, Timotee, Beemdlangbloem, Veldbeemd of Ruw beemdgras. Percelen met bijna alleen Pitrus of Gestreepte witbol zullen, ook na bemesting, nooit de gewenste opbrengst en fosfaatafvoer opleveren.



Figuur 3.4. Foto's van uitmijnen. Links: het maaien van een jong en rijk perceel waarop wordt uitgemijnd met BG11 en witte klaver. Rechts: op een perceel waarop langere tijd wordt uitgemijnd neemt de soortenrijkdom toe met zo'n 1 tot twee plantensoorten per jaar. Op het perceel op de foto groeien onder andere algemene soorten als kruipende boterbloem, paardebloem, herderstasje, varkensgras, madeliefje, kluwehoornbloem, gewoon biggenkruid, veldzuring, gestreept witbol, veldereprijs, tijmereprijs en echte kamille. Foto's Bart Timmermans.

Uitmijnen (figuur 3.4) is kansrijk op percelen met een gemiddelde pH. Een pH van 5.2 tot 5.5 is optimaal, maar vooral een pH lager dan 5 is niet gewenst tijdens de start van uitmijnen met grasklaver, omdat een te lage pH in die fase de symbiose van klaver met Rhizobium bacteriën bemoeilijkt. Bij een nog lagere pH (richting 4.5 of lager) komt ook voor gras de beschikbaarheid van nutriënten in het gedrang en zal het uitmijnen stagneren.

Verder mogen bij uitmijnen de percelen niet al te droog of extreem nat zijn, zodat de gewasgroei op pijl kan blijven en machinale bewerking mogelijk is. Vooral zand- en kleibodems zijn geschikt.

Op venige gronden wordt geadviseerd niet uit te mijnen met grasklaver maar om verschrallingsbeheer/uitmijnen middels maaien en afvoeren, eventueel met gerichte bemesting, in te zetten. Belangrijk is verder dat de percelen draineren en een groot deel van het jaar begaanbaar zijn om uitmijnen in de praktijk mogelijk te maken. Het is verstandig bij het uitmijnen gebruik te maken van de expertise van veehouders als pachter. In principe is uitmijnen het intensief telen van een grasklaver of gras, maar met aangepaste bemesting zodat het bodemevenwicht van nutriënten hersteld wordt. Om dit succesvol te laten verlopen is de praktijkkennis en inzet van een boer vaak van groot belang.

Uitmijnen betekent (lokaal) tijdelijk een stap terug wat betreft soortenrijkdom, ook als dit met de bestaande (nog voldoende productieve) zode wordt ingezet, en b.v. in weidevogelgebieden. Een jonge grasklaver of een bemeste productieve graszode laat in eerste instantie weinig ruimte voor andere plantensoorten over. Echter, toch lukt het na verloop van tijd soorten om zich in de zode te vestigen, zonder dat dit de opbrengst of P-afvoer wezenlijk verlaagt. Ervaring heeft laten zien dat dit gebeurt met een snelheid van ongeveer 2 soorten per perceel per jaar. Langzaam wordt een perceel zo soortenrijker tijdens het proces. Wanneer de gewenste verschralling is bereikt kan plaggen (zode verwijderen) of frezen in combinatie met het introduceren van doelsoorten/maaisel uit goed ontwikkelde locaties bijdragen aan een succesvolle omvorming van het uitmijnperceel naar 'natuurterrein'.

Tabel 3.2. Samenvatting van het uitmijnadvies per locatie (de kleuren zijn indicatief voor de verschrallingsduur per locatie, zie tabel 4.1 U30) bij uitmijnen met grasklaver en uitmijnen met de bestaande zode (eventueel na herinzaai). Het bekalkingsadvies, voordat met uitmijnen met stikstofbemesting (G: gras/bestaande zode, streef-pH 5,0) of grasklaver (GK: streef-pH 5,5) gestart wordt, is gegeven in kg neutraliserende werking per ha (1 kg nw komt overeen met 1 kg CaO). De gift is afgerond op 500 kg. Let op dat de maximale dosis die wettelijk mag worden opgebracht afhangt van het jaargetijde: deze is 1000 kg neutraliserende werking bij toediening in het voorjaar, en 2000 kg neutraliserende werking bij toediening in het najaar. De zode kwaliteit is ingedeeld in de categorieën slecht, matig en goed om met uitmijnen te starten. Het N-bemestingsadvies is per laag vastgesteld op basis van bodemtype en het stikstof leverend vermogen en geldt voor uitmijnen bij standaard maaibeheer (zonder uitgestelde maaidata) en bij eventuele uitgestelde maaidata (bijvoorbeeld bij weidevogels) in kg N per hectare, te strooien als stikstofkunstmest (KAS, ammonalpeter, etc.) voor de snedes. Het K-bemestingsadvies is weergegeven in kg K₂O per ha per jaar. Tussen haakjes staan de kilo's voor de eerst snede, voor de 2e snede en voor derde plus latere sneden. Voor meer informatie kan contact worden opgenomen met het Louis Bolk Instituut.

| Aamsveen | | Uitmijnen met grasklaver | | | | Uitmijnen met gras / bestaande zode | | | | | | | | | | | |
|----------|----------------|---|--------------------------|----------|---|--|------------------------|-----------|---------|---|--------------|------|-----|--------------------------------------|--------------|------|-----|
| Nr | Diepte toplaag | kg K2O/ha/jr k-bemesting toplaag voor uitmijnen | Geschikt voor grasklaver | kg nw/ha | Mengsel | Mengsel bij uitgestelde maaidatum | Kwaliteit huidige zode | Bekalking | kg N/ha | N-bemesting zonder uitgestelde maaidata | | | | N-bemesting met uitgestelde maaidata | | | |
| | | | | | | | | | | voor snede 1 | voor snede 2 | juli | aug | voor snede 1 | voor snede 2 | juli | aug |
| A-01 | 0-20 | 240 (100/80/60) | nee | 2000 | nM | nM | slecht, heinzaai nodig | 1500 | 156 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 80 | 48 | 35 |
| A-02 | 0-20 | 240 (100/80/60) | ja | 1500 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | slecht, heinzaai nodig | 500 | 121 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-03 | 0-20 | 240 (100/80/60) | ja | 1500 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | matig, sub-optimaal | 0 | 125 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-04 | 0-25 | 240 (100/80/60) | ja | 2000 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | slecht, heinzaai nodig | 1000 | 111 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-05 | 0-25 | 240 (100/80/60) | ja | 2000 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | slecht, heinzaai nodig | 1500 | 109 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-06 | 0-25 | 240 (100/80/60) | ja | 2000 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | slecht, heinzaai nodig | 500 | 113 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-07 | 0-25 | 240 (100/80/60) | ja | 2000 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | matig, sub-optimaal | 1000 | 134 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-08 | 0-25 | 240 (100/80/60) | nee | 0 | nM | nM | matig, sub-optimaal | 0 | 161 | 113 | 82 | 42 | 28 | 0 | 80 | 48 | 35 |
| A-09 | 0-25 | 240 (100/80/60) | ja | 0 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | matig, sub-optimaal | 0 | 140 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 80 | 48 | 35 |
| A-10 | 0-20 | 240 (100/80/60) | ja | 1500 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | slecht, heinzaai nodig | 0 | 138 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-11 | 0-25 | 240 (100/80/60) | ja | 2000 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | matig, sub-optimaal | 1000 | 128 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-12 | 0-25 | 240 (100/80/60) | nee | 0 | nM | nM | slecht, heinzaai nodig | 0 | 155 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 80 | 48 | 35 |
| A-13 | 0-25 | 240 (100/80/60) | nee | 0 | nM | nM | slecht, heinzaai nodig | 0 | 149 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 80 | 48 | 35 |
| A-14 | 0-25 | 240 (100/80/60) | ja | 2000 | 30 kg BG11 met daarbij 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). | 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Menvoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (Alice of Riesling). | matig, sub-optimaal | 1500 | 127 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 88 | 50 | 35 |
| A-15 | 0-25 | 240 (100/80/60) | nee | 2000 | nM | nM | matig, sub-optimaal | 0 | 151 | 110 | 77 | 38 | 25 | 0 | 80 | 48 | 35 |

Uitmijnen met grasklaver

Bij uitmijnen met grasklaver (voor uitmijnen met gras of de bestaande zode, zie verderop) wordt een hoogproductieve grasklaver op een perceel ingezaaid. De klaver, die de stikstofbron is, zorgt voor een hoog eiwitgehalte en hierdoor is het gemaaid gewas interessant voor veehouders als voer voor koeien. Het kan worden ingekuild of er kunnen balen van worden gemaakt. Voor een pachtende veehouder is een uitmijnend perceel echter geen vetpot: kosten-baten berekeningen laten zien dat, in vergelijking met eenzelfde hoeveelheid aangekocht ruwvoer, een veehouder een klein verlies (ca. 250 euro per ha/jr) maakt (gemiddelde van 60 ha uitmijnende percelen, 2007-2009). Dit verlies varieert natuurlijk afhankelijk van pacht en opbrengst aan voer. Aangezien biologische boeren duurder ruwvoer inkopen, is voor deze boeren uitmijnen eerder (financieel) interessant. Vergoeding van bijvoorbeeld de kalimeststof, die kostentechnisch ongeveer in dezelfde orde van grootte zit, maakt uitmijnen voor veehouders aantrekkelijk.



Figuur 3.5. Foto's van uitmijnen met witte (links) en rode klaver (rechts). Foto's Mark van Mullekom.

Als de locaties stikstofrijk zijn als gevolg van recente bemesting en intensieve (gras)teelt, dan is het verstandig om eerst een tussenjaar van bijvoorbeeld graan in te bouwen, voordat met de grasklaver begonnen wordt. De klaver gaat het namelijk niet goed doen indien er te veel stikstof in de bouwvoor zit. In het onderzoeksgebied zijn er enkele locaties waar de grond moerig (hoog organische stofgehalte) is, en/of waar veel mineraliseerbaar stikstof in de bodem zit. Dit is niet in een tussenjaar te verlagen. Hier is uitmijnen met grasklaver geen geschikte optie. Dit is het geval voor de locaties: 1, 8, 12, 13, en 15 (zie ook tabel 3.2). Op de andere locaties en bodemlagen is uitmijnen met grasklaver een prima optie.

Voor grasklaver heeft het merendeel van de locaties een te lage pH. Het gaat om de locaties 1 t/m 7, 10, 11 en 14. Hiervoor hebben we een bekalkingsadvies opgesteld, dat is weergegeven in tabel 3.2. Het bekalkingsadvies voor het uitmijnen is door het Louis Bolk Instituut vastgesteld op basis van de pH-CaCl₂ en de bodemorganische stof (zie streef-pH's in het bijschrift van tabel 3.2). Bij bekalking moet er voorzichtig omgegaan worden met venige gronden, omdat veenafbraak kan gaan plaatsvinden. De percentages organische stof op de onderzochte locaties zijn echter relatief laag: over het algemeen 4-6% en op locatie 1 (10%) en 12 (15%) wat hoger. Bij extrapolatie van de meetlocaties naar gehele percelen is het echter wel van belang hier rekening mee te houden.

Voor het uitmijnen is ook de hoeveelheid beschikbaar kalium van belang. Een maat hiervoor is het K-getal. Op alle locaties in het onderzoeksgebied is het K-getal laag tot (net) voldoende. Voor

deze locaties adviseren we daarom voor het uitmijnen met grasklaver een K-bemestingsadvies van 240 kg K₂O per ha per jaar, te weten: 100 kg voor de eerst snede, 80 kg voor 2e snede en 60 kg voor derde en latere sneden. De geadviseerde hoeveelheid kali-bemesting is het resultaat van een langjarige proef met verschillende kali-bemestingsregimes. 240 kg K₂O per ha per jaar is hierbij de minimum gift om de klaver, die de motor achter het uitmijnen is, niet uit te zode te laten verdwijnen. Metingen en balansen hebben laten zien dat deze hoeveelheid kali weer afgevoerd wordt in de gemaaide grasklaver: er vindt op termijn geen verrijking van de bodem plaats, maar de bemesting zal wel jaarlijks moeten worden herhaald.

Patentkali (K₂SO₄•MgSO₄: 30% K₂O) en kaliumsulfaatgranulaat (ook wel aangeduid als “Kaliumsulfaat 50”, 50% K₂O) zijn chloorarme geschikte meststoffen om tijdens het uitmijnen de klaver van kali te voorzien. Zwavel is essentieel aangezien een tekort aan zwavel, met name op zandgronden, beperkend kan worden voor klavergroei (60-90 kg sulfaat per hectare wordt jaarlijks door het gewas opgenomen).

Om te starten met uitmijnen met grasklaver wordt in het onderzoeksgebied geadviseerd om uit te mijnen met een mix gras met witte klaver (tabel 3.2). Zaai hiertoe per hectare 30 kg BG11 4 kg witte klaver (Alice of Riesling). Indien er sprake is van een uitgestelde maaidatum vanwege weidevogelbeheer adviseren we uit te mijnen met witte en rode klaver. Zaai hiertoe in met 30 kg BG11 met daarbij 5 kg rode (cv. Mervoit of Lemmon) en 3 kg witte klaver (cv. Alice of Riesling) per hectare. Overleg eventueel de definitieve samenstelling en de beste tijd van inzaai van het mengsel met het Louis Bolk Instituut voordat het uitmijntraject wordt gestart.

Uitmijnen met productief grasland

Uitmijnen met behulp van grasland of een bestaande nog productieve zode zonder klaver behoort eveneens tot de mogelijkheden. Een belangrijke voorwaarde is dat de zode een behoorlijk aandeel aan productieve soorten heeft, anders blijft de fosfaatafvoer suboptimaal. In het onderzoeksgebied is de kwaliteit van de zode beoordeeld, en de resultaten zijn weergegeven in tabel 3.2 en in de bijlage. Op de onderzochte percelen is de zode van matige tot slechte kwaliteit. Voor uitmijnen ‘op volle kracht’ wordt dan ook herinzaai geadviseerd. Indien er voor gekozen wordt niet opnieuw in te zaaien, wordt afgeraden de geadviseerde stikstof en kalibemesting toe te passen. Dit zou tot verliezen (uitspoeling en/of afspoeling) van meststoffen leiden en is ongewenst. Kies dan voor maaien en afvoeren (eventueel twee keer per jaar).

De P-afvoer door middel van het uitmijnen van grasland zonder klaver kan net zo groot zijn als de P-afvoer bij uitmijnen door middel van een gras-klaver mengsel. Het enige verschil is dat er (jaarlijks) stikstofbemesting nodig is wanneer de klaver in de zode ontbreekt. Dit brengt extra kosten met zich mee. Op basis van de te verwachten mineralisatie van stikstof in de zode is er een stikstofbemestingsadvies opgesteld (tabel 3.2). Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen beheer met een uitgestelde maaidatum en beheer waarbij de eerste snede vroeg kan worden gemaaid.

De N-bemesting is omlaag gecorrigeerd van de werkelijk wenselijke bemesting voor een maximale opbrengst als gevolg van wettelijke normen voor maximale N-bemestingsniveaus. Er is een verschillende norm voor zandgrond (maximaal 250 kg N per ha per jaar), voor veen (maximaal 265 kg N per ha per jaar) en voor kleigrond (maximaal 345 kg N per ha per jaar). Hierbij is niet de door ons aangetroffen grondsoort leidend, maar de grondsoort die op de verschillende locaties bij Dienst Regelingen geregistreerd staat. Dit is door het Louis Bolk Instituut opgezocht. De locaties

in het onderzoeksgebied vallen binnen de stikstofgebruiksnorm van 250 kg N per hectare (zandgrond), met uitzondering van het perceel met locatie 8 dat in de boeken staat als veengrond.

Ook voor uitmijnen met een productieve graszode hebben een aantal van de onderzochte locaties een te lage pH. Het gaat om locaties 1, 2, 4, 5, 6, 7, 11, en 14. Hiervoor is een bekalkingsadvies opgesteld (tabel 3.2) op basis van de pH-CaCl₂ en de bodemorganische stof (zie streef-pH's in het bijschrift van tabel 3.2). Het K-bemestingsadvies is hetzelfde als bij een grasklaver teelt: op alle locaties een bemesting van minimaal 240 kg K₂O per ha per jaar, te weten 100 kg voor de eerst snede, 80 kg voor 2e snede en 60 kg voor derde en latere sneden. De P-afvoer kan verhoogd worden door frequenter te maaien (meer snedes, maar hogere kosten voor de beheerder/pachter).

Monitoring voor een optimale P-afvoer

Om het proces van uitmijnen te volgen en bij te sturen bij optredende problemen of kalitekorten (of stikstof) raden wij aan om in een gebied een aantal monitoringsplots aan te leggen. Dit zijn vaste meetlocaties/coördinaten waar de (meer)jaarlijkse de afname van bodemfosfaat, het kaligetal en de pH (en eventueel het stikstofleverend vermogen van de bodem bij uitmijnen van een grasland zonder klaver), de soortsaamenstelling, het klaveraandeel (en mogelijk de opbrengst en samenstelling van de biomassa) gevolgd worden. Metingen laten de veranderingen op een perceel zien, en maken het mogelijk maatregelen te nemen bij daling van bijvoorbeeld het K-getal of insluip van ongewenste of giftige plantensoorten. Voor meer informatie of begeleiding van het uitmijnproces kan contact worden opgenomen met het Louis Bolk Instituut.

4. Literatuur

Bekker, R.M., G.L. Verweij, R.E.N. Smith, R. Reine, J.P. Bakker & S. Schneider (1997). Soil seed banks in european grasslands: does land use affect regeneration perspectives? *Journal of Applied Ecology* 34: 1293-1310.

Chardon, W.J. (2008). Uitmijnen of afgraven van voormalige landbouwgronden ten behoeve van natuurontwikkeling. Een studie in het kader van 'Bodemdiensten'. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1683. 25 blz; 43 ref.

Eekeren, N. van & F. Smeding (2006). Praktijkhandleiding evenwichtige verschraving van natuurgronden door uitmijnen van fosfaat met grasklaver en kalibemesting. Overlegplatform De Duineboeren & Louis Bolk Instituut.

Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs (2009). Biodiversity, Vegetation gradients and key geochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.

Klimkowska, A., Van Diggelen, R., Bakker, J. P. and Grootjans, A. P. (2007). Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biol. Conserv.* 140: 318-328.

Lamers, L., E. Lucassen, F. Smolders & J. Roelofs (2005). Fosfaat als adder onder gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H₂O* 38(17): 28-30.

Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M.J. Weijters, R. Bobbink, H. Tomassen & A.J.P. Smolders (2013). Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114: 120-126.

Mullekom, M. van, F. Smolders, E. Brouwer, W. Geraedts & J. Roelofs (2009). Herstel van schraalgraslanden in het Hierdense beekdal. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 6: 2-7.

Sival, F.P. & W.J. Chardon (2004). Natuurontwikkeling op fosfaatverzadigde gronden: fosfaatonttrekking door een gewas. Rapport 1090, Alterra Wageningen.

Smolders, A., E. Lucassen, M. van Mullekom, H. Tomassen & E. Brouwer (2009). Ontgronden als maatregel voor natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110: 33-38.

Smolders A.J.P., Lamers L.P.M., Lucassen E.C.H.E.T., Van der Velde G. & Roelofs J.G.M. (2006a). Internal eutrophication: 'How it works and what to do about it', a review. *Chemistry and Ecology* 22: 93-111.

Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs (2006b). De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 3(4): 5-11.

Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen & J.G.M. Roelofs (2003). Waterpeilregulatie in broekbossen: bron van aanhoudende zorg. *H₂O* 36 (24), 17-19.

Timmermans & Van Eekeren (2012). Uitmijnen: het bodemfosfaatgehalte verlagen met grasklaver en kalibemesting. *Vakblad Natuur Bos & Landschap* 1: 12-15.

Bijlage. Foto's van de monsterlocaties





4



5



6



7



8



9

10



11



12





13



14



15