



# Monitoring van effecten van evenwichts- bemesting op de grondwaterkwaliteit van het Natura 2000-gebied Boetelerveld

A.T. Kuiters, A. Corporaal, M.J. Weijters & R. Bobbink



---

# Monitoring van effecten van evenwichts- bemesting op de grondwaterkwaliteit van het Natura 2000-gebied Boetelerveld

A.T. Kuiters<sup>1</sup>, A. Corporaal<sup>1,2</sup>, M.J. Weijters<sup>3</sup> & R. Bobbink<sup>3</sup>

1 Wageningen Environmental Research (Alterra)

2 Brandhof, Natuur en Platteland

3 Onderzoekcentrum B-WARE B.V.

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research (Alterra), Brandhof Natuur en Platteland en Onderzoekcentrum B-WARE in opdracht van de provincie Overijssel (projectnummer 5240692.01).

Wageningen Environmental Research

Wageningen, december 2016

---

Rapport 2772  
ISSN 1566-7197


---

Kuiters, A.T., A. Corporaal, M.J. Weijters & R. Bobbink, 2016. *Monitoring van effecten van evenwichts-bemesting op de grondwaterkwaliteit van het Natura 2000-gebied Boetelerveld*. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 2772. 72 blz.; 18 fig.; 14 tab.; 13 ref.

In het kader van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) worden in en rondom het Natura 2000-gebied Boetelerveld maatregelen genomen om de effecten van een overmaat aan stikstof te mitigeren. Daarnaast vinden brongerichte maatregelen plaats. Een van de maatregelen is evenwichtsbemesting. Gedurende twee jaar is gekeken naar de uitspoeling van nutriënten in enkele agrarische percelen grenzend aan de oostzijde van het gebied, waar in 2014 is gestart met evenwichtsbemesting. Daarbij is gekeken naar de chemische samenstelling van het grondwater (150-200 cm) en naar veranderingen in de chemische samenstelling van het bodemwater onder de bewortelingszone (50 cm) van percelen met reguliere bemesting en van percelen waar evenwichtsbemesting is toegepast. Daarmee kan een beeld worden gekregen van wat op de langere termijn het effect van evenwichtsbemesting zal zijn op de kwaliteit van het grondwater (150-200 cm). Ook is gekeken naar de huidige kwaliteit van de habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen en is een vergelijking gemaakt met de situatie in 2004.

Trefwoorden: evenwichtsbemesting, Natura 2000, PAS, instandhoudingsdoelen, habitattypen

Dit rapport is gratis te downloaden van <http://dx.doi.org/10.18174/400924> of op [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research) (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

 2016 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl), [www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research). Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research Rapport 2772 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Loek Kuiters

---

# Inhoud

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
|          | <b>Woord vooraf</b>  | <b>5</b>  |
|          | <b>Samenvatting</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>   | <b>11</b> |
|          | 1.1 Beknopte gebiedsbeschrijving   | 11        |
|          | 1.2 Probleemstelling   | 13        |
|          | 1.3 Evenwichtsbemesting  | 14        |
|          | 1.4 Programma Aanpak Stikstof (PAS)  | 14        |
|          | 1.5 Projectdoelstelling  | 16        |
| <b>2</b> | <b>Werkwijze</b>   | <b>17</b> |
|          | 2.1 Bodembalans van percelen grenzend aan het Boetelerveld                 | 17        |
|          | 2.2 Monitoring chemische samenstelling van grondwater, bodemwater en bodem | 18        |
|          | 2.2.1 Grondwaterchemie   | 18        |
|          | 2.2.2 Bodemwaterchemie   | 20        |
|          | 2.2.3 Bodemchemie  | 21        |
|          | 2.3 Vegetatiemonitoring Boetelerveld                                       | 22        |
| <b>3</b> | <b>Resultaten</b>  | <b>25</b> |
|          | 3.1 Grondwaterchemie   | 25        |
|          | 3.1.1 Algemeen beeld   | 25        |
|          | 3.1.2 Stikstof en fosfaat in het grondwater                                | 28        |
|          | 3.1.3 Sulfaat, natrium en chloride in het diepe grondwater                 | 29        |
|          | 3.1.4 Conclusies   | 31        |
|          | 3.2 Evenwichtsbemesting en bodemwaterchemie                                | 32        |
|          | 3.2.1 Stikstof en fosfor   | 32        |
|          | 3.2.2 Natrium, chloride, calcium en kalium                                 | 35        |
|          | 3.2.3 Conclusies   | 35        |
|          | 3.3 Evenwichtsbemesting en bodemchemie                                     | 36        |
|          | 3.3.1 Fosfor   | 38        |
|          | 3.3.2 Stikstof   | 39        |
|          | 3.3.3 Aluminium, ijzer en calcium  | 40        |
|          | 3.3.4 Conclusies bodemchemie   | 40        |
|          | 3.4 Vegetatiemonitoring  | 41        |
|          | 3.4.1 Zwakgebufferde vennen (H3130)  | 42        |
|          | 3.4.2 Vochtige heiden (H4010A)   | 43        |
|          | 3.4.3 Jeneverbesstruwelen (H5130)  | 44        |
|          | 3.4.4 Heischrale graslanden (H6230)  | 46        |
|          | 3.4.5 Blauwgraslanden (H6410)  | 47        |
|          | 3.4.6 Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150)                           | 49        |
|          | 3.4.7 Conclusies   | 50        |
| <b>4</b> | <b>Conclusies en aanbevelingen</b>   | <b>51</b> |
|          | <b>Literatuur</b>  | <b>54</b> |

---

|                  |   |           |
|------------------|---|-----------|
| <b>Bijlage 1</b> | <b>Grondwaterstanden (m+NAP; gemiddelden en range) in het Boetelerveld en in de bufferzone rondom het gebied in de periode 2013-2015 (Bron: WDOD)</b> | <b>55</b> |
| <b>Bijlage 2</b> | <b>Boorprofielen en GPS-locaties</b>  | <b>57</b> |
| <b>Bijlage 3</b> | <b>Gegevens grondwaterchemie 'diepe' peilbuizen</b>   | <b>59</b> |
| <b>Bijlage 4</b> | <b>Gegevens 'ondiepe' peilbuizen</b>  | <b>61</b> |
| <b>Bijlage 5</b> | <b>Resultaten bodemvochtmetingen</b>  | <b>62</b> |
| <b>Bijlage 6</b> | <b>Effecten evenwichtsbemesting op het bodemvocht</b>   | <b>64</b> |
| <b>Bijlage 7</b> | <b>Typische soorten habitattypen</b>  | <b>69</b> |
| <b>Bijlage 8</b> | <b>Voorstel vervolg monitoring effecten van evenwichtsbemesting op de grondwaterkwaliteit in het Boetelerveld</b>                                     | <b>71</b> |

---

# Woord vooraf

Het onderzoek naar evenwichtsbemesting op percelen grenzend aan het Natura 2000-gebied Boetelerveld is ondersteund door een begeleidingsgroep waarin zitting hadden: Reinder Siebinga, Fenneke van der Vegte, Mieke Versprille (Provincie Overijssel), Frank Fokkema (Waterschap Drents Overijsselse Delta), André de Bonte, Martien Knigge (Landschap Overijssel), Vincent Breen (Gemeente Raalte), Gerrit Tuten (LTO Noord, afdeling Salland), Rudie Freriks (LTO Noord, afdeling Salland) en Gerko Hopster (Projectbureau Pratensis).





---

# Samenvatting

## *Aanleiding en doelstelling van het onderzoek*

Het Boetelerveld in de Provincie Overijssel is in 2004 aangemeld als Natura 2000-gebied op grond van zes habitattypen en het voorkomen van Kamsalamander en Drijvende waterweegbree. Het betreft habitattypen en soorten die kwetsbaar zijn en gevoelig voor een overmaat aan stikstof. In het kader van het Programma Aanpak Stikstof (PAS) worden in het Boetelerveld maatregelen genomen om de effecten van een overmaat aan stikstof te mitigeren, evenals brongerichte maatregelen. In de gebiedsanalyse van het Boetelerveld is als een van de knelpunten (K1) benoemd de ontwatering van landbouwgronden buiten het Natura 2000-gebied. De meeste habitattypen in het gebied zijn afhankelijk van natte omstandigheden en worden in de huidige situatie blootgesteld aan verdroging. Om dit knelpunt op te lossen, zijn diverse interne en externe maatregelen voorgesteld, gericht op verbetering van de waterhuishouding. Een van de maatregelen om ontwatering aan te pakken, is maatregel M17 uit de gebiedsanalyse. Deze luidt: 'Verwerven percelen, dempen van drainagemiddelen dan wel verondiepen van kavelsloten tot 40 cm onder maaiveld, tevens eerder instellen zomerpeil volgens meteorologisch gestuurde aanpak waterschap en starten met evenwichtsbemesting.' Op een perceel is sprake van evenwichtsbemesting indien het gewas op het perceel op jaarbasis net zoveel meststoffen krijgt toegediend als dat er met de oogst aan wordt onttrokken.

In 2013 is door betrokken gebiedspartijen besloten de effecten van evenwichtsbemesting in percelen grenzend aan de oostzijde van het Natura 2000-gebied op de grondwaterkwaliteit en de kwaliteit van de aanwezige habitattypen in het Boetelerveld te laten monitoren door een onafhankelijke partij. In 2014 is gestart met een monitoringsprogramma. Centraal in het onderzoek staat de vraag: draagt het toepassen van evenwichtsbemesting in percelen aan de oostzijde grenzend aan het Boetelerveld bij aan de realisatie van de Natura 2000-instandhoudingsdoelen?

## *Onderzoeksvragen*

De centrale onderzoeksvraag is vertaald in de volgende deelvragen:

- Is er sprake van een verhoogde nitraat- en/of fosfaatconcentratie meetbaar in het grondwater van het Boetelerveld, veroorzaakt door uitspoeling vanuit omliggende percelen?
- Is er een verschil in grondwaterkwaliteit en bodemvocht meetbaar tussen de percelen waar evenwichtsbemesting is toegepast en de percelen in regulier agrarisch beheer?
- Hoe verhoudt de huidige grondwaterkwaliteit (m.b.t. vermestende stoffen) in het Boetelerveld zich tot de gewenste grondwaterkwaliteit (abiotische randvoorwaarden) voor de habitattypen?
- Wat is de kwaliteit van de habitattypen in het Boetelerveld waarvoor instandhoudingsdoelen gelden en is deze gewijzigd ten opzichte van 2004 (het moment dat het gebied is aangemeld als Natura 2000-gebied)?

Dit rapport beschrijft de resultaten van twee jaar monitoring van de kwaliteit van het grondwater, bodem en bodemvocht, zowel aan de oostzijde van het Boetelerveld als in aangrenzende agrarische percelen. Tevens beschrijft het de resultaten van vegetatiemonitoring in het Boetelerveld, in het bijzonder de kwaliteit van kwalificerende habitattypen.

## *Bodembalansen in 2014 en 2015*

De bodembalansen voor stikstof en fosfaat in 2014 en 2015, opgesteld door het Praktijknetwerk Evenwichtsbemesting Boetelerveld op agrarische percelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld, wezen uit dat gedurende deze meetperiode er voor fosfaat sprake was van evenwichtsbemesting. Voor stikstof gold dit alleen voor graslandpercelen in het eerste meetjaar (2014). In maïspcelen in 2014 en grasland- en maïspcelen in 2015 was sprake van een overschot van nitraat op de bodembalans en daarmee van uitspoeling van nitraat naar het grondwater. Op deze percelen was daarmee m.b.t. nitraat geen sprake van evenwicht in bemesting. Er zijn verder geen direct aanwijsbare maatregelen genomen om de uitspoeling van stikstof naar het grondwater te beperken, wel is bewuster omgegaan met het efficiënt benutten van de beschikbare nutriënten.

---

### *Invloed van aangrenzende landbouwpercelen op de grondwaterkwaliteit van het Boetelerveld*

Aan de hand van een twaalfstal peilbuizen zijn gedurende twee jaar metingen verricht aan de chemische samenstelling van het grondwater. Er is gemeten langs twee raaien (A en B, zie voor de ligging Figuur 3 op pagina 19), met in elke raai drie meetpunten in het oostelijk deel van het Boetelerveld en drie meetpunten in de aangrenzende agrarische percelen grenzend aan het Boetelerveld. De aanname daarbij was dat de grondwaterstroom loopt van zuidoost naar noordwest. Aangezien de meetperiode mogelijk te kort was om effecten in het grondwater te kunnen vaststellen, zijn er aanvullend ook metingen verricht aan de chemische samenstelling van het bodemwater onder de bouwvoor op ca. 50 cm diepte, ervan uitgaande dat de effecten daar mogelijk sneller zichtbaar zouden zijn.

Op basis van de chemie van het grondwater kon in de **huidige situatie met de huidige grondwaterpeilen** geen invloed van de aangrenzende landbouwgronden op de grondwaterkwaliteit aan de oostzijde van het Boetelerveld worden vastgesteld. Een uitzondering vormt locatie A4, ten oosten van het Grote Rietgat. Daar is sprake van (enige) antropogene invloed. Dit zou zowel kunnen wijzen op enige toestroom van grondwater uit de nabijgelegen agrarische zone alsook mogelijk het gevolg kunnen zijn van ingrijpende herstelwerkzaamheden die daar enige jaren geleden zijn uitgevoerd.

De samenstelling van het grondwater aan de oostzijde van het Boetelerveld (Stiff-diagrammen) laat zien dat het Boetelerveld daar een inzigggebied is met een sterk door neerslag bepaalde grondwaterchemie. Dit betekent dat er in de huidige situatie geen door landbouw beïnvloed grondwater tot in deze zone van het Boetelerveld doordringt, afgezien van mogelijke incidentele situaties zoals mogelijk het geval is op locatie A4. In de landbouwpercelen is er sprake van licht tot matig gebufferd kwelwater, de landbouwpercelen zijn daarmee kwelvoed.

In de loop van de monitoringsperiode van twee jaar werden er lagere nitraat- en kaliumconcentraties in het bodemvocht onder de wortelzone (50 cm onder maaiveld) gemeten t.o.v. de eerste meting in januari 2014. In raai B was dit effect minder zichtbaar. Hetzelfde beeld van lagere nitraat- en kaliumconcentraties is zichtbaar bij de percelen gericht op evenwichtsbemesting t.o.v. reguliere percelen. Voor ammonium en fosfaat waren er geen significante effecten. Fosfaat is nauwelijks mobiel in de bodem en hoopt daarom sterk op in de bovengrond onder agrarisch gebruik. Dit betekent dat veranderingen in het bemestingsregime op korte termijn weinig effect zullen hebben op het fosfaatgehalte in het bodemvocht onder de wortelzone. Ook ammonium is weinig mobiel in de bodem omdat het bindt aan het adsorptiecomplex.

Binnen het korte tijdsbestek van twee jaar waren er geen significante veranderingen zichtbaar in de bodemchemie van de toplaag (0-10cm). De gemeten waarden (totaal-P, Olsen-P, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Al, Fe, Ca) waren "normaal" voor landbouwgronden en de verschillen tussen de percelen waren niet extreem. De nettoafvoer van fosfaat op percelen met evenwichtsbemesting was te gering om meetbare effecten te hebben op de totaalgehalten aan fosfaat in de bodem. De verschillen in nitraatgehalten tussen de meetjaren 2014 en 2015 werden voornamelijk veroorzaakt doordat de metingen plaatsvonden in een ander seizoen.

### *Huidige grondwaterkwaliteit in het Boetelerveld in vergelijking tot de gewenste grondwaterkwaliteit voor de habitattypen*

Doordat onder de huidige condities het Boetelerveld een inzigggebied is en er zeer weinig kationen en anionen in het grondwater aanwezig zijn, lijkt het grondwater wat chemische samenstelling betreft heel sterk op regenwater. Voorheen zorgde indringing van basenrijker grondwater in de wortelzone voor oplading van het adsorptiecomplex van de ondiepe bodem, waardoor de pH van de bodem zich in het calciumbuffertraject bleef bevinden. Daarvan lijkt tegenwoordig, in ieder geval aan de oostzijde van het gebied waar de metingen zijn verricht, geen sprake meer. Herstel van deze kwelinvloeden is van belang om een goede kwaliteit van de aanwezige habitattypen op lange termijn te garanderen.

---

### *Evenwichtsbemesting en de kwaliteit van Natura 2000-habitattypen*

De kwaliteit van de habitattypen in het gebied is beoordeeld op een drietal kwaliteitsaspecten: het voorkomen van typische soorten en karakteristieke vegetatietypen en op basis van kenmerken gerelateerd aan een goede structuur en functie, zoals beschreven in de betreffende habitatprofielen. De onderzoeksmiddelen waren te beperkt om ook abiotische kwaliteitskenmerken vast te stellen. Aangetroffen vegetatietypen en typische soorten kunnen overigens wel goed als indicator dienen voor de abiotische kwaliteit van habitattypen.

De kwaliteit van de meeste habitattypen (Vochtige heiden, Jeneverbesstruwelen, Heischrale graslanden, Blauwgraslanden, Zwakgebufferde vennen), afgemeten aan het voorkomen van typische soorten en karakteristieke vegetatietypen en op basis van kenmerken van een goede structuur en functie, is matig. Dit hangt vooral samen met het beperkte areaal van veel habitattypen en het ontbreken van veel typische soorten, wat mogelijk een gevolg is van verdroging, vermesting en verzuring. De actuele stikstofdepositie in het Boetelerveld bedraagt gemiddeld 1831 mol N/ha/jaar (25,6 kg N/ha/jaar). Dit is ruim boven de kritische depositiewaarde van alle aanwezige habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelen gelden. Alleen van het habitatype Pioniervegetaties met snavelbiezen is de kwaliteit goed. Er waren geen aanwijzingen dat de kwaliteit van de habitattypen afwijkend was ten opzichte van de situatie in 2004, toen de kwaliteit van de meeste habitattypen al matig was.

Er kon geen effect worden vastgesteld van het toepassen van evenwichtsbemesting in de percelen grenzend aan de oostzijde van het Boetelerveld op de kwaliteit van de kwalificerende habitattypen, aangezien in de huidige situatie met de huidige grondwaterpeilen er in het algemeen geen invloed is vastgesteld van de aangrenzende landbouwgronden op de grondwaterkwaliteit aan de oostzijde van het Boetelerveld.

### *Zal evenwichtsbemesting in de nabije toekomst bijdragen aan de gewenste kwaliteit van habitattypen in het Boetelerveld?*

De kwaliteit van habitattypen in het Boetelerveld zal kunnen verbeteren indien als gevolg van hydrologische maatregelen kwelstromen naar het Boetelerveld kunnen worden hersteld. Dan kan weer de gewenste buffering optreden van het grondwater die nu ontbreekt en die de afgelopen periode heeft geleid tot verzuring van de bodem. Het kan er tevens toe leiden dat ondiep grondwater van omliggende agrarische percelen aan de oostzijde weer toestroomt naar het Boetelerveld. In die situatie zal een beperking van de uitspoeling van met name nitraat naar het grondwater als gevolg van evenwichtsbemesting kunnen bijdragen aan een betere kwaliteit van het grondwater onder het Boetelerveld. Echter, vernatting draagt tegelijkertijd het risico met zich mee van mobilisatie van fosfaat met een mogelijk negatieve invloed op de aanwezige habitattypen.

### *Aanbevelingen*

Om de effecten van evenwichtsbemesting goed te kunnen vaststellen is de meetperiode van twee jaar (inclusief nulmeting) te kort gebleken. Er zijn aanwijzingen dat er positieve effecten zijn van evenwichtsbemesting op met name de uitspoeling van nitraat en kalium, maar het zijn vooralsnog niet meer dan indicaties. Voortzetting van de monitoring van het grondwater in percelen met evenwichtsbemesting met nog eens vier jaar, met bij voorkeur een (beperkte) uitbreiding van het aantal meetlocaties, zal tot meer inzicht leiden in de effectiviteit van evenwichtsbemesting op de kwaliteit van het grondwater. Een voorstel voor vervolg van de monitoring is, in het geval de proef met evenwichtsbemesting wordt voortgezet, bijgevoegd in de bijlagen (Bijlage 8). Ook ingeval er de komende jaren antiverdrogingsmaatregelen worden genomen waardoor de hydrologische relatie tussen het Boetelerveld en de omliggende agrarische gronden zal wijzigen, is monitoring van grondwaterkwaliteit van belang om de mogelijke effecten op de kwaliteit van habitattypen en -soorten al in een vroeg stadium te kunnen vaststellen.

Indien bij het nemen van hydrologische maatregelen de inziging op termijn kan worden gewijzigd naar een situatie met lokale toestroming/kwel, ontstaat er een nieuwe situatie waarbij de grondwaterkwaliteit van het Boetelerveld weer onder invloed komt van het omliggende agrarische gebied. Daarbij moet rekening gehouden worden met het mogelijk optreden van fosfaatmobilisatie en de mogelijk negatieve effecten daarvan op de kwaliteit van habitattypen en andere natuurwaarden in het Boetelerveld. Om het risico op fosfaatmobilisatie in te kunnen schatten, wordt aanbevolen om op de betreffende percelen de fosfaattoestand/fosfaatverzadigingsgraad te bepalen.

---

Vanwege de overschrijding van de kritische depositiewaarde voor stikstof van alle habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen in het kader van Natura 2000, is het evident dat de realisatie van de instandhoudingsdoelen gebaat is bij een (sterke) vermindering van de input van stikstof via de lucht. Gies et al. (2009) hebben aangetoond dat voor Natura 2000-gebieden in de provincie Overijssel geldt dat gemiddeld 35% van de N-depositie wordt veroorzaakt door landbouwemissies binnen de 10 km-zone rondom deze gebieden. Weliswaar laat dit zien dat het zinvol is te streven naar lagere emissies door het nemen van lokale maatregelen, maar het geeft tegelijk de beperkingen aan van de effectiviteit van maatregelen in de naaste omgeving.

---

# 1 Inleiding

Het Boetelerveld in de provincie Overijssel is in 2004 aangemeld als Natura 2000-gebied op grond van zes habitattypen en het voorkomen van Kamsalamander en Drijvende waterweegbree. Het betreft habitattypen en soorten die kwetsbaar zijn en gevoelig voor een overmaat aan stikstof. Daarom vindt de opdrachtgever, Provincie Overijssel, in nauw overleg met Landschap Overijssel, LTO Noord en het Waterschap Drents Overijsselse Delta, dat helder in beeld moet worden gebracht hoe de relatie is tussen de natuurkwaliteit van het gebied en het landbouwkundig gebruik in de omgeving. In 2013 is door betrokken gebiedspartijen afgesproken dat een wetenschappelijk instituut (Alterra, Wageningen UR) gaat monitoren welke effecten van evenwichtsbemesting in percelen grenzend aan de oostzijde van het Boetelerveld op grondwaterkwaliteit en de instandhoudingsdoelen optreden. Najaar 2013 zijn de metingen gestart en de eerste monitoringsronde liep tot en met het voorjaar 2016. Op basis van de resultaten is een oordeel gegeven over de kwaliteit van de kwalificerende habitattypen. De betrokken partijen hebben zich vooraf gecommitteerd aan het oordeel. Bij aanvang is geconstateerd dat de meetperiode voor de te meten effecten mogelijk te kort is om betrouwbare conclusies te kunnen trekken. In dat geval kan worden besloten de duur van het monitoringsonderzoek met vier jaar te verlengen.

## 1.1 Beknopte gebiedsbeschrijving

Het Boetelerveld ligt ten zuidoosten van Raalte en ten westen van de Sallandse Heuvelrug (provincie Overijssel). Het is een uitgestrekt nat heideterrein. Het is aangewezen als Natura 2000-gebied vanwege het uitgebreid voorkomen van het habitatype Vochtige heiden (H4010A). Daarnaast bevinden zich in het reservaat de habitattypen Jeneverbesstruwelen (H5130), Heischrale graslanden (H6230), Blauwgraslanden (H6410), Zwakgebufferde vennen (H3130) en Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150) (Figuur 2) (Schaminée & Janssen, 2009).

Het terrein ligt in het vlakke dekzandgebied van Salland waar vooral ouder dekzand is afgezet, dat een relatief lemig karakter heeft. De leem beïnvloedt, samen met het ijzeroer dat zich plaatselijk in de ondergrond bevindt, het gebied op twee manieren. Er treden sterke wisselingen op in bodemvochtigheid (inundaties in de winter en uitdroging in de zomer) en de basenvoorziening is beter dan in leemloze terreindelen. Het Boetelerveld stond destijds op de nominatie om te worden ontgonnen. In het gebied zijn daarom lange rechte dijkjes en greppels te vinden. Een deel van de natte heide is bebost geraakt met dennen, zodat nu een afwisseling bestaat van grote en kleinere heidevelden en bos. De rand van het gebied is helemaal bebost. Vanwege de grootschalige landbouwverkeveling in de naaste omgeving en de daarbij toegepaste ontwatering heeft het gebied te lijden van verdroging. Cruciaal voor behoud en ontwikkeling van de bijzondere natuurwaarden is herstel van de hydrologische situatie (Schaminée & Janssen, 2009).

Een groot deel van het gebied wordt ingenomen door soortenarm grove dennenbos met in de ondergroei veel Pijpenstrootje, maar er groeien ook bedreigde paddenstoelen als Vaalrode melkzwam (*Lactarius semisanguinifluus*) en Vergelende russula (*Russula puellaris*). Verspreid in deze bossen staat een aantal jeneverbessen (*Juniperus communis*). Ze vormen een relict van de heidevegetatie die hier vroeger het beeld bepaalde. Aan de randen van het gebied komt pleksgewijs jong eikenbos voor. Hier is de Eikenpage (*Quercusia quercus*) waargenomen. Het bosgedeelte van het gebied is rijk aan spechten (Schaminée & Janssen, 2009).

In het Kleine Turfgat, een venachtige laagte die minder dan een halve hectare groot is, bevindt zich orchideeënrijk Blauwgrasland (H6410). Langs de rand van de laagte groeit Jeneverbes, samen met een aantal bramensoorten (o.a. Gedraaide stokbraam, *Rubus vigorosus*) en Hondсроos (*Rosa canina*). Deze groeiplaats behoort tot het *Roso-Juniperetum* (H5130). Via een nat heischraal grasland (H6230) gaat de begroeiing geleidelijk over in Vochtige heiden (H4010A) (Schaminée & Janssen, 2009).

---

In het oostelijke deel van het reservaat ligt een smalle zone met beekerdgrond. Hier bevindt zich een voormalig graslandperceel en kleine bosjes met Zwarte els (*Alnus glutinosa*). Ten oosten hiervan ligt het Grote Rietgat, een zwakgebufferd ven met een overgang naar een elzenbroekbos. Rond 2000 is het Grote Rietgat geschoond, is voedselrijk slib afgevoerd, is de hoog opgaande rietvegetatie verwijderd en is spontane opslag van zwarte elzen en wilgen op rabatten afgezet. De oeverzone is vrijgemaakt van wilgenstruweel en tevens geplagd, met als resultaat dat verschillende soorten van het verbond *Hydrocotylo-Baldellion* (H3130) zijn verschenen (Schaminée & Janssen, 2009). Elzen en wilgen hebben zich vervolgens weer snel ontwikkeld op de rabatten en op de oevers van het ven. Onder invloed van nalevering van voedingsstoffen uit de bodem ontwikkelen ruigtesoorten als Grote lisdodde (*Typha latifolia*) en Riet (*Phragmites australis*) zich snel, waardoor het ven weer snel dichtgroeit. De input van voedingsstoffen is mede het gevolg van bladinvall van elzen en wilgen (Provincie Overijssel, 2015).

### **Hydrologische condities**

De meeste habitattypen in het Boetelerveld zijn afhankelijk van langdurig natte omstandigheden. Hoge grondwaterstanden en toestroming van basenrijke omstandigheden waarborgen de voedselarme omstandigheden waarvan het merendeel van de aanwezige habitattypen afhankelijk is. Voor de realisatie van de instandhoudingsdoelen vormen de hydrologie en atmosferische depositie knelpunten. Deze komen tot uiting in te lage grondwaterstanden door ontwatering binnen en buiten het Natura 2000-gebied, en opslag van bomen. Dit leidt tot afname van de kwaliteit van habitattypen. Op gebiedsniveau zijn daarom maatregelen nodig in de waterhuishouding. De maatregelen betreffen zowel interne als externe maatregelen, waarbij hydrologische maatregelen minimaal noodzakelijk zijn voor het waarborgen van de instandhoudingsdoelstellingen van de habitattypen. Daarnaast zorgen deze maatregelen in samenhang met beheer- en inrichtingsmaatregelen op habitattypenniveau voor een betere bescherming tegen hoge stikstofdepositie (Provincie Overijssel, 2015).

Het Boetelerveld behoort tot het gradiënttype "basenrijke afvoerloze laagten". Deze laagten danken hun basenrijkdom aan zeer lokale hydrologische processen of aan de interactie tussen deze lokale processen en het onderliggende basenrijke grondwater uit een groter grondwatersysteem (Jansen, 2010). De stromingsrichting van het regionale grondwater in het gebied is globaal van zuidoost naar noordwest. De stromingsrichting van het lokale grondwater staat min of meer loodrecht op de regionale grondwaterstroming (Jansen, 2010). In het bovenste deel van de ondergrond (70-150 cm onder maaiveld) komen vrijwel in het gehele gebied leemlagen voor, die de lokale grondwatersituatie en daarmee de lokale standplaatsfactoren voor de bijzondere vegetatie van het Boetelerveld sterk beïnvloeden. Terwijl jaargemiddeld inzijging van regenwater optreedt, zorgde voorheen dat relatief kortstondige indringing van basenrijker grondwater in de wortelzone toch voor oplading van het adsorptiecomplex van de ondiepe bodem, waardoor de pH van de bodem zich in het calciumbuffertraject bleef bevinden (Jansen, 2010). Daarvan lijkt tegenwoordig voor het merendeel van het gebied geen sprake meer. Voor een uitvoeriger beschrijving van de hydrologische condities wordt verwezen naar de gebiedsanalyse (Provincie Overijssel, 2015).

In het Boetelerveld staat een aantal peilbuizen waar dagelijks grondwaterstanden worden gemeten door het Waterschap Drents Overijsselse Delta. Ook in de bufferzone om het Boetelerveld worden op een aantal plekken sinds december 2014 grondwaterstandgegevens verzameld. Figuur 1 geeft een overzicht van de ligging van een aantal van deze peilbuizen. Meetgegevens over de periode van januari 2013 tot december 2015 staan weergegeven in Bijlage 1. De jaargemiddelden bevestigen het bekende beeld dat het grondwater afstroomt van zuidoost naar noordwest. Het gemiddelde verschil in peilhoogte tussen de zuidoostkant van het Boetelerveld en de noordwestkant bedraagt 1.35 m. De jaarlijkse peilfluctuatie (GHG-GLG) in het Boetelerveld bedraagt gemiddeld ruim 100 cm (meetperiode 2013-2015), waarbij de GHG in het Boetelerveld ca. 35 cm onder maaiveld ligt en de GLG op ca. 140 cm onder maaiveld. Het grondwater zakt in de loop van het groeiseizoen dus ver weg. Deze verdroging werkt mineralisatie van organische stof in de bovenste laag van het bodemprofiel in de hand. In de bufferzone bedraagt de GLG ca. 220 cm onder maaiveld en de GHG 60 cm.



**Figuur 1** Locaties in het Boetelerveld (groen) en in de bufferzone aan de noord- en oostzijde van het gebied (oranje) waar dagelijks grondwaterstandgegevens worden verzameld door het Waterschap Drents Overijsselse Delta.

### Vermesting en verzuring

Naast knelpunten in de hydrologie vormen vermisting en verzuring een belangrijk knelpunt. Er is al jaren sprake van een te hoge atmosferische depositie, die heeft geresulteerd in zowel vermisting als verzuring. De actuele depositie in het Boetelerveld bedraagt gemiddeld 1831 mol N/ha/jaar (Provincie Overijssel, 2015). Dit is ruim boven de kritische depositiewaarde van de meeste aanwezige habitattypen (Tabel 1). Verder is bodemverzuring opgetreden doordat als gevolg van verdroging lokale kwelstromen steeds minder in staat zijn om het adsorptiecomplex gedurende natte periodes op te laden met kationen (Jansen, 2010).

## 1.2 Probleemstelling

In het kader van het PAS (Programma Aanpak Stikstof) is voor het Boetelerveld op basis van een gebiedsanalyse een reeks maatregelen voorgesteld om de instandhoudingsdoelen voor dit Natura 2000-gebied te kunnen realiseren. De belangrijkste knelpunten zijn verdroging en vermisting. Verdroging heeft geleid tot een kortere periode met hoge standen en dieper wegzakkende zomergrondwaterstanden (lagere drainagebasis) of tot wegvallen of verminderen van kwel van lokaal grondwater. Door de verminderde invloed van baserijk grondwater treedt verzuring op (Jansen et al., 2010). Door daling van de zomergrondwaterstanden wordt de uitspoeling van basen versterkt, zowel in de laagte als in het intrekgebied van het lokale grondwater met Vochtige heiden. Dat heeft een vermindering van de buffercapaciteit en een verlaging van de pH in de wortelzone tot gevolg. Vermesting kan in principe zowel ontstaan door toestromend nutriëntrijk grond- en oppervlaktewater uit de omgeving als door te lage waterstanden. Te lage waterstanden, veelal een te lange periode met lage peilen in de zomer, leiden tot een versterkte mineralisatie van de organische stof waarbij veel voedingsstoffen beschikbaar komen in dit van nature voedselarme tot matig voedselrijke systeem.

In totaal zullen in de komende periode een negentiental korte- en langetermijnmaatregelen worden genomen (waarvan 10 PAS-gerelateerd) op gebieds- en habitatniveau. Deze maatregelen zijn met name gericht op het herstel van de hydrologie en het zo veel mogelijk voorkómen van een verhoogde toevoer

---

van nutriënten als gevolg van agrarische activiteiten in de omgeving van het gebied (Provincie Overijssel, 2015). Een van de maatregelen betreft het instellen van evenwichtsbemesting op agrarische percelen aan de oostzijde, direct grenzend aan het natuurgebied (Maatregel M17; Figuur 2).

## 1.3 Evenwichtsbemesting

Er is op een perceel sprake van evenwichtsbemesting indien het gewas op het perceel op jaarbasis net zoveel meststoffen krijgt toegediend als dat er met de oogst aan wordt onttrokken (Freriks & Van Schooten, 2016).

Het doel van deze maatregel is verrijking van het grondwater met nutriënten (vooral nitraat en fosfaat) via lokale grondwaterstromen zo veel mogelijk te beperken. Daarmee wordt beoogd een bijdrage te leveren aan de instandhouding van de kwetsbaarste habitattypen en -soorten in het gebied.

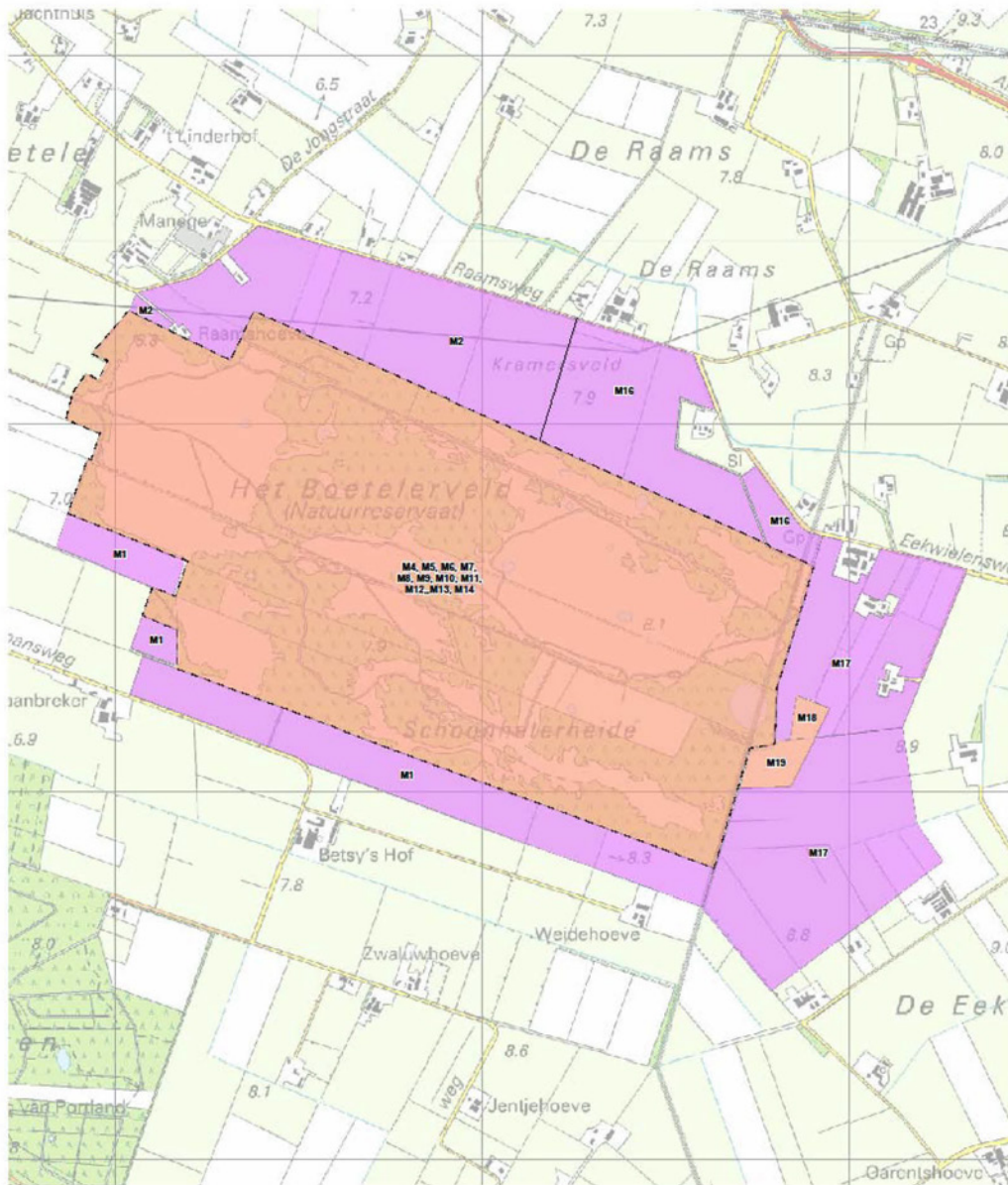
LTO Salland heeft in 2013 een praktijknetwerk opgezet om evenwichtsbemesting als maatregel uit te testen. Het netwerk bestaat uit betrokken boeren met agrarische gronden rond het Boetelerveld, evenals loonwerkers en voeradviseurs. Onder leiding van LTO Salland zijn in het praktijknetwerk de afgelopen jaren praktijkproeven opgezet met evenwichtsbemesting en is kennis en ervaring uitgewisseld tussen betrokken boeren. Er zijn bodembalansen opgesteld voor stikstof en fosfaat. De meetresultaten zijn door Wageningen Livestock Research geanalyseerd en de voorlopige resultaten van twee meetjaren (2014 en 2015) zijn beschreven in een tussenrapportage (Freriks & Van Schooten, 2016).

## 1.4 Programma Aanpak Stikstof (PAS)

In het kader van Natura 2000 is het gebied aangewezen voor een zestal habitattypen en een tweetal habitatsoorten (Tabel 1). In het kader van de PAS dienen de effecten van voorgestelde maatregelen te worden gemonitord. Ten behoeve van deze monitoring is door het ministerie van EZ een Monitoringsplan PAS opgesteld (EZ, 2013). Dit beschrijft op hoofdlijnen waar de monitoring van PAS-maatregelen aan moet voldoen. Men is verplicht om de volgende onderdelen te monitoren:

- a. daling van de stikstofdepositie: afwijkingen in autonome ontwikkeling van stikstofemissie en -depositie ten opzichte van het PAS-scenario dat uitgaat van vaststaand beleid plus voorgenomen PAS-maatregelen, 2,5% economische groei en vergund gebruik voor de sector landbouw;
- b. maatregelen: uitvoering van de maatregelen (inzicht in maatregelen die niet uitvoerbaar blijken te zijn, of de uitvoering blijft achter bij de planning; de uitvoering en het effect van herstelmaatregelen (maatregelen om het effect van stikstofdepositie te beperken of te mitigeren) en brongerichte maatregelen (maatregelen om stikstofemissies te beperken);
- c. natuur: omvang en kwaliteit van habitats en populatieomvang van soorten (monitoring van instandhoudingsdoelen); tijdige signalering van een dreigende verslechtering van stikstofgevoelige habitats en soorten ten opzichte van de nulsituatie; inzicht of de gestelde instandhoudingdoelen (binnen afzienbare termijn) bereikt zullen worden;
- d. ontwikkelingsruimte: toets van de hoeveelheid gebruikte ontwikkelingsruimte aan de gestelde grenswaarde.





**Figuur 2** Maatregelenkaart met PAS-gerelateerde maatregelen. M17 betreft het instellen van evenwichtsbemesting (Bron: Gebiedsanalyse; Provincie Overijssel, 2015).

Voor de juridische houdbaarheid van het PAS is het van belang dat een adequaat monitoringsysteem wordt opgezet, dat zodanige gegevens oplevert dat eventueel tijdig kan worden bijgesteld om verslechtering van de kwaliteit van stikstofgevoelige habitats en (leefgebieden van) soorten te voorkomen en ervoor zorg te dragen dat de realisatie van de instandhoudingsdoelstellingen niet in gevaar komt.

Het voorliggende monitoringsplan vormt een onderdeel van het monitoringsysteem dat in het kader van het PAS wordt opgezet. Het beperkt zich tot de monitoring van de effecten van een van de voorgestelde maatregelen uit de Gebiedsanalyse (provincie Overijssel, 2015): het instellen van

evenwichtsbemesting (maatregel M17) op een aantal percelen gelegen aan de oost- en zuidzijde, bovenstrooms van het Natura 2000-gebied.

**Tabel 1** Natura 2000-instandhoudingsdoelen voor het Boetelerveld met de kritische depositiewaarden voor stikstof voor de afzonderlijke habitattypen (Provincie Overijssel, 2015).

| Code   | Habitattypen                       | Hectares | Opp | Kwaliteit | KDW  |
|--------|------------------------------------|----------|-----|-----------|------|
| H3130  | Zwakgebufferde vennen              | 0.14     | =   | =         | 571  |
| H4010A | Vochtige heiden (HZ)               | 42.8     | >   | >         | 1214 |
| H5130  | Jeneverbesstruwelen                | <0.1     | =   | =         | 1071 |
| H6230  | *Heischrale graslanden             | 0.45     | =   | =         | 714  |
| H6410  | Blauwgraslanden                    | 0.17     | >   | =         | 1071 |
| H7150  | Pioniervegetaties met snavelbiezen | 7.6      | =   | =         | 1429 |
|        |                                    | 51.3     |     |           |      |

| Code  | Habitatsoorten          | Leefgebied | Populatie |
|-------|-------------------------|------------|-----------|
| H1166 | Kamsalamander           | =          | =         |
| H1831 | Drijvende waterweegbree | =          | =         |

= Behoudsdoelstelling; > Uitbreiding- of verbeterdoelstelling; \*Prioritair habitattypen

## 1.5 Projectdoelstelling

Doel van het onderzoek was antwoord te vinden op de vraag of het toepassen van evenwichtsbemesting in percelen direct grenzend aan de oost- en zuidzijde van het Boetelerveld kan bijdragen aan de realisatie van de Natura 2000-instandhoudingsdoelen voor het gebied.

De centrale onderzoeksvraag luidde: draagt het toepassen van evenwichtsbemesting in percelen aan de oostzijde grenzend aan het Boetelerveld bij aan de realisatie van de Natura 2000-instandhoudingsdoelen?

Dit is vertaald in de volgende deelvragen:

- Is er sprake van een verhoogde nitraat- en/of fosfaatconcentratie meetbaar in het grondwater van het Boetelerveld, veroorzaakt door uitspoeling vanuit omliggende percelen?
- Is er een verschil in grondwaterkwaliteit en bodemvocht meetbaar tussen de percelen waar evenwichtsbemesting is toegepast en de percelen in regulier agrarisch beheer?
- Hoe verhoudt de huidige grondwaterkwaliteit (m.b.t. vermestende stoffen) in het Boetelerveld zich tot de gewenste grondwaterkwaliteit (abiotische randvoorwaarden) voor de habitattypen?
- Wat is de kwaliteit van de habitattypen in het Boetelerveld waarvoor instandhoudingsdoelen gelden en is deze gewijzigd ten opzichte van 2004 (het moment dat het gebied is aangemeld als Natura 2000-gebied)?

Vooruitlopend op de PAS-monitoring die voor het Boetelerveld is gestart na inwerkingtreding van de PAS, heeft de Provincie in samenspraak met betrokken partijen Alterra gevraagd een Plan van Aanpak op te stellen voor de monitoring van een van de maatregelen uit het PAS-pakket, te weten het instellen van evenwichtsbemesting op een deel van percelen, grenzend aan de oost- en zuidzijde van het Boetelerveld (maatregel M17).

De eerste beheerplanperiode bestrijkt een periode van zes jaar. De monitoring van de effecten van het instellen van evenwichtsbemesting is uitgevoerd gedurende een periode van circa twee jaar. Er is afgesproken dat na twee jaar een tussentijdse evaluatie zal plaatsvinden. Mocht de meetperiode te kort zijn om betrouwbare conclusies te kunnen trekken, dan kan worden besloten de monitoring nog vier jaar voort te zetten.

## 2 Werkwijze

Het monitoringsprogramma bestond uit de volgende onderdelen:

- monitoring chemische samenstelling van het grondwater onder het Boetelerveld en onder enkele agrarische percelen grenzend aan de oostzijde van het Boetelerveld;
- monitoring van chemische samenstelling bodemvocht onder enkele agrarische percelen met evenwichtsbemesting en percelen met reguliere bemesting;
- monitoring bodemchemie van percelen met evenwichtsbemesting en met reguliere bemesting;
- vegetatiemonitoring in het Boetelerveld.

Tevens is gebruikgemaakt van bodembalansen voor de percelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld, zoals opgesteld in 2014 en 2015 door het Praktijknetwerk Evenwichtsbemesting (Freriks & Van Schooten, 2016) en van grondwaterpeilgegevens van het Waterschap Drents Overijsselse Delta (periode 2013-2015).

### 2.1 Bodembalans van percelen grenzend aan het Boetelerveld

De agrarische percelen grenzend aan de oostzijde van Boetelerveld bestonden in 2014 en 2015 ten tijde van de praktijkproeven en metingen grotendeels uit grasland. Op enkele percelen werd maïs verbouwd (zie Freriks & Van Schooten (2016) voor de precieze ligging van de grasland- en maïspcelen in de evenwichtsbemestingszone).

In het rapport van Freriks & Van Schooten (2016) staan de stikstof- en fosfaatoverschotten weergegeven van de percelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld. Aanvoer van stikstof en fosfaat via meststoffen en afvoer via geoogst gewas zijn voor de betreffende percelen verwerkt in een bodembalans, zowel in 2014 als in 2015 (gegevens over 2016 waren ten tijde van deze rapportage nog niet beschikbaar).

In 2014, bij de start van de praktijkproeven, is in eerste instantie uitgegaan van reguliere bemesting, zoals toegestaan binnen de huidige mestwetgeving. In 2014 waren er door bijzonder gunstige weersomstandigheden hoge grasopbrengsten. Als gevolg daarvan was op deze graspercelen in 2014 een negatief bodemoverschot voor zowel stikstof als fosfaat en was de facto sprake van evenwichtsbemesting. Voor de maïspcelen was er alleen voor fosfaat sprake van een evenwicht. Voor nitraat was er een overschot (65 kg/ha; Tabel 2).

In 2015 was de situatie anders dan het jaar daarvoor met gemiddeld lagere gewasopbrengsten: zowel in de grasland- als maïspcelen was er bijgevolg een bodemoverschot van vooral stikstof (resp. 35 en 49 kg/ha; Tabel 2), vooral als gevolg van een lagere afvoer via het geoogste gewas. In dat jaar was alleen voor fosfaat sprake van een min of meer evenwicht tussen aanvoer en afvoer.

**Tabel 2** Stikstof- en fosfaatbalans (kg/ha) in de grasland en maïspcelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld (bron: Freriks & Van Schooten, 2016).

|                  | 2014     |         | 2015     |         |
|------------------|----------|---------|----------|---------|
|                  | stikstof | fosfaat | stikstof | fosfaat |
| Graslandpercelen | -8       | -53     | 35       | -29     |
| Maïspcelen       | 65       | 1       | 49       | 5       |

## 2.2 Monitoring chemische samenstelling van grondwater, bodemwater en bodem

De invloed van het toepassen van evenwichtsbemesting in percelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld op de chemische samenstelling van het grondwater is gedurende een periode van twee jaar gemonitord. Er zijn chemische analyses uitgevoerd van het grondwater aan de oostzijde van het Boetelerveld, en van het grondwater en bodemwater onder de wortelzone in enkele aangrenzende agrarische percelen. De meetperiode liep ruim twee jaar van 25 november 2013 tot 27 januari 2016. Het bemonsteringsschema staat schematisch weergegeven in Tabel 3.

**Tabel 3** Bemonsteringsmomenten van grondwater, bodemwater onder de wortelzone en bodemchemie.

|                     | 2013  |       | 2014  |       |       | 2015  |       | 2016  |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 25nov | 16dec | 16jan | 15apr | 20okt | 15feb | 14dec | 27jan |
| Diepe peilbuizen    | x     | x     | x     | x     | x     | x     | x     |       |
| Ondiepe peilbuizen* |       | x     |       |       |       |       | x     |       |
| Bodemvocht          |       |       | x     | x     | x     | x     | x     | x     |
| Bodemchemie         |       |       | x     |       |       |       |       | x     |

\*niet gebruikt voor de analyses

### 2.2.1 Grondwaterchemie

#### *Locatie peilbuizen*

Op 25 november 2013 zijn, na overleg met betrokken partijen, twee raaien (A en B) aangelegd met daarin elk zes monsterlocaties. In elke raai zijn drie meetpunten gekozen in het Boetelerveld en drie meetpunten in het aangrenzende agrarische gebied, waarvan twee locaties in de agrarische percelen met evenwichtsbemesting en één locatie met reguliere bemesting (Figuur 3). Per locatie zijn twee grondwaterstandbuizen geplaatst: één grondwaterstandbuis met een filterdiepte van 150-200 cm beneden maaiveld en één grondwaterstandbuis met een filterdiepte van 30-80 cm beneden maaiveld (Figuur 4). In Bijlage 2 zijn de coördinaten van de monsterpunten en de profielbeschrijvingen op elk van deze locaties opgenomen. Er is gemeten op twee dieptes om een beeld te krijgen van de chemische samenstelling van lokaal grondwater en van grondwater dat onderdeel uitmaakt van de diepere regionale grondwaterstroming (Jansen, 2010). De maaiveldhoogte van de locaties van de peilbuizen in het Boetelerveld bedroeg 8.1-8.2 m +NAP voor raai A en 8.0-8.7 m +NAP voor raai B. Voor de agrarische percelen lag de maaiveldhoogte ter plekke van de peilbuizen tussen 8.5-8.8 m +NAP (raai A) en 8.6-8.9 m +NAP (raai B)<sup>1</sup>.

#### *Tijdstip en frequentie van de metingen*

Uit de grondwaterstandbuizen is water verzameld voor analyse van de chemische samenstelling van het water. In 2014 en 2015 zijn op vijf momenten de geïnstalleerde grondwaterstandbuizen bemonsterd (januari, april, oktober 2014 en februari en december 2015; Tabel 3). In de ondiepe grondwaterstandbuizen bleek geregeld, zeker in de wat droge periodes, onvoldoende water aanwezig om een betrouwbare bemonstering te kunnen uitvoeren. Daarom zijn de gegevens van de ondiepe peilbuizen niet gebruikt in de analyse, maar is gebruikgemaakt van keramische cups om bodemvocht te verzamelen (paragraaf 2.1.2). De verzamelde gegevens uit het ondiepe grondwater zijn weergegeven in Bijlage 4.

In mei 2014 is het oorspronkelijke punt B3 in overleg verplaatst naar zijn huidige locatie. Deze nieuwe locatie ligt vlak bij de oorspronkelijke locatie waardoor de meetgegevens van de eerste locatie nog redelijk bruikbaar zijn.

<sup>1</sup> Hoogtes zijn een indicatie afgeleid van AHN2 en niet exact gemeten met RTK-DGPS.



**Figuur 3** De monsterlocaties voor de grondwaterstandbuizen zijn weergegeven met een letter (behorende bij de letter van de raai) en een cijfer (van oost naar west). In totaal zijn er 12 monsterlocaties voor grondwater. Op elke locatie is grondwater verzameld op 150-200 cm en, indien mogelijk, op 30-80 cm diepte beneden maaiveld.

#### Chemische analyses

De pH van het bodemvocht en het grondwater werd gemeten met een standaard Ag/AgCl<sub>2</sub>-elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (CO<sub>2</sub> en HCO<sub>3</sub>) werd bepaald met behulp van infrarood gasanalyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit van het bodemvocht en het oppervlaktewater werd bepaald door een deel van het monster te titreren met verdund zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5). De monsters voor de Autoanalyser werden bewaard bij een temperatuur van -20°C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP werden aangezuurd voor analyse. De metingen van de ionen- en elementconcentraties zijn beschreven onder 'elementenanalyse'. De concentratie zwavel gemeten met de ICP is een goede maat voor de sulfaat (SO<sub>4</sub>) concentratie in het oppervlakte-, grondwater en bodemvocht.

#### Elementenanalyse (ICP en Autoanalyzers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) in grondwater en bodemvocht werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL). De concentraties nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van resp. salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride (Cl<sup>-</sup>) en fosfaat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Technicon auto-analyzer III systeem met behulp van resp. mercuritiocyanide, en ammoniummolybdaat en ascorbinezuur. Natrium (Na<sup>+</sup>) en kalium (K<sup>+</sup>) werden vlamfotometrisch bepaald met een Technicon Flame Photometer IV Control.

De gegevens zijn o.a. verwerkt tot Stiff-diagrammen. Statistische analyses zijn uitgevoerd met behulp van SPSS 21 (*mixed model analysis*).



**Figuur 4** Links: schutbuis in het Boetelerveld met daarin twee grondwaterstandbuizen. Rechts: grondwaterstandput in perceel ten oosten van het Boetelerveld met daarin twee grondwaterstandbuizen en bodemvochtmonsternemer.

### 2.2.2 Bodemwaterchemie

De verwachting was dat het enige tijd zal duren voordat eventuele effecten van het instellen van evenwichtsbemesting meetbaar zullen zijn in het grondwater dat het gebied aan de oostzijde instroomt. Om op korte termijn al een indicatie te hebben van de effectiviteit van de toegepaste evenwichtsbemesting, is bodemwater opgezogen in de agrarische graslandpercelen uit de bodemlaag juist onder de wortelzone.

Op 16 december 2013 zijn bodemvochtmonsternemers met keramische cup geïnstalleerd in de graspercelen aan de oostzijde van het Boetelerveld. De keramische cups zijn geplaatst, omdat verwacht werd dat de grondwateropbrengst in de ondiepe grondwaterstandbuizen gering en vaak ontoereikend voor een analyse naar de effecten van evenwichtsbemesting zouden zijn. Met behulp van de keramische cups is de uitspoeling van nutriënten uit de graslandpercelen onderzocht.

De keramische cups zijn geïnstalleerd op dezelfde locaties als de grondwaterstandbuizen (Figuur 4) en liggen op ongeveer 50 cm beneden maaiveld (afhankelijk van de diepte van de bouwvoor en de aanwezigheid van ijzerlagen (zie Bijlage 2-Profielbeschrijvingen)). Op deze wijze kunnen monsters van het freatisch water worden genomen, juist onder de bewortelde zone en informatie worden verzameld over nutriënten die uitspoelen naar het grondwater. Vanwege de diepte van de keramische cups kunnen deze niet beschadigd worden tijdens het snijden van het gras of het uitrijden van de mest. De punten A1 en B1 bevinden zich in het gebied dat geen evenwichtsbemesting krijgt. De punten A2, A3 en B2, B3 bevinden zich op percelen die sinds het voorjaar van 2014 evenwichtsbemesting krijgen. De punten A4 t/m A6 en B4 t/m B6 bevinden zich in het Boetelerveld. Het verzamelde bodemvocht is op dezelfde manier bewerkt als de grondwatermonsters.

De keramische cups zijn bemonsterd in januari, april en oktober 2014 en februari 2015. In december 2015 en januari 2016 zijn extra bemonsteringsrondes uitgevoerd (Tabel 3). Statistische analyses zijn uitgevoerd met behulp van SPSS 21 (*mixed model analysis*).

---

### 2.2.3 Bodemchemie

Om een beeld te krijgen van de effecten van evenwichtsbemesting op de bodemchemie is de bodemchemische samenstelling op de peilbuislocaties geanalyseerd.

In 2014 en 2016 is de toplaag (0-10 cm) van de agrarische percelen waar de bodemvocht bemonstering plaatsvond, verzameld (Figuur 3). De bodemmonsters werden luchtdicht en gekoeld bewaard ( $\pm 4^{\circ}\text{C}$ ). Vervolgens werden op de bodemmonsters de volgende bewerkingen uitgevoerd:

- Bepaling drooggewicht en gloeiverlies (organisch stofgehalte);
- Olsen-extractie: Olsen-P bepaling (hoeveelheid voor planten beschikbaar fosfaat);
- Destructie: totaal-P, totaal-Ca, totaal-Mg, totaal-Fe, totaal-Mn, totaal-S, totaal-Si, totaal-Zn, totaal-Al (na ontsluiting met salpeterzuur);
- Extractie met zout (0,2M NaCl) waarbij de pH werd bepaald en de hoeveelheid  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , Al en Ca, evenals de hoeveelheid kationen.

#### *Drooggewicht en organische stofgehalte*

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen, werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal per monster af te wegen in aluminiumbakjes en gedurende minimaal 48 uur te drogen in een stoof bij  $60^{\circ}\text{C}$ . Vervolgens werd het bakje met bodemmateriaal teruggewogen en het vochtverlies berekend, waarbij alles in duplo werd uitgevoerd. De fractie organische stof in de bodem werd berekend door het gloeiverlies te bepalen. Hiertoe werd het bodemmateriaal per monster, na drogen, gedurende 4 uur verast in een oven bij  $550^{\circ}\text{C}$ . 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.

#### *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 gedroogd bodemmateriaal te vermalen. Van het bodemmateriaal werd per monster nauwkeurig 200 mg afgewogen en in teflondestructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$ , 65%) en 2 ml waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$  30%) toegevoegd, waarna de vaatjes werden geplaatst in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega). De monsters werden gedestruerd in gesloten teflonvaatjes. Na destructie werden de monsters overgegoten in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml door toevoeging van milli-Q water. Vervolgens werden de destruatens geanalyseerd op de ICP.

#### *Olsenextractie*

Het Olsenextract werd uitgevoerd voor bepaling van de hoeveelheid voor planten beschikbaar fosfaat. Hiervoor werd 3 gram droog bodemmateriaal met 60 ml Olsen-extract (0,5 M  $\text{NaHCO}_3$  bij pH 8,4) gedurende 30 minuten uitgeschud op een schudmachine bij 105 rpm. Vervolgens werd het extract geanalyseerd op de ICP.

#### *Zoutextractie en waterextractie*

In de water- en zoutextracten werd eerst de pH van de bodem bepaald. Hiervoor werd 17,5 gram verse bodem met 50 ml zoutextract (0,2M NaCl) of 50 ml milli-Q 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, werd aangezuurd en opgeslagen voor analyse. Vervolgens werd de hoeveelheid  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ , Al en Ca bepaald, evenals de hoeveelheid P en kationen, gemeten in het extract op de ICP en Autoanalyser.

De pH van het zoutextract, bodemvocht en het grondwater werd gemeten met een standaard Ag/AgCl<sub>2</sub>-elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof ( $\text{CO}_2$  en  $\text{HCO}_3$ ) werd bepaald met behulp van infrarood gasanalyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit van het bodemvocht en het oppervlaktewater werd bepaald door een deel van het monster te titreren met verdund zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij een maat voor de alkaliniteit. De monsters voor de Autoanalyser werden bewaard bij een temperatuur van  $-20^{\circ}\text{C}$  tot aan de elementenanalyse. De

---

monsters voor de ICP werden aangezuurd voor analyse. De concentratie zwavel gemeten in het water is een goede maat voor de SO<sub>4</sub>-concentratie in het oppervlakte-, grondwater en bodemvocht.

#### *Elementenanalyse (ICP en Autoanalyzers)*

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) in grondwater en bodemvocht werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP; Thermo Electron Corporation, IRIS Intrepid II XDL). De concentraties nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyzer III met behulp van resp. salicylaatreagens en hydrazinesulfaat. Chloride (Cl<sup>-</sup>) en fosfaat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) werden colorimetrisch bepaald met een Technicon auto-analyzer III systeem met behulp van resp. mercuritiocyanide, en ammoniummolybdaat en ascorbinezuur. Natrium (Na<sup>+</sup>) en kalium (K<sup>+</sup>) werden vlamfotometrisch bepaald met een Technicon Flame Photometer IV Control.

## 2.3 Vegetatiemonitoring Boetelerveld

#### *Beschrijven van de nulsituatie*

Op basis van bestaande informatie (vegetatieopnamen) is een beoordeling gemaakt van de kwaliteit van de kwalificerende habitattypen in het Boetelerveld in 2004, het moment dat het gebied is aangemeld in Brussel. Daarvoor zijn vegetatieopnamen geselecteerd, aanwezig in de Landelijke Vegetatie Databank van Alterra. Het betrof 83 opnamen uit de periode 1980-1999 en 78 opnamen uit de periode 2000-2004. Voor deze beide periodes zijn de vegetatieopnamen gescreend op de aanwezigheid van typische soorten van de habitattypen die in het Boetelerveld voorkomen (Bijlage 6).

#### *Kwaliteit habitattypen*

In de Natura 2000-habitatprofielen staan vier kwaliteitsaspecten van habitattypen inhoudelijk uitgewerkt op grond waarvan een beoordeling kan worden gemaakt van de kwaliteit: typische soorten, vegetatietypen, abiotische randvoorwaarden en overige kenmerken van goede structuur en functie (Ministerie EZ, 2014, Bijlage 7; hoe om te gaan met de kwaliteitsaspecten van habitattypen op gebiedsniveau).

Om de kwaliteit van de habitattypen in het Boetelerveld te kunnen beoordelen ten opzichte van de situatie in 2004 (nulsituatie), zijn in juli 2013 en 2015 in totaal 76 vegetatieopnamen gemaakt. Aantal en locatie van de opnamen zijn gebaseerd op de habitattypenkaart (Figuur 5), waarbij vegetatieopnamen zijn gemaakt in de habitattypen die kwalificeren voor Natura 2000. Het aantal opnamen is naar rato van het oppervlak van het betreffende habitatype verdeeld (Tabel 4). De vegetatieopnamen in 2013 zijn gemaakt voordat begonnen werd met de kap van bomen in het gebied (volgens planning 30 ha). De opnames zijn gemaakt in plots van 3 x 3 m (in een enkel geval 5 x 8 m). Als opnameschaal is gebruikgemaakt van Braun-Blanquet.

#### Kwaliteitsindicatoren

De kwaliteit van de habitattypen is beoordeeld op basis van:

- aangetroffen soorten, in het bijzonder het voorkomen van zogenaamde typische soorten indicatief voor het betreffende habitatype;
- vegetatietypen;
- kenmerken die gerelateerd zijn aan een goede structuur en functie van het betreffende habitatype).

De beschikbare middelen waren te beperkt om ook een beoordeling uit te voeren naar de abiotische randvoorwaarden. Overigens kunnen vegetatietypen en typische soorten goed dienen als indicator voor de abiotische kwaliteit van habitattypen (ministerie EZ, 2014).

Ad a) Op basis van de vegetatieopnamen in 2013 en 2015 is het aantal typische soorten per habitatype bepaald (Bijlage 6). Deze zijn vervolgens vergeleken met het aantal typische soorten in opnamegegevens van het gebied uit de periode 1980-1999 en uit de periode 2000-2004.



Ad b): De vegetatieopnamen uit 2013 en 2015 zijn geïnclassificeerd met behulp van het programma ASSOCIA. 73 van de 76 opnamen konden worden toebedeeld aan een habitattypen. In de habitatprofielen van de habitattypen is aangegeven welke vegetatietypen een goede kwaliteit van het betreffende habitattypen indiceren. Op deze wijze zijn aan de vegetatieopnamen scores toebedeeld van 'goed' of 'matig' voor het habitattypen waaraan ze zijn toebedeeld.

Ad c): In de habitatprofielen staat ook beschreven welke kenmerken een goede structuur en functie indiceren. Op basis van de vegetatieopnamen in 2013 en 2015 zijn deze kenmerken voor ieder habitattypen vastgesteld. Deze kenmerken staan hieronder weergegeven voor de afzonderlijke habitattypen weergegeven.

Voor het type Vochtige heiden (H4010A) geldt volgens het habitatprofiel:

- bedekking van opslag van struiken en bomen is beperkt (<10%);
- bedekking van grassen/russen (Pijpenstrootje, Bochtige smele, Pitrus) is beperkt (<25%);
- vlaksgewijs voorkomen van karakteristieke veenmossen (subtype A);
- optimale functionele omvang: vanaf tientallen hectares (subtype A).

Voor het habitattypen Blauwgraslanden (H6410) geldt volgens het habitatprofiel:

- toevoer van basenrijk water op natuurlijke wijze (door overstromingen met oppervlaktewater of door toestroom grondwater) of via leem in de bodem;
- bedekking van opslag van struiken en bomen is beperkt: <5%;
- optimale functionele omvang: vanaf enkele hectares.

Voor het habitattypen Heischrale graslanden (H6230) geldt volgens het habitatprofiel:

- dominantie van grassen en kruiden;
- bedekking van opslag van struiken en bomen is beperkt: <5%;
- optimale functionele omvang: vanaf enkele hectares.

Voor het habitattypen Jeneverbesstruwelen (H5130) geldt volgens het habitatprofiel:

- aanwezigheid van mannelijke en vrouwelijke exemplaren van Jeneverbes;
- gevarieerde leeftijdsopbouw: aanwezigheid van jonge jeneverbesstruiken;
- lage bedekking van grassen (<25%);
- optimale functionele omvang: vanaf enkele hectares.

Voor het habitattypen Zwakgebufferde vennen (H3130) geldt volgens het habitatprofiel:

- aanwezigheid van droogvallende en niet-droog-vallende delen;
- bedekking van Knolrus en/of veenmossen <20%;
- hydrologie functioneert op natuurlijke wijze (geen kunstmatige invloed van kwel of infiltratie);
- optimale functionele omvang: vanaf enkele hectares.

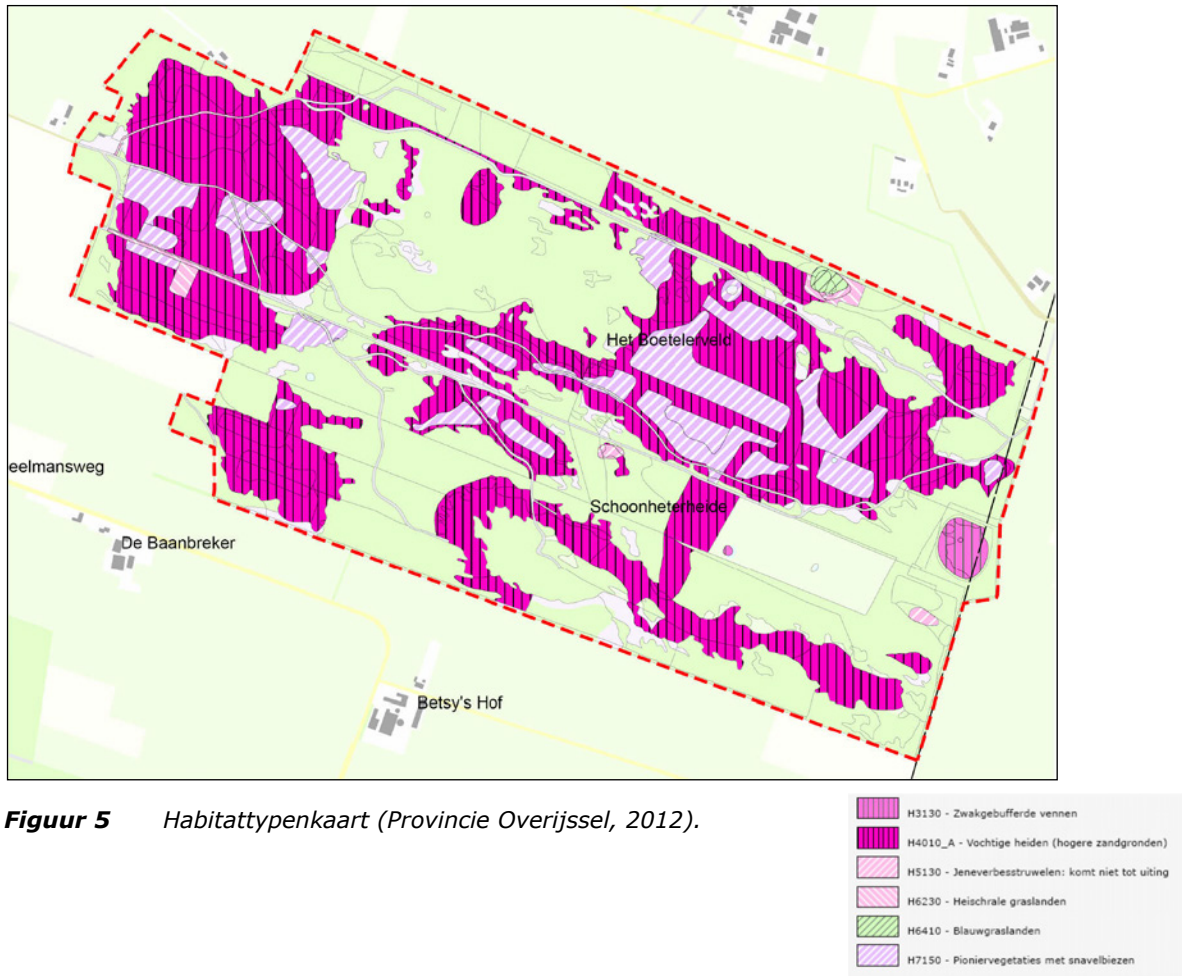
Voor het habitattypen Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150) geldt volgens het habitatprofiel:

- langdurige stagnatie van water in laagten, waardoor het type op een natuurlijke wijze kan ontstaan en langdurig kan voortbestaan;
- optimale functionele omvang: vanaf enkele honderden m<sup>2</sup>.

**Tabel 4** Aantal vegetatieopnamen per opnamenronde (2013, 2015) en per habitattypen.

| Code   | Habitattypen                       | ha   | 2013 | 2015 |
|--------|------------------------------------|------|------|------|
| H3130  | Zwakgebufferde vennen              | 0.14 | 3    | 2    |
| H4010A | Vochtige heiden (HZ)               | 42.8 | 15   | 15   |
| H5130  | Jeneverbesstruwelen                | <0.1 | 3    | 1    |
| H6230  | *Heischrale graslanden             | 0.45 | 4    | 7    |
| H6410  | Blauwgraslanden                    | 0.17 | 5    | 5    |
| H7150  | Pioniervegetaties met snavelbiezen | 7.6  | 8    | 8    |
|        | Totaal                             | 51.3 | 38   | 38   |

NB De totale oppervlakte binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied bedraagt 173 ha.



---

## 3 Resultaten

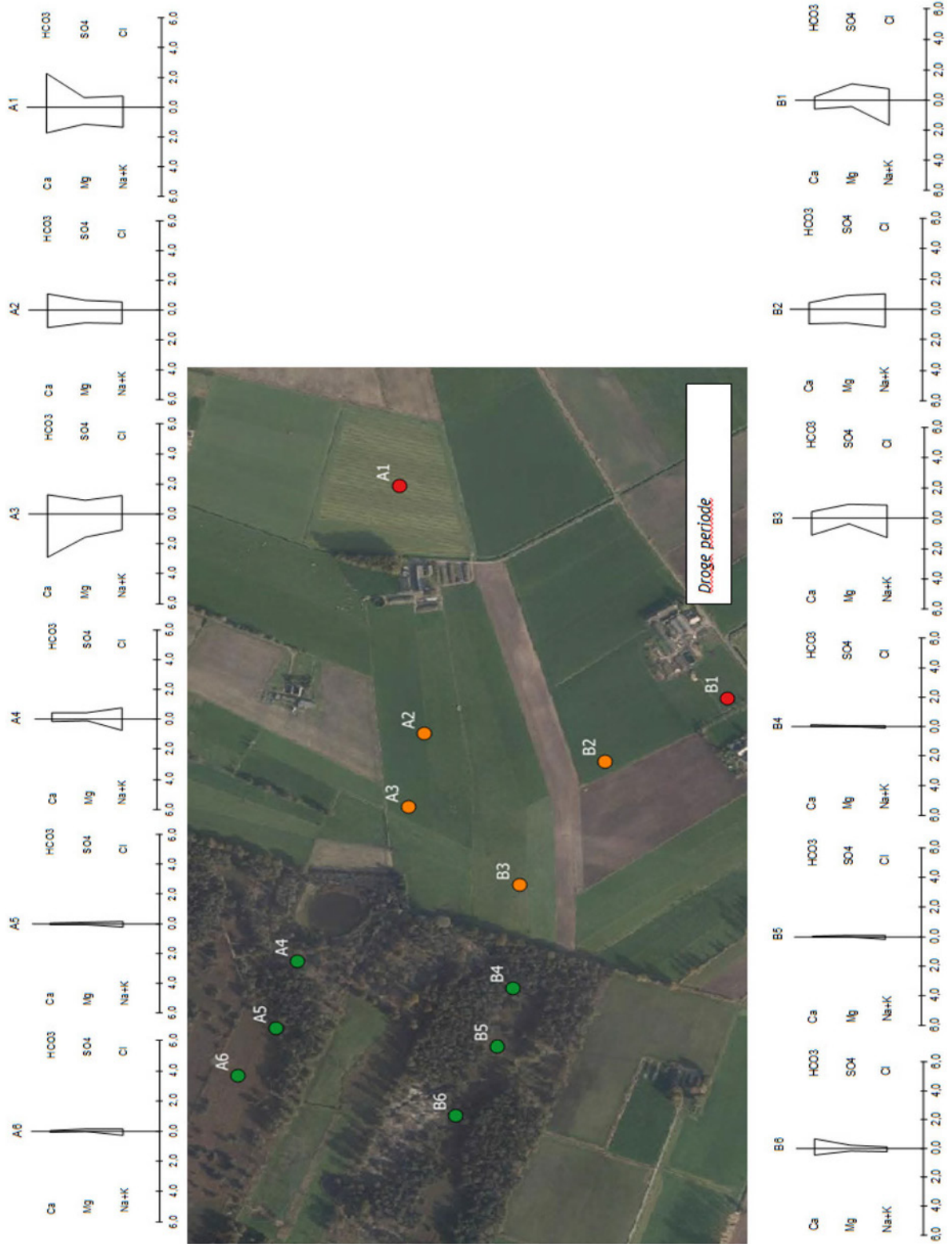
### 3.1 Grondwaterchemie

#### 3.1.1 Algemeen beeld

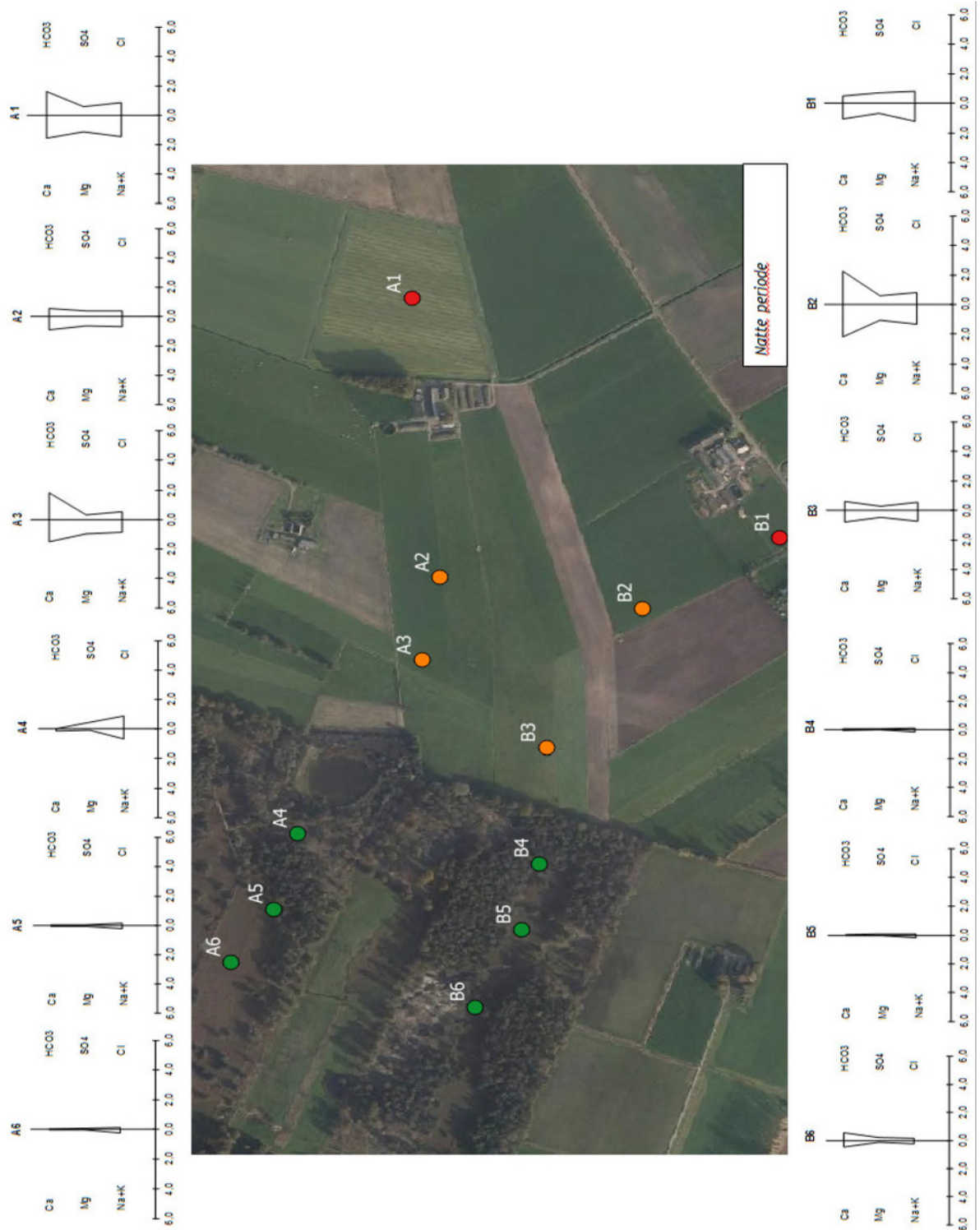
Om inzicht te krijgen in het type grondwater en daarmee de herkomst, zijn zogenaamde Stiff-diagrammen vervaardigd van het gemiddelde van de metingen in de droge periode (zomer-najaar) (Figuur 6) en natte periode (winter-voorjaar) (Figuur 7). In deze weergave worden de concentraties van de vier belangrijkste kationen (positief geladen) en anionen (negatief geladen) tegen elkaar uitgezet. Door deze manier van weergeven is door de vorm snel te zien met welk type grondwater en zijn herkomst men te maken heeft. Een "paddenstoel"-vorm (breed van boven, smal van onderen veroorzaakt door een relatief groot aandeel calcium en bicarbonaat) geeft aan dat het grondwater wat samenstelling betreft gelijk op "lithoclien" grondwater, dat wil zeggen ("ouder") grondwater aangerijkt met calcium en bicarbonaat. Wanneer de vorm smal en gelijkvormig is, lijkt het grondwater wat samenstelling betreft op regenwater. Een brede onderzijde duidt op antropogene invloeden met een groot aandeel natrium, kalium en chloride. Een hoge concentratie zwavel, in grondwater vaak in de vorm van sulfide, geeft een piek naar rechts.

In Figuur 6 en 7 is te zien dat de meeste vormen in het Boetelerveld smal en lijnvormig zijn, dit betekent dat er zeer weinig kationen en anionen in het water aanwezig zijn. Dit water lijkt wat samenstelling betreft heel sterk op regenwater en dat geeft aan dat **er geen toestroom (meer) is van grondwater uit de omgeving**. Het Boetelerveld is in deze oostelijke zone een inzigggebied. Op de in een laagte gelegen locatie B6 met vochtige heidevegetatie lijkt sprake te zijn van enige lokale kwelinvloed uit de nabij gelegen dekzandrug binnen het Boetelerveld. De samenstelling van het grondwater op locatie A4, ten oosten van het Grote Rietgat, laat zien dat daar sprake is van (enige) antropogene invloed. Dit zou zowel kunnen wijzen op enige toestroom van grondwater uit de nabijgelegen agrarische zone alsook mogelijk te maken kunnen hebben met het gegeven dat in de buurt van deze locatie in het begin van deze eeuw veel ingrijpende herstelwerkzaamheden zijn uitgevoerd. Deze locatie is iets meer gebufferd dan de rest van de locaties in het Boetelerveld (B6 uitgezonderd).

De Stiff-diagrammen van de peilbuizen in de landbouwpercelen hebben duidelijk een andere vorm. Deze figuren zijn van boven breder, wat betekent dat dit grondwater meer calcium en bicarbonaat bevat. In de landbouwpercelen is er sprake van licht tot matig gebufferd kwelwater, de landbouwpercelen zijn daarmee kwel-gevoed. Er is nauwelijks invloed van sulfaat te zien in de Stiff-diagrammen. Uitzondering is locatie B1, waar een lichte sulfaat-invloed te zien is. De bredere onderkant van de Stiff-diagrammen laten een landbouwinvloed zien met een relatief groter aandeel chloride en natrium. Voor de volledige set met gegevens wordt verwezen naar Bijlage 3.



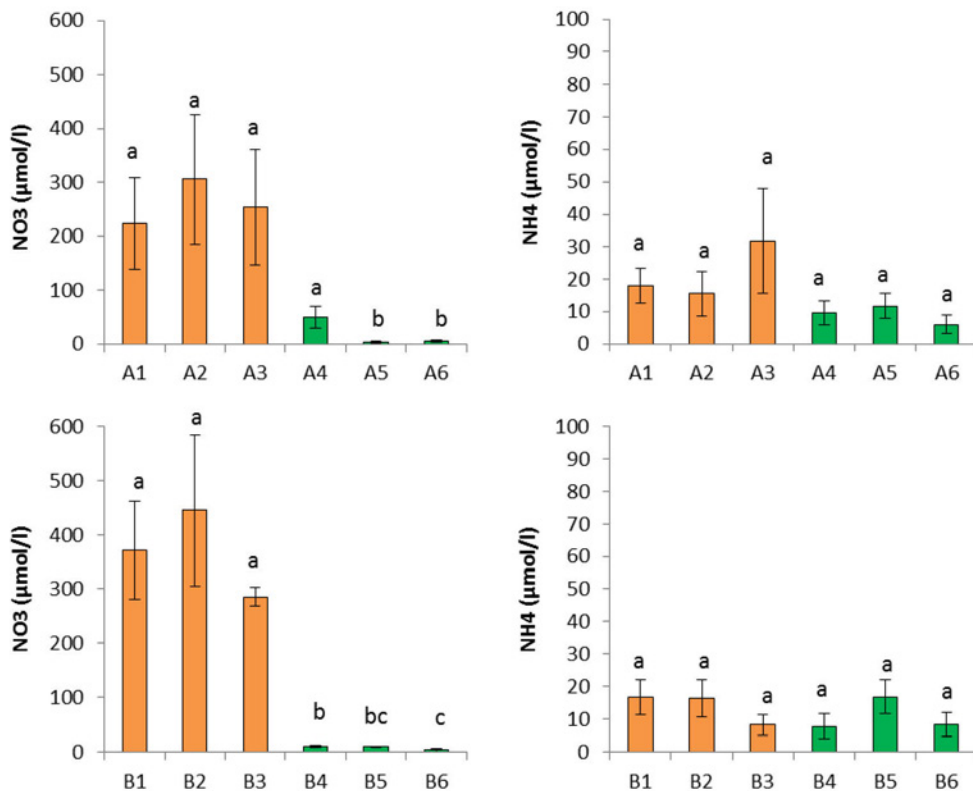
**Figuur 6** Stiff-diagrammen van de grondwatergegevens verzameld in de **droge periode** in de diepe grondwaterstandbuizen (ionconcentraties in µg/l).



**Figuur 7** Stiff-diagrammen van de grondwatergegevens verzameld in de **natte periode** in de diepe grondwaterstandbuizen (ionconcentraties in µg/l).

### 3.1.2 Stikstof en fosfaat in het grondwater

Het grondwater in de landbouwpercelen van raai A en B bevat gemiddeld tussen de 200 en 450  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$ , oftewel 12,4 tot 28 mg  $\text{NO}_3/\text{l}$ . De gemeten nitraatconcentraties schommelden sterk, waardoor de variatie groot is (Figuur 8). In het Boetelerveld werd gemiddeld minder dan 2  $\mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  (0,124 mg  $\text{N-NO}_3/\text{l}$ ) gemeten. Uitzondering is peilbuis A4, die wat meer nitraat bevat met gemiddeld 42  $\mu\text{mol/l}$  (2,6 mg  $\text{N-NO}_3/\text{l}$ ). Dat is in vergelijking met de waarden gemeten in het Boetelerveld wat hoger, maar in vergelijking met de landbouwpercelen laag. De nitraatconcentraties gemeten in de landbouwpercelen zijn significant hoger ( $p < 0,05$ ) dan die gemeten in het Boetelerveld, met uitzondering van de eerder beschreven locatie A4.

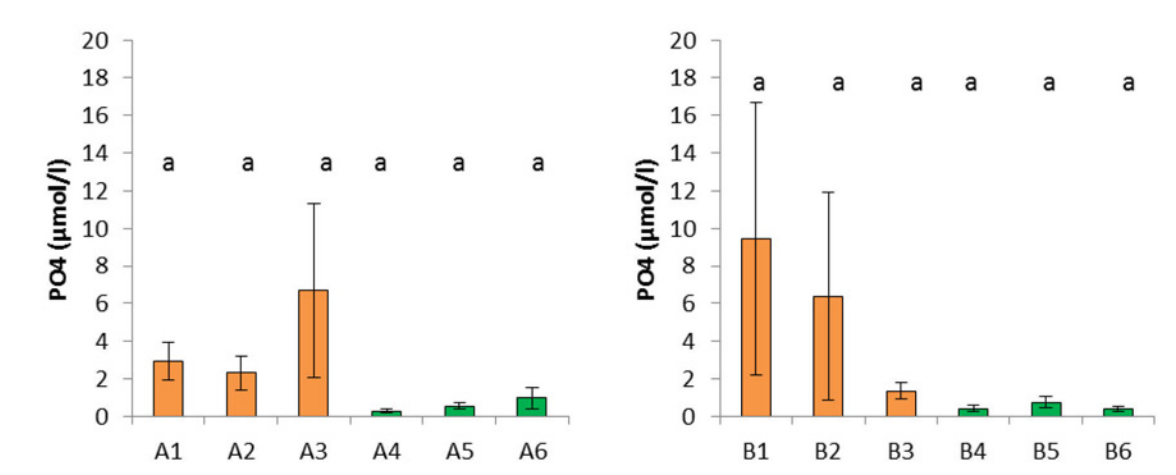


**Figuur 8** Gemiddelde nitraat- en ammoniumconcentraties ( $n=6$ ) gemeten in de peilbuizen (150-200 cm) per raai (gemiddelde  $\pm$  standaardfout). Gelijke letters geven groepen aan die niet significant van elkaar verschillen. De bovenste figuren geven de resultaten gemeten in raai A weer, de onderste figuren waarden gemeten in raai B. In oranje de locaties gelegen in de agrarische percelen, in groen de locaties gelegen in het Boetelerveld.

De voor deze studie gemeten nitraatconcentraties (Figuur 8) zijn lager dan die gerapporteerd in Rietra et al. (2016). Nitraatconcentraties in ondiep grondwater zijn in landbouwgebied zeer variabel in ruimte en tijd, waardoor het vergelijken van metingen op verschillende tijdstippen en verschillende locaties nauwelijks mogelijk is op basis van een enkele meetperiode. In deze rapportage zijn nitraatmetingen uitgevoerd tussen 25 januari en 28 januari 2016. Deze grondwatermonsters zijn gefilterd ter conservering en zijn binnen vier dagen op nitraat geanalyseerd bij het laboratorium CBLB van Wageningen University & Research, conform de conserveringsmethode en tijd in SIKB protocol 3001. Monsters zijn verzameld in het gehele onderzoeksgebied (blauwe vlak weergegeven in Figuur 12) en de percelen daaromheen (voor exacte locaties zie rapportage Rietra et al., 2016). Zij vonden nitraatconcentraties variërend van 49 tot 3725  $\mu\text{mol/l}$  (3 tot 231 mg  $\text{NO}_3/\text{l}$ ) met een gemiddelde van 743  $\mu\text{mol/l}$  (46 mg/l) in de referentiepercelen en 647  $\mu\text{mol/l}$  (40 mg/l) in de percelen met evenwichtsbemesting (let op, het gaat hier dan om het gehele blauwe vlak in Figuur 12). Er werd geen significant verschil gemeten tussen de percelen met evenwichtsbemesting en de regulier beheerde percelen.

De ammoniumconcentraties gemeten in raai A en B laten hetzelfde patroon zien als de nitraatconcentraties, maar zijn bijna 10 keer lager dan de gemeten nitraatconcentraties. Ammonium bindt dan ook sterk aan het bodemadsorptiecomplex, waardoor het veel minder mobiel is dan nitraat. De gemeten ammoniumconcentraties in de landbouwpercelen zijn dan ook niet significant hoger dan die gemeten in het Boetelerveld. In de landbouwpercelen werden gemiddelde concentraties gemeten rond de 20  $\mu\text{mol NH}_4/\text{l}$  (1,24 mg  $\text{NH}_4/\text{l}$ ), in het Boetelerveld concentraties lager dan 10  $\mu\text{mol/l}$  (0,62 mg/l).

De gemiddelde fosfaatconcentraties in het grondwater zijn in beide raaien laag met concentraties onder de 10  $\mu\text{mol/l}$ , oftewel 0,95 mg  $\text{PO}_4/\text{l}$  (Figuur 9). In beide raaien is de variatie in het grondwater in de landbouwpercelen relatief groot. In de landbouwpercelen worden gemiddelde concentraties  $\text{PO}_4$  gemeten tussen de 2,3 en 6,7  $\mu\text{mol/l}$  (respectievelijk 0,22 en 0,64 mg  $\text{PO}_4/\text{l}$ ), in het Boetelerveld tussen de 0,3 en 1,0  $\mu\text{mol/l}$  (respectievelijk 0,03 en 0,095 mg  $\text{PO}_4/\text{l}$ ). De verschillen tussen de waarden gemeten in de landbouwpercelen en het Boetelerveld zelf zijn niet significant.

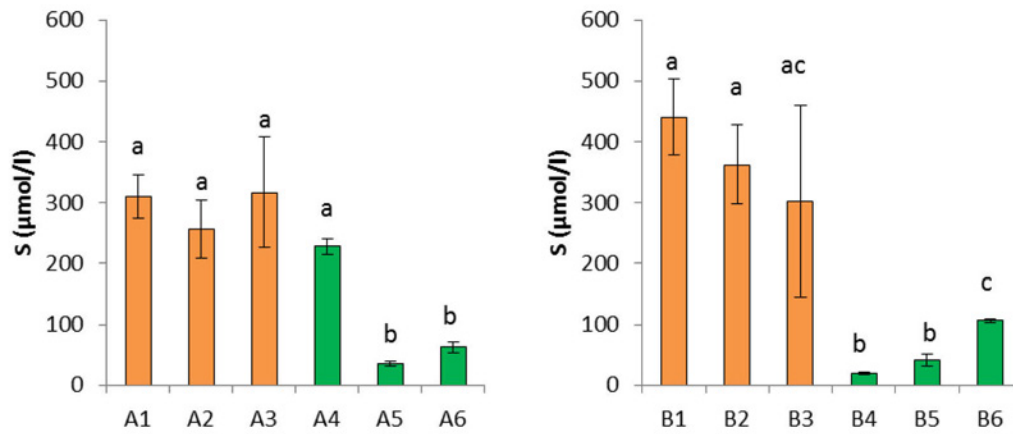


**Figuur 9** Fosfaatconcentraties ( $n=6$ ) gemeten in de diepe peilbuizen per raai (gemiddelde  $\pm$  standaardfout; linkerfiguur raai A, rechterfiguur raai B). Gelijke letters geven groepen aan die niet significant van elkaar verschillen. In oranje de locaties gelegen in agrarische percelen, in groen de locaties gelegen in het Boetelerveld.

### 3.1.3 Sulfaat, natrium en chloride in het diepe grondwater

De gemiddelde sulfaatconcentraties (Figuur 10) gemeten in de peilbuizen A1 t/m A3 varieert tussen de 256 en 316  $\mu\text{mol/l}$  (24,6 en 30,4 mg  $\text{SO}_4/\text{l}$ ). Dit zijn geen hoge sulfaatconcentraties voor grondwater (Database B-WARE, Bobbink et al., 2007). In peilbuis A4, in het Boetelerveld, werd gemiddeld 228  $\mu\text{mol}$  sulfaat/l (21,9 mg/l) gemeten. Deze waarde is wel significant hoger dan die gemeten in de overige peilbuizen in het Boetelerveld, net als bij de gemeten nitraatconcentraties in deze raai. In de peilbuizen A5 en A6 werden duidelijk lagere sulfaatconcentraties gemeten, gemiddeld rond de 50  $\mu\text{mol/l}$  (4,8 mg/l).

In raai B werd in de landbouwpercelen (locatie B1 t/m B3) gemiddeld tussen de 302 en 440  $\mu\text{mol}$  sulfaat/l gemeten, respectievelijk 29,0 en 42,3 mg  $\text{SO}_4/\text{l}$ . In het Boetelerveld werd in de peilbuizen B4 en B5 gemiddeld tussen de 20 en 41  $\mu\text{mol}$  sulfaat/l gemeten (1,9 en 3,9 mg  $\text{SO}_4/\text{l}$ ). Opvallend is dat in peilbuis B6 juist een wat hogere sulfaatconcentratie van 107  $\mu\text{mol/l}$  werd gemeten (10,3 mg  $\text{SO}_4/\text{l}$ ). De gemeten sulfaatconcentraties in het Boetelerveld zijn alle laag (Bobbink et al., 2007).

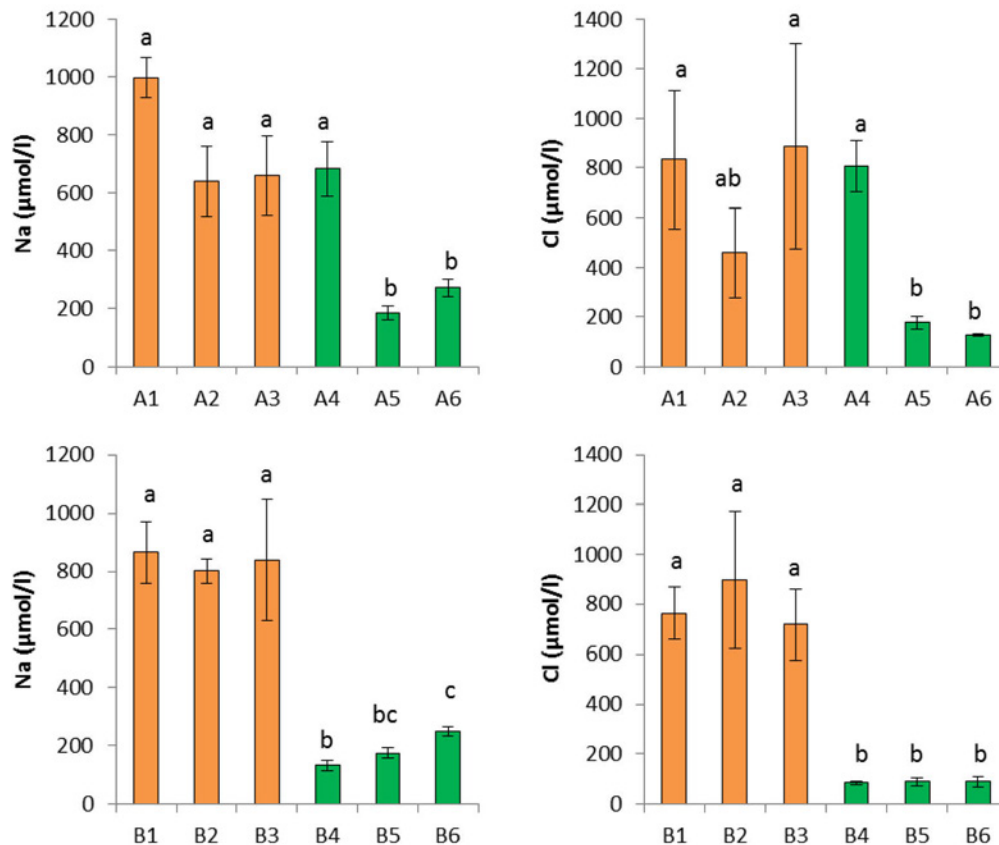


**Figuur 10** Sulfaatconcentraties ( $n=6$ ) gemeten in de diepe peilbuizen per raai (linkerfiguur raai A, rechterfiguur raai B) (gemiddelde  $\pm$  standaard fout). Gelijke letters geven groepen aan die niet significant van elkaar verschillen. In oranje de locaties gelegen in de agrarische percelen, in groen de locaties gelegen in het Boetelerveld.

De gemiddelde natriumconcentraties (Figuur 11) gemeten in de peilbuizen A1 t/m A3 varieert tussen de 640 en 997  $\mu\text{mol/l}$  (14,7 en 22,9 mg Na/l). In peilbuis A4, in het Boetelerveld, werd gemiddeld 682  $\mu\text{mol Na/l}$  gemeten (15,7 mg Na/l). Deze waarde is significant hoger dan die gemeten in de andere peilbuizen in het Boetelerveld, net als bij de gemeten nitraat- en sulfaatconcentraties in deze raai. In de peilbuizen A5 en A6 werden lagere natriumconcentraties gemeten van 184 en 271  $\mu\text{mol/l}$  (4,2 en 6,2 mg Na/l). De gemiddelde chlorideconcentraties gemeten in de peilbuizen A1 t/m A3 varieert tussen de 457 en 885  $\mu\text{mol/l}$  (16,2 en 31,4 mg Cl/l). In peilbuis A4 (in het Boetelerveld) werd een significant hogere chlorideconcentratie gemeten dan in de overige peilbuizen in het Boetelerveld, net als bij de natriumconcentratie. In de peilbuizen A5 en A6 werden lagere chlorideconcentraties gemeten van 177 en 127  $\mu\text{mol/l}$  (6,3 en 4,5 mg Cl/l).

In raai B werden in de landbouwpercelen (locatie B1 t/m B3) gemiddelde natriumconcentraties tussen de 800 en 865  $\mu\text{mol/l}$  gemeten (18,4 en 19,9 mg Na/l). In de peilbuizen in het Boetelerveld zelf werd in de peilbuizen B4 en B5 gemiddeld tussen de 132 en 175  $\mu\text{mol natrium/l}$  gemeten (3,0 en 4,0 mg Na/l). Opvallend is dat in peilbuis B6 juist een hogere natriumconcentratie van 249  $\mu\text{mol/l}$ , oftewel 5,7 mg Na/l) werd gemeten, waarschijnlijk veroorzaakt door uitspoeling vanuit de dekzandrug. De gemiddelde chlorideconcentratie in de landbouwpercelen (B1 t/m B3) varieert tussen de 719 en 898  $\mu\text{mol/l}$  (25,5 en 31,8 mg Cl/l). In de peilbuizen in het Boetelerveld zelf (B4 t/m B6) werden significant lagere chlorideconcentraties gemeten: van 84 tot 90  $\mu\text{mol/l}$  (3,0-3,2 mg Cl/l).





**Figuur 11** Natrium- en chlorideconcentraties ( $n=6$ ) gemeten in de diepe peilbuizen per raai (gemiddelde  $\pm$  standaardfout). Gelijke letters geven groepen aan die niet significant van elkaar verschillen. De bovenste figuren geven de resultaten weer gemeten in raai A, de onderste figuren die gemeten in raai B. In oranje de locaties gelegen in de agrarische percelen, in groen de locaties gelegen in het Boetelerveld.

### 3.1.4 Conclusies

Op basis van de chemie van het grondwater is er in de huidige situatie **geen invloed van de aangrenzende landbouwgronden op de grondwaterkwaliteit in het oostelijk deel van het Boetelerveld vastgesteld**. De samenstelling van het grondwater in het Boetelerveld (Stiff-diagrammen) laat zien dat het onderzochte gedeelte in het Boetelerveld een inzigggebied is met een sterk door neerslag bepaalde grondwaterchemie. Deze resultaten bevestigen de beschrijving van het hydrologisch systeem, zoals gegeven door Jansen (2010). Dit betekent dat er in de huidige hydrologische situatie geen door landbouw beïnvloed grondwater tot in deze zone van het Boetelerveld doordringt. De concentraties ammonium, nitraat, fosfaat, zwavel en natrium+chloride zijn in het grondwater van de bemonsterde landbouwpercelen duidelijk verhoogd, de concentraties gemeten in het grondwater van locaties in het Boetelerveld zelf komen in hoge mate overeen zoals gemeten in natuurgebied in infiltratiegebied zonder landbouwkundige invloed. Uitzondering is de peilbuis A4, gelegen in het Boetelerveld, in de buurt van het Grote Rietgat. Hier zijn de concentraties natrium, chloride en zwavel duidelijk hoger dan in de rest van het Boetelerveld en meer vergelijkbaar met waarden gemeten in het grondwater onder de landbouwgronden, de concentraties stikstof en fosfaat zijn in peilbuis A4 echter niet verhoogd. Dit zou kunnen betekenen dat dit gedeelte van het Boetelerveld bij het Grote Rietgat wel onder invloed staat van grondwater dat door landbouw is beïnvloed. Het zou echter ook kunnen komen doordat in deze zone vrij recent veel werkzaamheden zijn uitgevoerd.

## 3.2 Evenwichtsbemesting en bodemwaterchemie

Verliezen van plantvoedingsstoffen uit intensief gebruikte landbouwgrond kunnen aanzienlijk zijn, vooral wat nitraat en fosfaat betreft. Bij bouwland op droge zandgrond spoelt bijvoorbeeld 90% van het stikstofoverschot uit. Bij grasland op veengrond is dat slechts 5% (Fraters et al., 2007). Hierdoor kan grond- en/of oppervlaktewater verrijkt worden met deze stoffen en kunnen deze stoffen ook, veelal ongewenst, in voedselarme natuurgebieden terecht komen. Ook kan het uitgespoelde nitraat bij passage met het grondwater door pyrietlagen (FeS) gedenitrificeerd worden, waarbij het verdwijnt als N<sub>2</sub>. Echter de sulfidegroep wordt daarbij geoxideerd, waarbij sulfaat wordt gevormd. Dit sulfaat kan tot ernstige negatieve gevolgen leiden in grondwater gevoede systemen (Smolders et al., 2010). De agrarische gronden rond het Boetelerveld zijn (lemige) zandbodems, waar de uitspoeling van nitraat aanzienlijk is.

Evenwichtsbemesting is een manier om het verlies van stikstof en fosfaat uit de landbouw te verlagen. Aan de bodem worden net zo veel voedingsstoffen toegevoegd als er met het oogsten van de vegetatie worden afgevoerd (paragraaf 1.3). Aangrenzend aan het Boetelerveld is op een deel van de percelen waar het grond- en bodemvocht wordt gemonitord evenwichtsbemesting toegepast vanaf april 2014 (Figuur 12; paragraaf 2.1). Voor de volledige set gegevens wordt verwezen naar Bijlage 5.



**Figuur 12** Terreindelen waar sinds april 2014 evenwichtsbemesting wordt toegepast in blauw.

### 3.2.1 Stikstof en fosfor

Uit de analyses van de bodemvochtmonsters gedurende de tweejarige meetperiode is duidelijk geworden dat er duidelijke verschillen zijn tussen de twee raaien: in raai B zijn altijd hogere nitraat- en fosfaatconcentraties in het bodemvocht gevonden dan in raai A, terwijl de ammoniumconcentraties juist hoger waren in raai A. Dit structurele verschil in bodemvochtchemie tussen beide raaien,

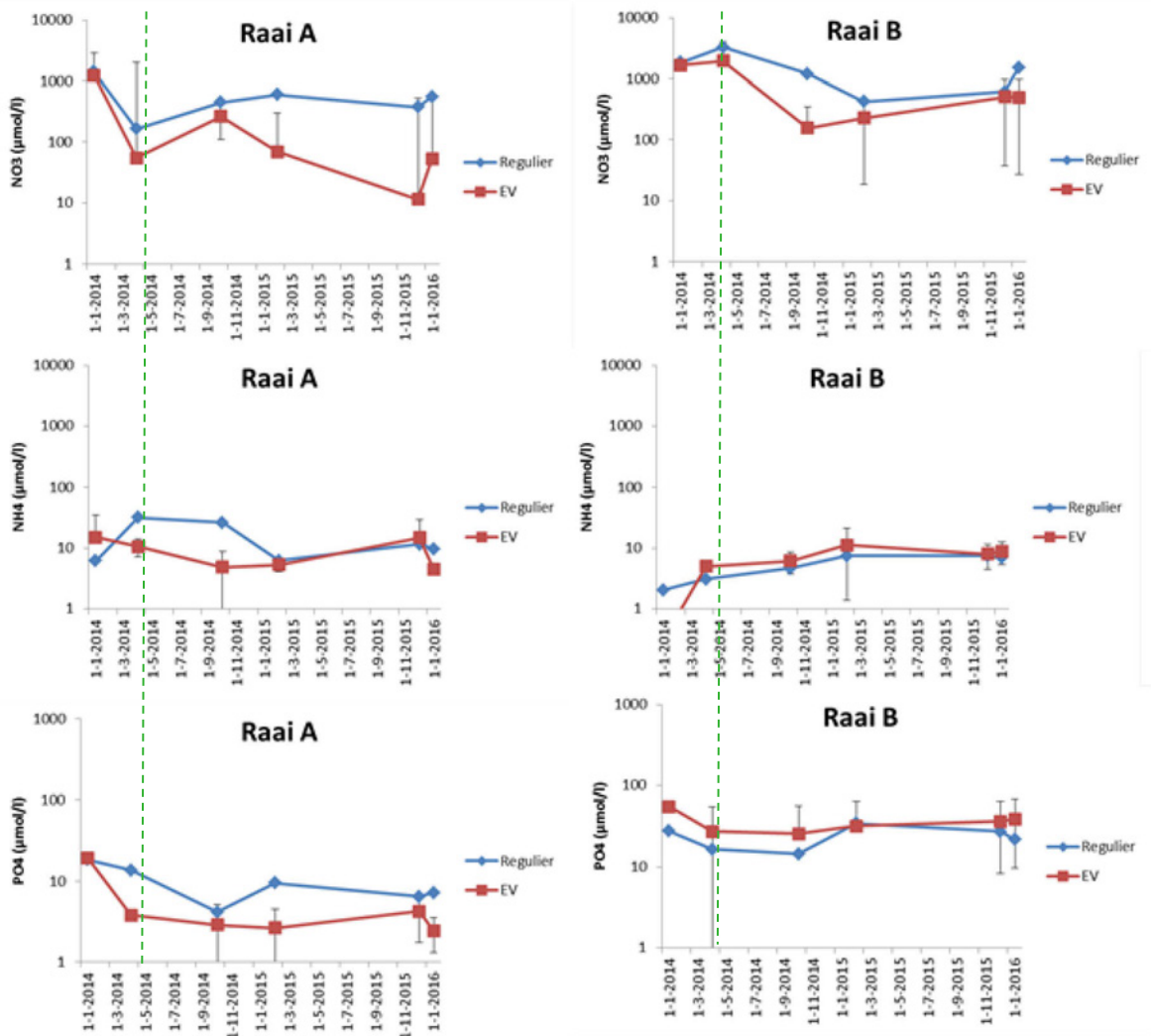
---

onafhankelijk van het bemestingsregime, is er de reden van dat er alleen een correcte statistische analyse kan worden uitgevoerd per afzonderlijke raai en niet van de twee raaien gezamenlijk. Om inzicht te geven in verschillende manieren waarop de gegevens zijn getoetst, zijn de boxplots van alle metingen in Bijlage 6 geplaatst. Daar zijn figuren weergegeven van raai A en raai B afzonderlijk en van de gecombineerde gegevens van beide raaien. Hierna worden de belangrijkste resultaten beschreven.

De hoeveelheid nitraat in het bodemvocht is onder meer afhankelijk van het moment van bemonstering t.o.v. regenbuien en bemestingsmomenten waardoor vergelijken in de tijd van verschillende locaties moeilijk is. Wel kunnen metingen van hetzelfde tijdstip met elkaar vergeleken worden. In Figuur 13 zijn de nitraatconcentraties gemeten in het bodemvocht, uitgezet in de tijd. In deze figuren is duidelijk te zien dat de nitraatconcentraties gemeten in het bodemvocht van de percelen met evenwichtsbemesting structureel onder de lijn van de regulier-beheerde percelen ligt. Vooral in raai A is dit duidelijk en significant en is de nitraatconcentratie in de tijd gedaald. Voor raai B is een langere meetperiode nodig om uitsluitsel te krijgen of evenwichtsbemesting effect heeft op de nitraatconcentratie in het bodemvocht. Ook wanneer de metingen worden gemiddeld, blijkt evenwichtsbemesting effectief om de nitraatconcentraties in het bodemvocht te verlagen ( $p < 0.001$ , Bijlage 6). In de percelen met evenwichtsbemesting bedraagt de afname in de nitraatconcentratie 79% sinds de evenwichtsbemesting wordt toegepast, in de percelen in regulier beheer werd in de periode na april 2014 62% minder nitraat in het bodemvocht gemeten.

Ook in de fosfaatconcentraties gemeten in het bodemvocht is er in raai A een significant verschil tussen de behandelingen (percelen met evenwichtsbemesting en percelen in regulier beheer) gemeten ( $p = 0,001$  (Bijlage 6)). Wanneer de raaien A en B samen worden getoetst, is het effect niet significant ( $p = 0,929$ ) (Bijlage 6). In de periode waarin de evenwichtsbemesting werd toegepast, werd in de regulier beheerde percelen gemiddeld  $7,2 \mu\text{mol PO}_4/\text{l}$  gemeten ( $0,68 \text{ mg PO}_4/\text{l}$ ) en  $3,1 \mu\text{mol/l}$  ( $0,29 \text{ mg PO}_4/\text{l}$ ) in de percelen met evenwichtsbemesting. In de percelen met evenwichtsbemesting werd in de periode na april 2014 69% minder  $\text{PO}_4$  in het bodemvocht gemeten, in de percelen in regulier beheer 51%. In raai B werden geen verschillen tussen de bemestingsregimes gemeten. Ook uit Figuur 13 komt naar voren dat in raai A in de percelen met evenwichtsbemesting structureel lagere  $\text{PO}_4$ -concentraties in het bodemvocht werden gemeten. In raai B blijven de fosfaatconcentraties constant, ongeacht het tijdstip of het bemestingsregime.

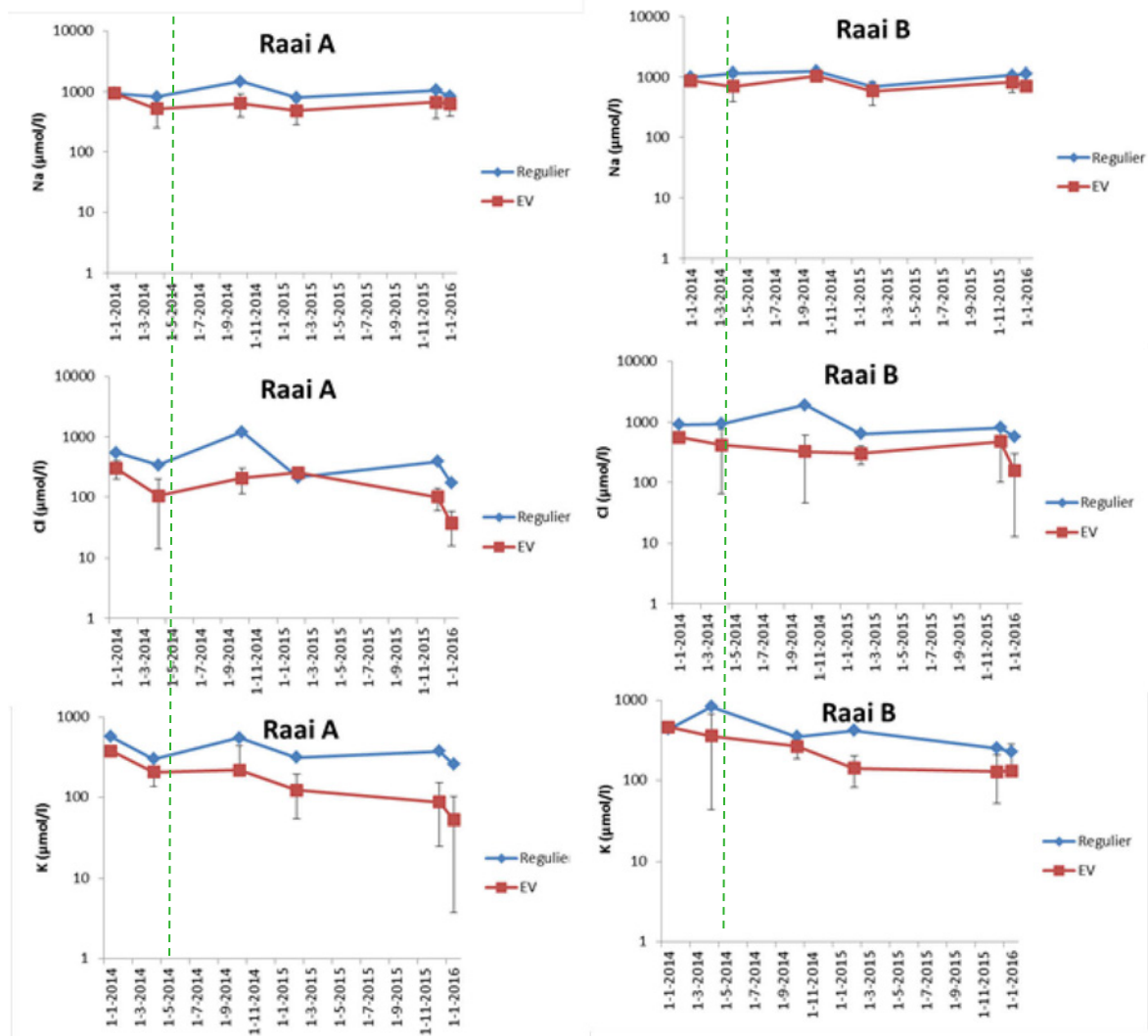
De ammoniumconcentraties gemeten in het bodemvocht zijn een factor 50 tot 100 lager dan de nitraatconcentraties. De concentraties in beide raaien liggen gemiddeld onder de  $20 \mu\text{mol/l}$  ( $0,36 \text{ mg/l}$ ). Er is geen significant effect van de bemestingsregimes op de gemeten ammoniumconcentraties. Uit Figuur 14 blijkt ook dat er geen effect zichtbaar is van de evenwichtsbemesting op de gemeten concentraties in de tijd.



**Figuur 13** Nitraat, ammonium en fosfaatconcentraties gemeten in het bodemvocht uitgezet in de tijd. Errorbars geven de standaarddeviatie weer. Y-as in logaritmische schaal, eenheden in  $\mu\text{mol/l}$ . De groene stippellijn geeft het moment weer waarop de evenwichtsbemesting is ingegaan.

### 3.2.2 Natrium, chloride, calcium en kalium

Ook voor natrium, chloride en kalium werden verschillen gevonden tussen de verschillende behandelingen (Figuur 14), waarbij voor al deze ionen geldt dat de gemeten concentraties in de percelen in evenwichtsbemesting in de tijd harder lijken te dalen dan gemeten in de percelen in regulier beheer. Alleen voor kalium in raai A is het gevonden verschil ook statistisch toe te kennen aan het effect van evenwichtsbemesting.



**Figuur 14** Natrium, chloride en kaliumconcentraties gemeten in het bodemvocht uitgezet in de tijd. Errorbars geven de standaarddeviatie weer. Y-as in logaritmische schaal, eenheden in  $\mu\text{mol/l}$ . De groene stippellijn geeft het moment weer waarop de evenwichtsbemesting is ingegaan.

### 3.2.3 Conclusies

Uit de relatief korte meetperiode (ca. 2 jaar) is gebleken dat het toepassen van evenwichtsbemesting heeft geleid tot lagere nitraat- en kaliumconcentraties in het bodemvocht verzameld onder de wortelzone (50 cm onder maaiveld). Dit verschil is echter alleen significant in raai A. In raai B is weliswaar ook een verschil gevonden, maar is daar minder duidelijk. Doordat de onderzochte percelen een andere gebruikshistorie hebben, een ander huidig beheer en het aantal meetlocaties beperkt was, zijn er meer metingen nodig over een langere monitoringsperiode om de effectiviteit van evenwichtsbemesting in algemenere zin te kunnen vaststellen. Voor fosfaat lijkt evenwichtsbemesting op basis van de meetgegevens en binnen de meetperiode van twee jaar niet of nauwelijks effect te hebben. Gezien de eigenschappen van deze stof werd dit ook niet verwacht. Fosfaat spoelt voornamelijk af naar het oppervlaktewater wanneer de bodem fosfaatverzadigd is.

---

### 3.3 Evenwichtsbemesting en bodemchemie

Plantenvoedingsstoffen komen niet alleen door het opbrengen van mest of kunstmest in het grondwatersysteem terecht, maar kunnen naast uitspoelen ook juist binden aan het bodemadsorptie-complex. Om de gegevens van het grondwater en bodemvocht beter te kunnen interpreteren, zijn in 2014 (voorafgaande aan de start met evenwichtsbemesting) en 2016 bodemmonsters verzameld in de agrarische percelen waar de peilbuizen waren geplaatst (Figuur 3). Daarnaast kan, door de gegevens van 2014 met die uit 2016 te vergelijken, een eerste indruk worden gekregen of evenwichtsbemesting ook een effect op de bodemchemische toestand van de bodem heeft ondanks het zeer korte tijdsbestek na invoering van de evenwichtsbemesting. Zoals al vermeld in paragraaf 2.1 zijn door Freriks & Van Schooten (2016) in het kader van het Praktijknetwerk Evenwichtsbemesting Boetelerveld stikstof- en fosforbalansen opgesteld voor de percelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld. Deze bodembalansen kunnen mogelijke verschillen in bodemchemie helpen interpreteren. De door hen gebruikte methode voor het berekenen van de balansen is weergegeven in Box 1.

Box 1. Bepalen bodemoverschotten (Bron: Freriks & Van Schooten, 2016)

Binnen het praktijknetwerk werden de bodemoverschotten in principe op perceelniveau berekend. Soms werd een aantal percelen geclusterd, bv. omdat de gewasopbrengst op kuilniveau werd gemeten. De gebruikte berekeningsmethodiek voor het stikstofoverschot is samengevat in Tabel I.

Tabel I

| Omschrijving posten |   | Berekeningsmethodiek  |
|---------------------|---|---|
| Aanvoer             | Organische mest   | Hoeveelheid x gehalte <sup>1)</sup>                             |
|                     | Kunstmest   | Hoeveelheid x gehalte <sup>2)</sup>                             |
|                     | Weidemest   | Hoeveelheid x gehalte <sup>3)</sup>                             |
|                     | Klaver  | O.b.v. aandeel klaver <sup>4)</sup>                             |
|                     | Depositie   | Vaste waarde: 30 kg/ha  |
| Afvoer              | Gewas geoogst   | Hoeveelheid x gehalte <sup>5)</sup>                             |
|                     | Gras geweid   | Hoeveelheid x gehalte <sup>6)</sup>                             |
|                     | Vervluchtiging toegediende organische mest en weidemest | O.b.v. toegediende en berekende hoeveelheid <sup>7)</sup>       |
|                     | Vervluchtiging kunstmest                                | O.b.v. toegediende hoeveelheid kunstmest-N per ha <sup>8)</sup> |

<sup>1)</sup> Hoeveelheid o.b.v. aantal tanks per ha en tankinhoud. Gehalte o.b.v. van één of twee mestmonsters gedurende het seizoen.

<sup>2)</sup> Hoeveelheid o.b.v. aangekochte hoeveelheid en/of inhoud kunstmeststrooiers. Gehalte o.b.v. opgegeven gehalte per kunstmestsoort.

<sup>3)</sup> Hoeveelheid op basis van aantal dieren per ha, aantal weide-uren per dier per jaar en een mestproductie van 60 l per dier per dag. Gehalte o.b.v. mestmonsters + 7 % (correctie voor stalemissie)

<sup>4)</sup> Bij klaveraandeel < 5%: 10 kg, bij klaveraandeel tussen 5 en 15%: 50 kg, bij klaveraandeel > 15% 100 kg, aandeel klaver volgens opgave deelnemer.

<sup>5)</sup> Gras: Hoeveelheid o.b.v. grashoogtemetingen of vrachten/balen wegen of kuilafmetingen. Gehalte o.b.v. kuilanalyses Snijmaïs: Hoeveelheid o.b.v. opbrengstschattingen door maïstaxatiecommissie Holten. Gehalte o.b.v. kuilanalyses

<sup>6)</sup> Hoeveelheid o.b.v. aantal dierweidedagen, opnamenormen per dier per dag minus bijvoeding. Gehalte o.b.v. afleiding van kuilanalyses, vergelijkbaar met rekenmethode K LW (Schröder et al., 2016)

<sup>7)</sup> Toegediende mest met zodenbemester: 9,5% van toegediende N-totaal (afgeleid van Schröder et al., 2016) Weidemest: 1,65% van in de weide uitgescheiden N-totaal (afgeleid van Schröder et al., 2016)

<sup>8)</sup> Op grasland 0,9% van toegediende N en op bouwland 2% van toegediende N (Schröder et al., 2016)

De gebruikte berekeningsmethodiek voor het fosfaatoverschot is samengevat in Tabel II.

Tabel II

| Omschrijving posten |                 | Berekeningsmethodiek                |
|---------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Aanvoer             | Organische mest | Hoeveelheid x gehalte <sup>1)</sup> |
|                     | Kunstmest       | Hoeveelheid x gehalte <sup>2)</sup> |
|                     | Weidemest       | Hoeveelheid x gehalte <sup>3)</sup> |
| Afvoer              | Gewas geoogst   | Hoeveelheid x gehalte <sup>4)</sup> |
|                     | Gras geweid     | Hoeveelheid x gehalte <sup>5)</sup> |

<sup>1)</sup> Hoeveelheid o.b.v. aantal tanks per ha en tankinhoud. Gehalte o.b.v. van één of twee mestmonsters gedurende het seizoen.

<sup>2)</sup> Hoeveelheid o.b.v. aangekochte hoeveelheid en/of afstelling kunstmeststrooiers. Gehalte o.b.v. opgegeven gehalte per kunstmestsoort.

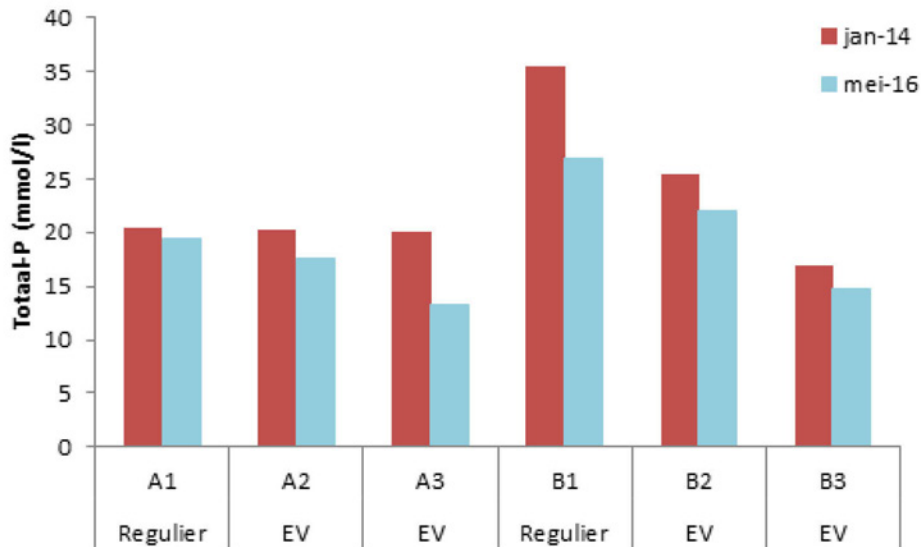
<sup>3)</sup> Hoeveelheid op basis van aantal dieren per ha, aantal weide-uren per dier per jaar en een mestproductie van 60 l per dier per uur. Gehalte o.b.v. mestmonsters

<sup>4)</sup> Gras: Hoeveelheid o.b.v. grashoogtemetingen of vrachten/balen wegen of kuilafmetingen. Gehalte o.b.v. kuilanalyses Snijmaïs: Hoeveelheid o.b.v. opbrengstschattingen door maïstaxatiecommissie Holten. Gehalte o.b.v. kuilanalyses.

<sup>5)</sup> Hoeveelheid o.b.v. aantal dierweidedagen, opnamenormen per dier per dag minus bijvoeding. Gehalte o.b.v. afleiding van kuilanalyses, vergelijkbaar met rekenmethode K LW (Schröder et al., 2016).

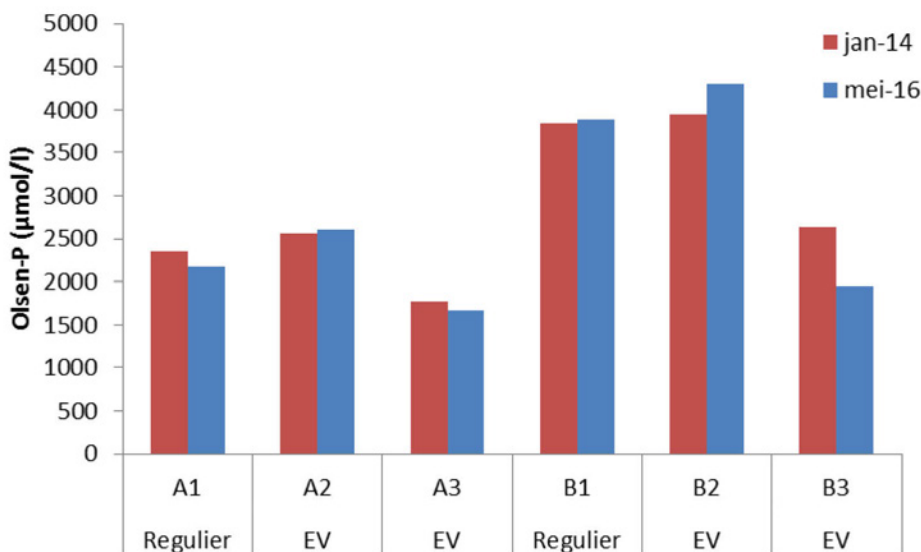
### 3.3.1 Fosfor

Bij evenwichtsbemesting (toevoer = afvoer) verwacht men dat de fosforconcentratie in de bodem gelijk blijft. De totaal-P-concentraties gemeten in de toplaag van de bodem (0-10 cm) in 2014 en 2016 verschillen nagenoeg niet van elkaar (Figuur 15), zoals verwacht. In raai A is de fosforconcentratie rond de 20 mmol/l bodem, in raai B iets hoger op de locaties B1 en B2 met concentraties rond de 30 mmol/l bodem en 25 mmol/l bodem. Deze concentraties worden veelvuldig in landbouwpercelen gemeten.



**Figuur 15** Totaal-P-concentratie gemeten in de 0-10 cm bodemlaag in mmol/l bodem in januari 2014 en mei 2016.

Ook de Olsen-P-concentratie (plantbeschikbaar fosfaat) in de toplaag (0-10cm) verschilt nagenoeg niet in de tijd (Figuur 16). In de A-raai zijn concentraties gemeten rond de 2500  $\mu\text{mol P/l}$  bodem, in de B-raai op de locaties B1 en B2 rond de 4000  $\mu\text{mol P/l}$  bodem en op locatie B3 tussen de 2000 en 2500  $\mu\text{mol P/l}$  bodem. Deze concentraties zijn normaal voor landbouwpercelen.



**Figuur 16** Olsen-P-concentratie gemeten in de 0-10 cm bodemlaag in  $\mu\text{mol/l}$  bodem in januari 2014 en mei 2016.



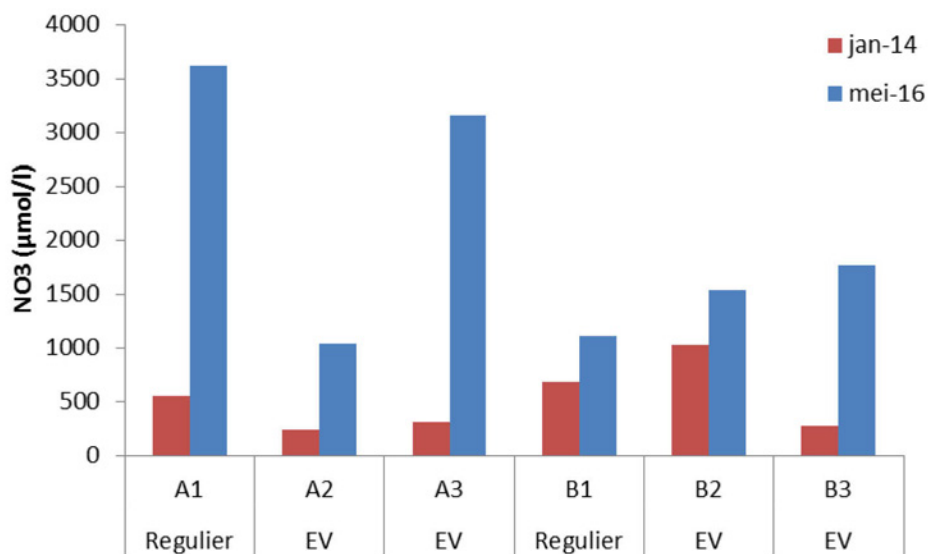
Uit de netto nutriëntenbalans (Tabel 5) bleek dat er in zowel 2014 als 2015 fosfaat werd afgevoerd uit de percelen. Ter vergelijking: de totale fosforpool in de 0-30 cm bodemlaag (wortelzone) in de bodem van de landbouwpercelen met evenwichtsbemesting (geschat op basis van metingen in de 0-10 cm bodemlaag uitgevoerd door B-WARE) is gemiddeld 2000 kg P/ha oftewel 4090 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha in de bodemlaag 0-30 cm. In de twee jaren dat er is gemonitord, is er tussen de 26 en 73 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha afgevoerd. Dat komt overeen met een afvoer van de totale P-hoeveelheid in de bodem van respectievelijk 0,64% en 1,78%.

**Tabel 5** Fosfaatbalans in kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per hectare, gemeten door Wageningen Livestock Research; zie Box 1 voor de gebruikte methodiek.

| Jaar | Opp (ha) | Fosfaat aanvoer per ha |           |           |        |            | Fosfaat afvoer per ha |           |        | Fosfaat overschot per ha |     |
|------|----------|------------------------|-----------|-----------|--------|------------|-----------------------|-----------|--------|--------------------------|-----|
|      |          | Drijfmest              | Kunstmest | Weidemest | Klaver | Deposities | Kuilgras              | Weidegras | Overig |                          |     |
| 2014 | A3       | 3,0                    | 70        | 0         | 15     | 0          | 0                     | 123       | 29     | 0                        | -67 |
|      | A2       | 2,3                    | 70        | 0         | 15     | 0          | 0                     | 123       | 29     | 0                        | -67 |
|      | B3       | 3,9                    | 70        | 0         | 15     | 0          | 0                     | 123       | 29     | 0                        | -67 |
|      | B2       | 3,2                    | 99        | 0         | 7      | 0          | 0                     | 155       | 23     | 0                        | -73 |
| 2015 | A3       | 3,0                    | 81        | 0         | 15     | 0          | 0                     | 102       | 33     | 0                        | -39 |
|      | A2       | 2,3                    | 81        | 0         | 15     | 0          | 0                     | 90        | 34     | 0                        | -28 |
|      | B3       | 3,9                    | 81        | 0         | 15     | 0          | 0                     | 101       | 33     | 0                        | -38 |
|      | B2       | 4,1                    | 97        | 0         | 20     | 0          | 0                     | 101       | 43     | 0                        | -26 |

### 3.3.2 Stikstof

De nitraatconcentraties gemeten in de toplaag (0-10 cm) van de bodem verschillen sterk tussen de jaren (Figuur 17). De metingen vonden echter plaats in een ander seizoen. De concentraties gemeten in de winter van 2014 zijn relatief laag, rond de 500 µmol NO<sub>3</sub>/l bodem. In de periode van september tot januari is het niet toegestaan dierlijke mest uit te rijden op graslandpercelen (Bron: RVO). In mei 2016 zijn de gemeten concentraties veel hoger, in raai A tussen de 1000 en 3500 µmol/l bodem en in raai B tussen de 1000 en 1500 µmol/l bodem.



**Figuur 17** Nitraatconcentratie gemeten in de 0-10 cm bodemlaag in µmol/l bodem in januari 2014 en mei 2016.

De ammoniumconcentraties in de bodem zijn in alle percelen en in zowel 2014 als 2016 vrij laag, met concentraties minder dan 500  $\mu\text{mol NH}_4$  /l bodem. De stikstofbalans (Tabel 6) laat zien dat er op de percelen in evenwichtsbemesting in 2014 stikstof is afgevoerd en er in 2015 sprake was van een klein stikstofoverschot, vergelijkbaar met de stikstofdepositie. Ter vergelijking: de totale hoeveelheid stikstof in de bodem van de onderzochte landbouwpercelen is 152214 kg N-NO<sub>3</sub>/ha en 36862 kg N-NH<sub>4</sub>/ha. Op de totale stikstofbalans van de bodem maken de verschillen tussen aanvoer en afvoer in de nutriëntenbalansen in deze relatief korte tijdsperiode nauwelijks verschil.

**Tabel 6** Stikstofbalans in kg N per hectare gemeten door Wageningen Livestock Research; zie Box 1 voor de gebruikte methodiek.

| Jaar |    | Opp (ha) | Stikstof aanvoer per ha |           |           |        |           | Stikstof afvoer per ha |           |                  | Stikstof overschot per ha |
|------|----|----------|-------------------------|-----------|-----------|--------|-----------|------------------------|-----------|------------------|---------------------------|
|      |    |          | Drijfmest               | Kunstmest | Weidemest | Klaver | Depositie | Kuilgras               | Weidegras | Overig (emissie) |                           |
| 2014 | A3 | 3,0      | 207                     | 151       | 44        | 0      | 30        | 344                    | 85        | 22               | -19                       |
|      | A2 | 2,3      | 207                     | 151       | 44        | 0      | 30        | 344                    | 85        | 22               | -19                       |
|      | B3 | 3,9      | 207                     | 151       | 44        | 0      | 30        | 344                    | 85        | 22               | -19                       |
|      | B2 | 3,2      | 337                     | 139       | 24        | 0      | 30        | 488                    | 88        | 32               | -80                       |
| 2015 | A3 | 3,0      | 202                     | 155       | 36        | 0      | 30        | 299                    | 99        | 21               | 5                         |
|      | A2 | 2,3      | 202                     | 150       | 37        | 0      | 30        | 265                    | 100       | 21               | 33                        |
|      | B3 | 3,9      | 202                     | 169       | 36        | 0      | 30        | 297                    | 98        | 21               | 21                        |
|      | B2 | 4,1      | 242                     | 145       | 50        | 0      | 30        | 282                    | 106       | 26               | 52                        |

### 3.3.3 Aluminium, ijzer en calcium

De toplaag van bodem (0-10cm) in de proefpercelen bevat gebruikelijke concentraties aluminium (rond de 100 mmol/l bodem, Tabel 7). De aluminiumconcentratie varieert nauwelijks tussen de percelen. De bodem (0-10 cm) is niet bijzonder ijzerrijk met concentraties tussen de 18 en 67 mmol/l bodem. Ook de calciumconcentraties (0-10 cm) zijn normaal voor graslandpercelen en variëren tussen de 25 en 52 mmol/l bodem.

**Tabel 7** Aluminium-, IJzer- en Calciumconcentraties gemeten in de toplaag van de bodem (0-10 cm) in 2014 en 2016 in mmol/l bodem.

|           |                     | 2014         | 2016 | 2014         | 2016 | 2014         | 2016 |
|-----------|---------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
|           |                     | Aluminium    |      | IJzer        |      | Calcium      |      |
|           |                     | mmol/l bodem |      | mmol/l bodem |      | mmol/l bodem |      |
| <b>A1</b> | Regulier beheer     | 94           | 91   | 34           | 47   | 38           | 32   |
| <b>A2</b> | Evenwichtsbemesting | 155          | 95   | 28           | 18   | 42           | 30   |
| <b>A3</b> | Evenwichtsbemesting | 126          | 92   | 67           | 58   | 51           | 25   |
| <b>B1</b> | Regulier beheer     | 171          | 87   | 54           | 54   | 52           | 34   |
| <b>B2</b> | Evenwichtsbemesting | 81           | 74   | 20           | 15   | 41           | 31   |
| <b>B3</b> | Evenwichtsbemesting | 139          | 97   | 22           | 20   | 28           | 30   |

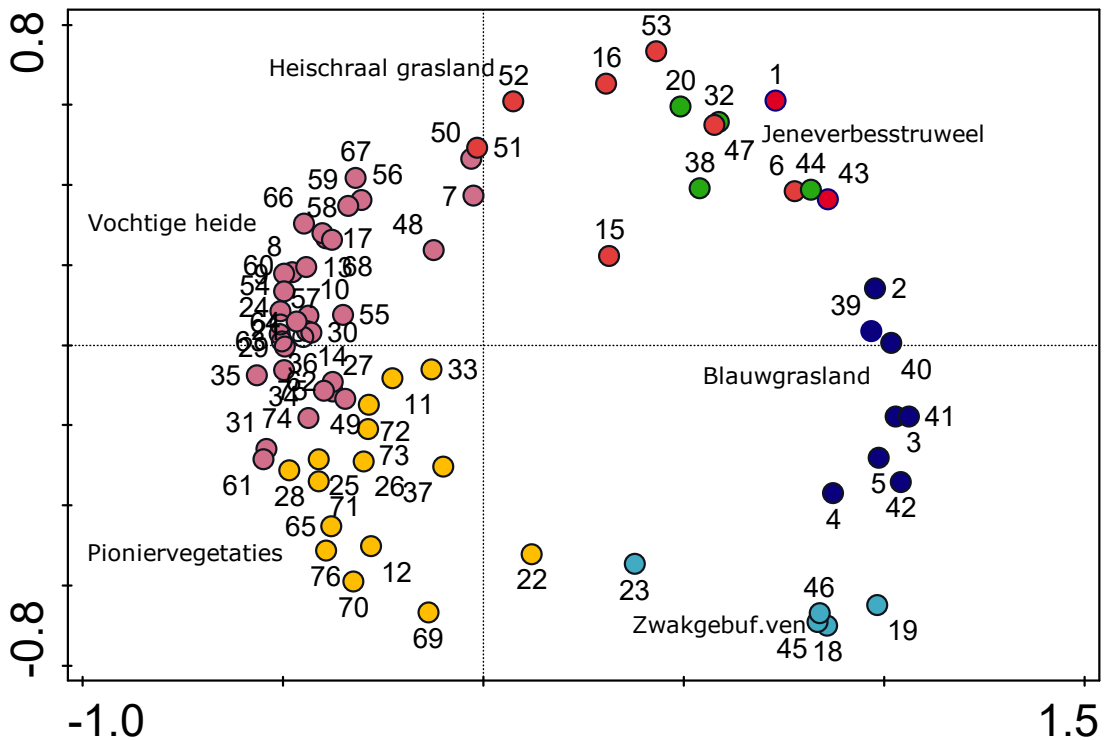
### 3.3.4 Conclusies bodemchemie

Er is na twee jaar geen effect van evenwichtsbemesting aantoonbaar op de bodemchemie van de toplaag (0-10cm), wat ook niet werd verwacht binnen deze korte onderzoeksperiode. De gemeten waarden zijn "normaal" voor landbouwgronden en de verschillen tussen de percelen zijn niet extreem.

### 3.4 Vegetatiemonitoring

In de 76 vegetatieopnamen uitgevoerd in juli 2013 en 2015 zijn in totaal 135 plantensoorten aangetroffen, waaronder 23 soorten mossen en korstmossen en 112 soorten vaatplanten. De vegetatieopnamen van 2013 en 2015 zijn geanalyseerd met een multivariate analyse (*Principal Component Analysis*), waarbij de opnamen zijn geclusterd op basis van similariteit in soortensamenstelling. Het resultaat staat in Figuur 18. Opnamen behorend tot eenzelfde habitattypen komen gegroepeerd voor in clusters. Vooral het type Heischrale graslanden kent een breed soortenspectrum met zowel elementen van Vochtige heiden als van Blauwgraslanden. Het komt dan ook voor als smalle gordel op de overgang van beide typen.

De resultaten van de vegetatiemonitoring worden hieronder beschreven per habitattypen, beginnend met een beschrijving van de nulsituatie, de kwaliteit van het habitattypen op moment van aanwijzing (2004), gevolgd door een beschrijving van de actuele situatie.



**Figuur 18** PCA-diagram van de vegetatieopnamen van 2013/2015 van het Boetelerveld, waarbij de opnamen zijn geordend op basis van similariteit in soortensamenstelling; geel: Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150), paars: Vochtige heiden (H4010A); rood: Heischrale graslanden (H6230); groen: Jeneverbesstruwelen (H5130), donkerblauw (Blauwgraslanden (H6410) en lichtblauw: Zwakgebufferde vennen (H3130).

**Tabel 8** Samenvattend overzicht van de kwaliteit van de habitattypen op basis van het voorkomen van typische soorten, vegetatietypen indicatief voor een goede of matige kwaliteit van het habitattypen en overige kenmerken van een goede structuur en functie.

| Habitatype | Opnamen | Typische soorten | Vegetatietypen | Overige kenmerken goede S&F | Eindoordeel |
|------------|---------|------------------|----------------|-----------------------------|-------------|
| H3130      | 5       | M                | 5G             | M                           | M           |
| H4010      | 36      | M                | 19G/17M        | G                           | M           |
| H5130      | 2       | n.v.t.           | 2M             | M                           | M           |
| H6230      | 8       | M                | 4G/4M          | M                           | M           |
| H6410      | 6       | M                | 5G/1M          | M                           | M           |
| H7150      | 16      | G                | 12G/4M         | G                           | G           |
| totaal     | 73      |                  |                |                             |             |

NB Drie opnamen konden op basis van de soortensamenstelling niet worden toegewezen aan een habitatype.

### 3.4.1 Zwakgebufferde vennen (H3130)

#### Nulsituatie (2004)

Het habitatype is nagenoeg geheel beperkt tot het Grote Rietgat. Na de herstelmaatregelen uitgevoerd rond 2000 hebben zich begroeiingstypen ontwikkeld van het habitatype Zwakgebufferde vennen, waaronder de associatie van Stijve moerasweegbree en Ongelijkbladig fonteinkruid. Het gaat om onder meer Oeverkruid (*Littorella uniflora*), Vlottende bies (*Eleogiton fluitans*), Veelstengelige waterbies (*Eleocharis multicaulis*), Stijve moerasweegbree (*Baldellia ranunculoides subsp. ranunculoides*) en Drijvende waterweegbree (*Luronium natans*). In de periode 2000-2004 zijn 7 van in totaal 13 typische soorten aangetroffen (Bijlage 7). De kwaliteit was matig vanwege het beperkte aantal typische soorten en het beperkte areaal waarin dit habitatype voorkomt.

#### Actuele situatie

In 2013/2015 zijn in de opnamen in dit habitatype in totaal 37 soorten aangetroffen (Tabel 9). Van de 13 typische soorten voor dit habitatype zijn er 5 aangetroffen. In de periode 1980-1999 (vóór het opschonen van het ven) was dit één soort (Duizendknoopfonteinkruid; Bijlage 7). De aangetroffen vegetatietypen indiceren een goede kwaliteit (Tabel 8). De bedekking van Knolrus en/of veenmossen (Geoord veenmos) bedroeg gemiddeld <5%. De kwaliteit van het habitatype is beoordeeld als matig, vanwege het beperkte aantal typische soorten en de beperkte omvang die ver ligt onder de functionele omvang (paragraaf 2.3).

**Tabel 9** Soortenlijst van plantensoorten (vaatplanten, mossen en korstmossen) aangetroffen in de vegetatieopnamen (n=5) in juli 2013 en juli 2015 in het habitatype Zwakgebufferde vennen (H3130) in het Boetelerveld. In blauw de typische soorten voor dit habitatype.

| Soort                                      | Typische soorten         | 2013 | 2015 |
|--|--------------------------|------|------|
| <i>Agrostis canina</i>                     | moerasstruisgras         | x    |      |
| <i>Agrostis stolonifera</i>                | fioringras               | x    | x    |
| <i>Baldellia ranunculoides ssp. repens</i> | kruidende moerasweegbree |      |      |
| <i>Calliergonella cuspidata</i>            | gewoon puntmos           | x    | x    |
| <i>Carex elata</i>                         | stijve zegge             | x    | x    |
| <i>Carex nigra</i>                         | zwarte zegge             | x    |      |
| <i>Carex oedocarpa ss</i>                  | lage zegge               | x    | x    |
| <i>Carex panicea</i>                       | blauwe zegge             | x    |      |
| <i>Carex pilulifera</i>                    | pilzegge                 |      | x    |
| <i>Carex rostrata</i>                      | snavelzegge              | x    |      |
| <i>Carex vesicaria</i>                     | blaaszegge               | x    | x    |
| <i>Deschampsia setacea</i>                 | moerassmele              |      |      |
| <i>Drosera intermedia</i>                  | kleine zonnedauw         | x    |      |
| <i>Elatine hexandra</i>                    | gesteeld glaskroos       |      |      |

| Soort                                       |                             | Typische soorten | 2013 | 2015 |
|---|-----------------------------|------------------|------|------|
| <i>Eleocharis multicaulis</i>               | veelstengelige waterbies    | x                | x    | x    |
| <i>Eleocharis palustris</i>                 | gewone waterbies            |                  |      | x    |
| <i>Eleogiton fluitans</i>                   | vloftende bies              | x                | x    | x    |
| <i>Galium palustre ss</i>                   | moeraswalstro               |                  | x    | x    |
| <i>Hydrocotyle vulgaris</i>                 | waternavel                  |                  | x    | x    |
| <i>Hypericum elodes</i>                     | moerashertshooi             | x                |      |      |
| <i>Juncus bulbosus</i>                      | knolrus                     |                  | x    | x    |
| <i>Juncus effusus</i>                       | pitrus                      |                  | x    |      |
| <i>Littorella uniflora</i>                  | oeverkruid                  | x                | x    |      |
| <i>Luronium natans</i>                      | drijvende waterweegbree     | x                |      |      |
| <i>Luronium ranunculoides ss</i>            | stijve waterweegbree        |                  | x    | x    |
| <i>Lycopus europaeus</i>                    | wolfspoot                   |                  | x    |      |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>                  | gewone wederik              |                  | x    | x    |
| <i>Lythrum salicaria</i>                    | kattenstaart                |                  | x    | x    |
| <i>Mentha aquatica</i>                      | watermunt                   |                  | x    | x    |
| <i>Mentha arvensis</i>                      | akkermunt                   |                  | x    | x    |
| <i>Molinia caerulea</i>                     | pijpenstrootje              |                  | x    |      |
| <i>Persicaria hydropiper</i>                | waterpeper                  |                  | x    |      |
| <i>Phragmites australis</i>                 | riet                        |                  | x    | x    |
| <i>Pilularia globulifera</i>                | piilvaren                   | x                | x    | x    |
| <i>Potamogeton gramineus</i>                | ongelijkbladig fonteinkruid | x                |      | x    |
| <i>Potamogeton polygonifolius</i>           | duizendknoopfonteinkruid    | x                |      |      |
| <i>Potentilla anserina</i>                  | zilver schoon               |                  | x    | x    |
| <i>Ranunculus flammula</i>                  | egelboterbloem              |                  | x    | x    |
| <i>Ranunculus ololeucos</i>                 | witte waterranonkel         | x                |      |      |
| <i>Salix cinerea</i>                        | grauwe wilg                 |                  | x    |      |
| <i>Samolus valerandi</i>                    | waterpunge                  |                  | x    | x    |
| <i>Sparganium natans</i>                    | kleinste egelskop           | x                |      |      |
| <i>Sphagnum denticulatum</i>                | geoord veenmos              |                  | x    |      |
| <i>Veronica scutellata</i>                  | schild(vrucht)ereprijs      |                  | x    | x    |
| <i>Warnstorfia (drepanocladus) fluitans</i> | vensikkelmos                |                  | x    |      |

### 3.4.2 Vochtige heiden (H4010A)

#### Nulsituatie (2004)

Ruim een derde van het gebied bestaat uit natte tot vochtige heide met naast Gewone dophei (*Erica tetralix*) ook Bruine snavelbies (*Rhynchospora fusca*), Kleine zonnedaauw (*Drosera intermedia*), Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), Veenbies (*Trichophorum cespitosum subsp. germanicum*), Moeraswolfsklauw (*Lycopodiella inundata*) en – op één plek – Beenbreek (*Narthecium ossifragum*). Periodiek plaggen en seizoensbegrazing met runderen zijn maatregelen om de vergrassing van de heide tegen te gaan. Het Heideblauwtje (*Plebeius argus*) profiteert hiervan en komt in de zomermaanden vaak massaal voor. Op plaatsen waar nog geen herstelbeheer heeft plaatsgevonden, domineert Pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). In de periode 2000-2004 zijn 2 van in totaal 7 typische soorten aangetroffen (Bijlage 7). De kwaliteit is op grond daarvan als matig beoordeeld.

#### Actuele situatie

In 2013/2015 zijn in de opnamen (n=30) in dit habitatype in totaal 34 soorten aangetroffen (Tabel 10). Slechts 1 van de 7 typische soorten voor dit habitatype (Veenbies) is in de opnamen aangetroffen. Op basis van het beperkt aantal typische soorten en het frequent voorkomen van vegetatietypen die een matige kwaliteit indiceren (Tabel 8) is het habitatype beoordeeld als van matige kwaliteit. De omvang van het type beantwoordt aan de eis van enkele tientallen hectares voor een goede structuur en functie.

**Tabel 10** Soortenlijst van plantensoorten (vaatplanten, mossen en korstmossen) aangetroffen in de vegetatieopnamen in juli 2013 (n=15) en juli 2015 (n=15) in het habitatype Vochtige heiden (H4010A) in het Boetelerveld.

| Soort   |                           | Typische soorten | 2013 | 2015 |
|---|---------------------------|------------------|------|------|
| <i>Agrostis canina</i>                                | moerasstruisgras          |                  | x    |      |
| <i>Agrostis capillaris</i>                            | gewoon struisgras         |                  |      | x    |
| <i>Amelanchier lamarckii</i>                          | Drents krentenboompje     |                  |      | x    |
| <i>Betula pubescens</i>                               | zachte berk               |                  | x    | x    |
| <i>Betula verrucosa</i>                               | ruwe berk                 |                  | x    | x    |
| <i>Calluna vulgaris</i>                               | struikhei                 |                  | x    | x    |
| <i>Campylopus brevipilus</i>                          | kortharig kronkelsteeltje | x                |      |      |
| <i>Campylopus introflexus</i>                         | grijs kronkelsteeltje     |                  | x    | x    |
| <i>Campylopus retroflexus</i>                         | breekblaadje              |                  |      | x    |
| <i>Carex oedocarpa</i> ss                             | lage zegge                |                  |      |      |
| <i>Carex panicea</i>                                  | blauwe zegge              |                  |      | x    |
| <i>Carex pilulifera</i>                               | pilzegge                  |                  | x    | x    |
| <i>Cladonia fimbriata</i>                             | kopjes-bekermos           |                  | x    |      |
| <i>Cladonia floerkeana</i>                            | rode heidelucifer         |                  | x    | x    |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>                           | bochtige smele            |                  |      | x    |
| <i>Dicranella heteromalla</i>                         | gewoon plusjesmos         |                  | x    | x    |
| <i>Dicranum scoparium</i>                             | gewoon gaffeltandmos      |                  |      | x    |
| <i>Drosera intermedia</i>                             | kleine zonnedaauw         |                  | x    | x    |
| <i>Eleocharis multicaulis</i>                         | veelstengelige waterbies  |                  |      | x    |
| <i>Erica tetralix</i>                                 | dopheide                  |                  | x    | x    |
| <i>Falium hercynicum</i>                              | liggend walstro           |                  | x    |      |
| <i>Frangula alnus</i>                                 | vuilboom                  |                  |      | x    |
| <i>Gentiana pneumonanthe</i>                          | klokjesgentiaan           | x                |      |      |
| <i>Gymnocolea inflata</i>                             | broedkelkje               | x                |      |      |
| <i>Hypnum cupressiforme</i>                           | gewoon klauwtjesmos       |                  | x    | x    |
| <i>Juncus squarrosus</i>                              | trekrus                   |                  | x    |      |
| <i>Molinia caerulea</i>                               | pijpenstrootje            |                  | x    | x    |
| <i>Narthecium ossifragum</i>                          | beenbreek                 | x                |      |      |
| <i>Pinus sylvestris</i>                               | grove den                 |                  | x    | x    |
| <i>Pleurozium schreberi</i>                           | groot laddermos           |                  | x    | x    |
| <i>Polytrichum commune</i>                            | gewoon haarmos            |                  |      | x    |
| <i>Polytrichum piluliferum</i>                        | zandhaarmos               |                  |      | x    |
| <i>Quercus robur</i>                                  | zomereik                  |                  |      | x    |
| <i>Rumex acetosella</i>                               | schapenzuring             |                  |      | x    |
| <i>Rynchospora fusca</i>                              | bruine snavelbies         |                  | x    | x    |
| <i>Salix aurita</i>                                   | geoorde wilg              |                  |      | x    |
| <i>Sphagnum compactum</i>                             | kussentjesveenmos         | x                |      |      |
| <i>Sphagnum cuspidatum</i>                            | waterveenmos              |                  |      | x    |
| <i>Sphagnum tenellum</i>                              | zacht veenmos             | x                |      |      |
| <i>Trichophorum cespitosum</i> ssp. <i>germanicum</i> | veenbies                  | x                | x    | x    |

### 3.4.3 Jeneverbesstruwelen (H5130)

#### Nulsituatie (2004)

Het habitatype Jeneverbestruwelen (H5130) komt nog slechts sporadisch voor in het gebied aan de rand van het Kleine Turfgat. Het gaat om slechts enkele struiken. Deze begroeiing behoort tot de zeldzame plantengemeenschap met hondсроos (*Roso-Juniperetum*) (Provincie Overijssel, 2015). De kwaliteit is als matig beoordeeld op basis van het zeer beperkte oppervlak waarin het type in het gebied voorkomt.

### Actuele situatie

In 2013/2015 zijn in de opnamen (n=4) in dit habitatype in totaal 46 soorten aangetroffen (Tabel 11). Het habitatype kent geen typische soorten. De vegetatietypen in dit habitatype indiceren een matige kwaliteit (Tabel 8). De kwaliteit is beoordeeld als matig, omdat er geen sprake is van een gevarieerde leeftijdsopbouw, de vegetatietypen indicatief voor een matige kwaliteit en het oppervlak ver onder de functionele omvang ligt (paragraaf 2.3). De grasbedekking is laag.

**Tabel 11** Soortenlijst van plantensoorten (vaatplanten, mossen en korstmossen) aangetroffen in de vegetatieopnamen in juli 2013 (n=3) en juli 2015 (n=1) in het habitatype Jeneverbesstruwelen (H5130) in het Boetelerveld.

| Soort                               | Typische soorten            | 2013 | 2015 |
|-------------------------------------|-----------------------------|------|------|
| <i>Agrostis canina</i>              | moerasstruisgras            | x    |      |
| <i>Agrostis capillaris</i>          | gewoon struisgras           | x    | x    |
| <i>Agrostis stolonifera</i>         | fioringras                  | x    |      |
| <i>Atrichum undulatum</i>           | groot rimpelmos             | x    |      |
| <i>Betula pubescens</i>             | zachte berk                 | x    | x    |
| <i>Betula verrucosa</i>             | ruwe berk                   | x    | x    |
| <i>Calamagrostis canescens</i>      | hennegras                   |      | x    |
| <i>Ceratocarpus claviculata</i>     | rankende helmbloem          | x    |      |
| <i>Cirsium palustris</i>            | kale jonker                 | x    | x    |
| <i>Crataegus monogyna</i>           | eenstijlige meidoorn        | x    |      |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>        | ruwe smele                  | x    |      |
| <i>Dicranum scoparium</i>           | gewoon gaffeltandmos        | x    |      |
| <i>Dryopteris carthusiana</i>       | smalle stekelvaren          | x    |      |
| <i>Equisetum palustris</i>          | moeraspaardenstaart, lidrus | x    |      |
| <i>Eurhynchium praelongum</i>       | fijn laddermos              | x    |      |
| <i>Frangula alnus</i>               | vuilboom                    | x    | x    |
| <i>Galium mollugo</i>               | glad walstro                | x    |      |
| <i>Holcus mollis</i>                | gladde witbol               | x    |      |
| <i>Hylocomium splendens</i>         | glanzend (gewoon) etagemos  | x    |      |
| <i>Hypnum cupressiforme</i>         | gewoon klauwtjesmos         | x    |      |
| <i>Juncus effusus</i>               | pitrus                      | x    | x    |
| <i>Juncus subuliflorus</i>          | biezenknoppen               | x    | x    |
| <i>Juniperus communis</i>           | jeneverbes                  | x    | x    |
| <i>Lonicera periclymenum</i>        | kamperfoelie                | x    |      |
| <i>Lotus pedunculatus</i>           | moerasrolklaver             | x    |      |
| <i>Luzula multiflora multiflora</i> | veelbl veldbies             |      | x    |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>          | gewone wederik              |      | x    |
| <i>Molinia caerulea</i>             | pijpenstrootje              | x    | x    |
| <i>Phragmites australis</i>         | riet                        | x    | x    |
| <i>Pinus sylvestris</i>             | grove den                   | x    |      |
| <i>Pleurozium schreberi</i>         | groot laddermos             | x    |      |
| <i>Poa pratensis</i>                | veldbeemdgras               | x    |      |
| <i>Polytrichum commune</i>          | gewoon haarmos              | x    |      |
| <i>Populus tremula</i>              | ratelpopulier               | x    |      |
| <i>Potentilla erecta</i>            | tomentil                    | x    | x    |
| <i>Prunus serotina</i>              | Amerikaanse vogelskers      | x    |      |
| <i>Prunus spinosa</i>               | (gewone) sleedoorn          |      | x    |
| <i>Quercus robur</i>                | zomereik                    | x    | x    |
| <i>Ranunculus repens</i>            | kruidende boterbloem        | x    |      |
| <i>Rhytidadelphus squarrosus</i>    | gewoon haakmos              | x    |      |
| <i>Rosa cf canina</i>               | vermoedelijk hondsroos      | x    |      |
| <i>Rubus fruticosus agg</i>         | zwarte braam                | x    | x    |
| <i>Salix cinerea</i>                | grauwe wilg                 |      | x    |
| <i>Sorbus aucuparia</i>             | lijsterbes                  | x    |      |
| <i>Taraxacum officinale</i>         | gewone paardenbloem         | x    |      |
| <i>Viburnum opulus</i>              | Gelderse roos               | x    |      |

### 3.4.4 Heischrale graslanden (H6230)

#### Nulsituatie (2004)

Heischraal grasland komt voor in een smalle gordel op de overgang van vochtige heiden naar blauwgrasland, aan de bovenzijde van het Kleine Turfgat. Verder komt het op enkele plekken fragmentair voor in lintvormige stroken langs paden met borstelgras (*Nardus stricta*). In de periode 2000-2004 zijn 3 van in totaal 10 typische soorten aangetroffen (Bijlage 7). De kwaliteit is als matig beoordeeld vanwege het beperkte aantal typische soorten.

#### Actuele situatie

In 2013/2015 zijn in de opnamen (n=11) in dit habitatype in totaal 52 soorten aangetroffen (Tabel 12). Van de 10 typische soorten voor dit habitatype zijn er 3 aangetroffen in de opnamen. Een aanzienlijk deel van de vegetatietypen aangetroffen in dit type indiceert een matige kwaliteit van dit habitatype (Tabel 8). De opslag van struiken en bomen in dit type is gering. De kwaliteit is beoordeeld als matig, gezien het beperkte aantal typische soorten, de vegetatietypen indicatief voor een matige kwaliteit en de actuele omvang die veel kleiner is dan de omvang van enkele hectares die nodig wordt geacht voor een goed functioneren (paragraaf 2.3).

**Tabel 12** Soortenlijst van plantensoorten (vaatplanten, mossen en korstmossen) aangetroffen in de vegetatieopnamen in juli 2013 (n=4) en juli 2015 (n=7) in het habitatype Heischrale graslanden (H6230) in het Boetelerveld.

| Soort                            |                       | Typische soorten | 2013 | 2015 |
|----------------------------------|-----------------------|------------------|------|------|
| <i>Agrostis canina</i>           | moerasstruisgras      |                  | x    |      |
| <i>Agrostis capillaris</i>       | gewoon struisgras     |                  | x    | x    |
| <i>Amelanchier lamarckii</i>     | Drents krentenboompje |                  | x    |      |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>     | reukgras              |                  | x    |      |
| <i>Arnica montana</i>            | valkruid              | x                |      |      |
| <i>Atrichum undulatum</i>        | groot rimpelmos       |                  | x    |      |
| <i>Aulacomnium palustre</i>      | roodviltmos           |                  | x    |      |
| <i>Betula pubescens</i>          | zachte berk           |                  |      | x    |
| <i>Calluna vulgaris</i>          | struikhei             |                  | x    | x    |
| <i>Campylopus introflexus</i>    | grijs kronkelsteeltje |                  |      | x    |
| <i>Campylopus retroflexus</i>    | breekblaadje          |                  |      | x    |
| <i>Carex ericetorum</i>          | heidezegge            | x                |      |      |
| <i>Carex nigra</i>               | zwarte zegge          |                  | x    | x    |
| <i>Carex ovalis</i>              | hazenzegge            |                  | x    | x    |
| <i>Carex panicea</i>             | blauwe zegge          |                  | x    | x    |
| <i>Carex pilulifera</i>          | pilzegge              |                  |      | x    |
| <i>Cerastium triviale</i>        | gewone hoornbloem     |                  | x    |      |
| <i>Ceratocarpus claviculata</i>  | rankende helmblom     |                  | x    | x    |
| <i>Dactylorhiza viridis</i>      | groene nachtorchis    | x                |      |      |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>     | ruwe smele            |                  |      | x    |
| <i>Deschampsia flexuosa</i>      | bochtige smele        |                  |      | x    |
| <i>Dicranum scoparium</i>        | gewoon gaffeltandmos  |                  |      | x    |
| <i>Erica tetralix</i>            | dopheide              |                  | x    | x    |
| <i>Eurhynchium praelongum</i>    | fijn laddermos        |                  | x    |      |
| <i>Festuca filiformis</i>        | fijn schapengras      |                  | x    |      |
| <i>Frangula alnus</i>            | vuilboom              |                  | x    | x    |
| <i>Galium saxatile</i>           | liggend walstro       | x                | x    | x    |
| <i>Gentiana pneumonanthe</i>     | klokjesgentiaan       |                  |      | x    |
| <i>Hieracium spec, kiemplant</i> | havikskruid           |                  | x    |      |
| <i>Holcus mollis</i>             | gladde witbol         |                  |      | x    |
| <i>Hypnum cupressiforme</i>      | gewoon klauwtjesmos   |                  | x    | x    |
| <i>Juncus effusus</i>            | pitrus                |                  | x    | x    |
| <i>Juncus squarrosus</i>         | trekrus               |                  | x    | x    |
| <i>Juncus subuliflorus</i>       | biezenknoppen         |                  | x    | x    |



| Soort                            |                           | Typische soorten | 2013 | 2015 |
|----------------------------------|---------------------------|------------------|------|------|
| <i>Juncus tenuis</i>             | tengere rus               |                  | x    |      |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>       | gewone wederik            |                  | x    |      |
| <i>Molinia caerulea</i>          | pijpenstrootje            |                  | x    | x    |
| <i>Nardus stricta</i>            | borstelgras               | x                |      | x    |
| <i>Pedicularis sylvatica</i>     | heidekartelblad           | x                |      |      |
| <i>Phragmites australis</i>      | riet                      |                  | x    |      |
| <i>Pinus sylvestris</i>          | grove den                 |                  | x    | x    |
| <i>Platanthera bifolia</i>       | welriekende nachtorchis   | x                | x    |      |
| <i>Pleurozium schreberi</i>      | groot laddermos           |                  | x    | x    |
| <i>Poa annua</i>                 | straatgras                |                  |      | x    |
| <i>Polygala serpyllifolia</i>    | liggende vleugeltjesbloem | x                |      |      |
| <i>Polytrichum cf formosum</i>   | fraai haarmos             |                  | x    |      |
| <i>Polytrichum commune</i>       | gewoon haarmos            |                  | x    | x    |
| <i>Potentilla erecta</i>         | tormentil                 |                  | x    | x    |
| <i>Quercus robur</i>             | zomereik                  |                  | x    | x    |
| <i>Ranunculus repens</i>         | kruidende boterbloem      |                  | x    |      |
| <i>Rhynchospora fusca</i>        | bruine snavelbies         |                  |      | x    |
| <i>Rhytidadelphus squarrosus</i> | gewoon haakmos            |                  | x    | x    |
| <i>Rubus fruticosus agg</i>      | zwarte braam              |                  | x    | x    |
| <i>Rumex acetosella</i>          | schapenzuring             |                  |      | x    |
| <i>Scirpus cespitosus ss</i>     | veenbies                  |                  |      | x    |
| <i>Sieglingia decumbens</i>      | tandjesgras               |                  |      | x    |
| <i>Sorbus aucuparia</i>          | lijsterbes                |                  |      | x    |
| <i>Spiranthes spiralis</i>       | herfstschroeforchis       | x                |      |      |
| <i>Stachys officinalis</i>       | betonie                   | x                |      |      |

### 3.4.5 Blauwgraslanden (H6410)

#### Nulsituatie (2004)

In het Kleine Turfgat, een venachtige laagte die nog geen halve hectare groot is, bevindt zich orchideeënrijk Blauwgrasland (H6410) met zeggen als Blonde zegge (*Carex hostiana*), Zeegroene zegge (*Carex flacca*) en Blauwe zegge (*Carex panicea*). De soortenrijke vegetatie bevat verder onder meer Vleeskleurige orchis (*Dactylorhiza incarnata*), Welriekende nachtorchis (*Platanthera bifolia*), Gevlekte orchis (*Dactylorhiza maculata*), Melkvioltje (*Viola persicifolia*) en Addertong (*Ophioglossum vulgatum*). Langs de rand van de laagte groeit Jeneverbes, samen met een aantal bramensoorten (o.a. Gedraaide stokbraam, *Rubus vigorosus*) en Hondstroos (*Rosa canina*). In de periode 2000-2004 zijn nog 5 van de 10 typische soorten aangetroffen (Bijlage 7). De kwaliteit is op grond daarvan als matig beoordeeld.

#### Actuele situatie

In 2013-2015 zijn in de opnamen (n=10) in dit habitatype in totaal 70 soorten aangetroffen (Tabel 13). Van de 10 typische soorten voor dit habitatype zijn er 3 aangetroffen in de opnamen. De aangetroffen vegetatietypen indiceren merendeels een goede kwaliteit (Tabel 8). De kwaliteit wordt als matig beoordeeld vanwege het beperkte aantal typische soorten en de actuele omvang die veel kleiner is dan de omvang van enkele hectares die nodig wordt geacht voor een goed functioneren (paragraaf 2.3).

**Tabel 13** Soortenlijst van plantensoorten (vaatplanten, mossen en korstmossen) aangetroffen in de vegetatieopnamen in juli 2013 (n=5) en juli 2015 (n=5) in het habitatype Blauwgraslanden (H6410) in het Boetelerveld.

| Soort                               |                                 | Typische soorten | 2013 | 2015 |
|-------------------------------------|---------------------------------|------------------|------|------|
| <i>Achillea ptarmica</i>            | wilde bertram                   |                  | x    | x    |
| <i>Agrostis canina</i>              | moerasstruisgras                |                  | x    | x    |
| <i>Agrostis capillaris</i>          | gewoon struisgras               |                  | x    | x    |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i>        | reukgras                        |                  | x    | x    |
| <i>Atrichum undulatum</i>           | groot rimpelmos                 |                  | x    | x    |
| <i>Betula pubescens</i>             | zachte berk                     |                  | x    | x    |
| <i>Brachythecium rutalulum</i>      | gewoon dikkopmos                |                  | x    |      |
| <i>Calamagrostis canescens</i>      | hennegras                       |                  | x    | x    |
| <i>Calliergonella cuspidata</i>     | gewoon puntmos                  |                  | x    | x    |
| <i>Cardamine pratensis</i>          | pinksterbloem                   |                  |      | x    |
| <i>Carex buxbaumii</i>              | knotzegge                       | x                |      |      |
| <i>Carex hostiana</i>               | blonde zegge                    | x                |      |      |
| <i>Carex nigra</i>                  | zwarte zegge                    |                  | x    |      |
| <i>Carex panicea</i>                | blauwe zegge                    | x                | x    | x    |
| <i>Carex pulicaris</i>              | vlozegge                        | x                |      |      |
| <i>Carex vesicaria</i>              | blaaszegge                      |                  | x    | x    |
| <i>Carum verticillatum</i>          | kranskarwij                     | x                |      |      |
| <i>Centaurea jacea</i>              | gewoon knoepkruid               |                  | x    | x    |
| <i>Cirsium dissectum</i>            | Spaanse ruiter                  | x                |      |      |
| <i>Cirsium palustris</i>            | kale jonker                     |                  | x    | x    |
| <i>Climacium dendroides</i>         | boompjesmos                     |                  | x    |      |
| <i>Crataegus monogyna</i>           | eenstijlige meidoorn            |                  |      | x    |
| <i>Dactylorhiza cf maculata ss</i>  | vermoedelijk gevlekte orchis    |                  | x    |      |
| <i>Dactylorhiza maculata ss r</i>   | geklekte orchis                 |                  |      | x    |
| <i>Deschampsia cespitosa</i>        | ruwe smele                      |                  | x    | x    |
| <i>Dryopteris carthusiana</i>       | smalle stekelvaren              |                  | x    |      |
| <i>Equisetum palustris</i>          | moeraspaardenstaart, lidrus     |                  | x    |      |
| <i>Erica tetralix</i>               | dopheide                        |                  | x    |      |
| <i>Eurhynchium praelongum</i>       | fijn laddermos                  |                  | x    |      |
| <i>Festuca rubra</i>                | rood zwenkgras                  |                  |      | x    |
| <i>Filipendula ulmaria</i>          | moerasspirea                    |                  | x    | x    |
| <i>Frangula alnus</i>               | vuilboom                        |                  | x    | x    |
| <i>Galium palustre ss</i>           | moeraswalstro                   |                  | x    | x    |
| <i>Galium uliginosum</i>            | ruw walstro                     |                  | x    | x    |
| <i>Holcus lanatus</i>               | zachte witbol                   |                  | x    |      |
| <i>Holcus mollis</i>                | gladde witbol                   |                  | x    | x    |
| <i>Iris pseudacorus</i>             | gele lis                        |                  | x    |      |
| <i>Juncus acutiflorus</i>           | veldrus                         |                  | x    | x    |
| <i>Juncus articulatus</i>           | zomprus                         |                  |      | x    |
| <i>Juncus effusus</i>               | pitrus                          |                  | x    |      |
| <i>Juncus subuliflorus</i>          | biezenknoppen                   |                  | x    | x    |
| <i>Lonicera periclymenum</i>        | kamperfoelie                    |                  | x    |      |
| <i>Lotus pedunculatus</i>           | moerasrolklaver                 |                  | x    | x    |
| <i>Luzula multiflora multiflora</i> | veelbl veldbies                 |                  |      | x    |
| <i>Luzula multiflora congesta</i>   | dichte veldbies                 |                  | x    | x    |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i>          | gewone koekoeksbloem, molentjes |                  | x    |      |
| <i>Lysimachia vulgaris</i>          | gewone wederik                  |                  | x    | x    |
| <i>Lythrum salicaria</i>            | kattenstaart                    |                  | x    | x    |
| <i>Minium hornum</i>                | gewoon sterrenmos               |                  | x    |      |
| <i>Molinia caerulea</i>             | pijpenstrootje                  |                  | x    | x    |
| <i>Ophioglossum vulgatum</i>        | addertongvaren                  |                  | x    | x    |
| <i>Phragmites australis</i>         | riet                            |                  | x    | x    |
| <i>Pinus sylvestris</i>             | grove den                       |                  | x    |      |
| <i>Platanthera bifolia</i>          | welriekende nachtorchis         |                  |      | x    |

| Soort                            | Typische soorten    | 2013 | 2015 |
|----------------------------------|---------------------|------|------|
| <i>Pleurozium schreberi</i>      | groot laddermos     | x    |      |
| <i>Polytrichum commune</i>       | gewoon haarmos      | x    |      |
| <i>Populus tremula</i>           | ratelpopulier       | x    | x    |
| <i>Potentilla anserina</i>       | zilverschoon        | x    | x    |
| <i>Potentilla erecta</i>         | tormentil           | x    | x    |
| <i>Potentilla palustris</i>      | wateraardbei        | x    |      |
| <i>Prunella vulgaris</i>         | gewone brunel       | x    | x    |
| <i>Prunus spinosa</i>            | (gewone) sleedoorn  |      | x    |
| <i>Quercus robur</i>             | zomereik            | x    | x    |
| <i>Ranunculus acris</i>          | scherpe boterbloem  | x    | x    |
| <i>Ranunculus flammula</i>       | egelboterbloem      | x    | x    |
| <i>Rhinanthus minor</i>          | kleine ratelaar     |      | x    |
| <i>Rhytidadelphus squarrosus</i> | gewoon haakmos      | x    | x    |
| <i>Rubus fruticosus agg</i>      | zwarte braam        | x    |      |
| <i>Rumex acetocella</i>          | schapenzuring       | x    |      |
| <i>Salix cinerea</i>             | grauwe wilg         | x    | x    |
| <i>Salix repens</i>              | kruipwilg           | x    | x    |
| <i>Scutellaria minor</i>         | klein glidkruid     | x    |      |
| <i>Sorbus aucuparia</i>          | lijsterbes          | x    | x    |
| <i>Succisa pratensis</i>         | blauwe knoop        | x    | x    |
| <i>Taraxacum officinale</i>      | gewone paardenbloem |      | x    |
| <i>Valeriana dioica</i>          | kleine valeriaan    | x    |      |
| <i>Viola persicifolia</i>        | melkviooltje        | x    |      |

### 3.4.6 Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150)

#### *Nulsituatie (2004)*

Het habitatype komt in hoofdzaak voor op plekken die geplagd zijn. Na korte of langere tijd ontwikkelen deze plekken zich weer tot vochtige heide. In 2000-2004 kwamen in dit type alle drie de typische soorten voor (Bijlage 7). De kwaliteit van dit habitatype is daarom als goed beoordeeld.

#### *Actuele situatie*

In 2013/2015 zijn in de opnamen in dit habitatype in totaal 33 soorten aangetroffen (Tabel 14). Van de 3 typische soorten voor dit habitatype zijn er 3 aangetroffen in de opnamen. De huidige kwaliteit is beoordeeld als goed, vanwege het voorkomen van typische soorten, de vegetatietypen waarvan het merendeel indicatief is voor een goede kwaliteit (Tabel 8) en het areaal waarin dit type in het gebied voorkomt (ca. 8 ha). Het type blijft voornamelijk in stand door periodiek plaggen van Vochtige heiden.

**Tabel 14.** Soortenlijst van plantensoorten (vaatplanten, mossen en korstmossen) aangetroffen in de vegetatieopnamen in juli 2013 (n=8) en juli 2015 (n=8) in het habitatype Pioniervegetaties met snavelbiezen (H7150) in het Boetelerveld.

| Soort                         |                          | Typische soorten | 2013 | 2015 |
|-------------------------------|--------------------------|------------------|------|------|
| <i>Agrostis canina</i>        | moerasstruisgras         |                  | x    |      |
| <i>Agrostis capillaris</i>    | gewoon struisgras        |                  | x    | x    |
| <i>Amelanchier lamarckii</i>  | Drents krentenboompje    |                  |      | x    |
| <i>Betula pubescens</i>       | zachte berk              |                  | x    | x    |
| <i>Betula verrucosa</i>       | ruwe berk                |                  | x    | x    |
| <i>Calluna vulgaris</i>       | struikhei                |                  | x    | x    |
| <i>Campylopus introflexus</i> | grijs kronkelsteeltje    |                  | x    | x    |
| <i>Carex oedocarpa</i> ss     | lage zegge               |                  | x    |      |
| <i>Carex ovalis</i>           | hazenzegge               |                  |      | x    |
| <i>Carex panicea</i>          | blauwe zegge             |                  | x    | x    |
| <i>Carex pilulifera</i>       | pilzegge                 |                  | x    | x    |
| <i>Dicranella heteromalla</i> | gewoon pluïjsmos         |                  | x    |      |
| <i>Drosera intermedia</i>     | kleine zonnedaauw        | x                | x    | x    |
| <i>Eleocharis multicaulis</i> | veelstengelige waterbies |                  | x    | x    |
| <i>Erica tetralix</i>         | dopheide                 |                  | x    | x    |
| <i>Hypnum cupressiforme</i>   | gewoon klauwtjesmos      |                  | x    | x    |
| <i>Juncus bulbosus</i>        | knolrus                  |                  | x    | x    |
| <i>Juncus effusus</i>         | pitrus                   |                  | x    | x    |
| <i>Juncus subuliflorus</i>    | biezenknoppen            |                  | x    |      |
| <i>Lycopodiella inundata</i>  | moeraswolfsklauw         | x                | x    |      |
| <i>Molinia caerulea</i>       | pijpenstrootje           |                  | x    | x    |
| <i>Pinus sylvestris</i>       | grove den                |                  | x    | x    |
| <i>Pleurozium schreberi</i>   | groot laddermos          |                  | x    |      |
| <i>Polytrichum commune</i>    | gewoon haarmos           |                  |      | x    |
| <i>Potentilla erecta</i>      | tomentil                 |                  | x    |      |
| <i>Quercus robur</i>          | zomereik                 |                  |      | x    |
| <i>Rhynchospora fusca</i>     | bruine snavelbies        | x                | x    | x    |
| <i>Salix aurita</i>           | geoorde wilg             |                  | x    | x    |
| <i>Salix cinerea</i>          | grauwe wilg              |                  | x    |      |
| <i>Scirpus cespitosus</i> ss  | veenbies                 |                  | x    | x    |
| <i>Sorbus aucuparia</i>       | lijsterbes               |                  | x    |      |
| <i>Sphagnum cuspidatum</i>    | waterveenmos             |                  |      | x    |
| <i>Sphagnum denticulatum</i>  | geoord veenmos           |                  |      | x    |

### 3.4.7 Conclusies

In de 76 opnamen uitgevoerd in juli 2013 en 2015 zijn in totaal 135 plantensoorten aangetroffen, waaronder 23 mossen en korstmossen en 112 soorten vaatplanten. Multivariate analyse bevestigde de soortspecifieke samenstelling van de verschillende habitattypen. Vooral het type heischrale graslanden kent een breed soortenspectrum met zowel elementen van Vochtige heiden als van Blauwgraslanden. Het komt dan ook voor als smalle gordel op de overgang van beide typen.

De kwaliteit van vrijwel alle voorkomende habitattypen, afgemeten aan het voorkomen van typische soorten, de vegetatietypen die er zijn aangetroffen en kenmerken van een goede structuur en functie, is matig (Vochtige heiden, Jeneverbesstruwelen, Heischrale graslanden, Blauwgraslanden, Zwakgebufferde vennen). De afwezigheid van veel typische soorten en een (zeer) beperkt voorkomen qua areaal zijn daarbij het opvallendst. Van een enkel type (Pioniervegetaties met snavelbiezen) is de kwaliteit goed. De actuele stikstofdepositie in het Boetelerveld bedraagt gemiddeld 1831 mol N/ha/jaar. Dit is ruim boven de kritische depositiewaarde van alle aanwezige habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelen gelden.

---

## 4 Conclusies en aanbevelingen

### *Bodembalansen in 2014 en 2015*

De bodembalansen voor stikstof en fosfaat in 2014 en 2015, opgesteld door het Praktijknetwerk Evenwichtsbemesting Boetelerveld op agrarische percelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld, wezen uit dat gedurende deze meetperiode voor fosfaat sprake was van evenwichtsbemesting. Voor stikstof gold dit alleen voor graslandpercelen in het eerste meetjaar (2014). In maïspcelen in 2014 en grasland- en maïspcelen in 2015 was sprake van een overschot van nitraat op de bodembalans en daarmee van uitspoeling van nitraat naar het grondwater. Op deze percelen was daarmee m.b.t. nitraat geen sprake van evenwicht in bemesting. Er zijn verder geen direct aanwijsbare maatregelen genomen om de uitspoeling van stikstof naar het grondwater te beperken, wel is bewuster omgegaan met het efficiënt benutten van de beschikbare nutriënten.

### *Invloed van aangrenzende landbouwpercelen op de grondwaterkwaliteit van het Boetelerveld*

Op basis van de chemie van het grondwater kon in de **huidige situatie met de huidige grondwaterpeilen** geen invloed van de aangrenzende landbouwgronden op de grondwaterkwaliteit aan de oostzijde van het Boetelerveld worden vastgesteld. Een uitzondering vormt locatie A4, ten oosten van het Grote Rietgat. Daar is sprake van (enige) antropogene invloed. Dit zou zowel kunnen wijzen op enige toestroom van grondwater uit de nabijgelegen agrarische zone alsook mogelijk het gevolg kunnen zijn van ingrijpende herstelwerkzaamheden die daar enige jaren geleden zijn uitgevoerd.

De samenstelling van het grondwater aan de oostzijde van het Boetelerveld (Stiff-diagrammen) laat zien dat het Boetelerveld daar een inzigggebied is met een sterk door neerslag bepaalde grondwaterchemie. Dit betekent dat er in de huidige situatie geen door landbouw beïnvloed grondwater tot in deze zone van het Boetelerveld doordringt, afgezien van mogelijke incidentele situaties zoals wellicht het geval is op locatie A4. In de landbouwpercelen is er sprake van licht tot matig gebufferd kwelwater, de landbouwpercelen zijn daarmee kwelvoed.

### *Bodem(water)chemie in agrarische percelen in de bufferzone aan de oostzijde van het Boetelerveld*

In de loop van de monitoringsperiode van twee jaar werden er lagere nitraat- en kaliumconcentraties in het bodemvocht onder de wortelzone (50 cm onder maaiveld) gemeten t.o.v. de eerste meting in januari 2014. In raai B was dit effect minder zichtbaar. Hetzelfde beeld van lagere nitraat- en kaliumconcentraties is zichtbaar bij de percelen gericht op evenwichtsbemesting t.o.v. reguliere percelen. Voor ammonium en fosfaat waren er geen significante effecten. Fosfaat is nauwelijks mobiel in de bodem en hoopt daarom sterk op in de bovengrond onder agrarisch gebruik. Dit betekent dat veranderingen in het bemestingsregime op korte termijn weinig effect zullen hebben op het fosfaatgehalte in het bodemvocht onder de wortelzone. Ook ammonium is weinig mobiel in de bodem omdat het bindt aan het adsorptiecomplex.

Binnen het korte tijdsbestek van twee jaar waren er geen significante veranderingen zichtbaar in de bodemchemie van de toplaag (0-10cm). De gemeten waarden (totaal-P, Olsen-P, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, Al, Fe, Ca) waren "normaal" voor landbouwgronden en de verschillen tussen de percelen waren niet extreem. De nettoafvoer van fosfaat op percelen met evenwichtsbemesting was te gering om meetbare effecten te hebben op de totaalgehalten aan fosfaat in de bodem. De verschillen in nitraatgehalten tussen de meetjaren 2014 en 2015 werden voornamelijk veroorzaakt doordat de metingen plaatsvonden in een ander seizoen.

### *Huidige grondwaterkwaliteit in het Boetelerveld in vergelijking tot de gewenste grondwaterkwaliteit voor de habitattypen*

Doordat onder de huidige condities het Boetelerveld een inzigggebied is en er zeer weinig kationen en anionen in het grondwater aanwezig zijn, lijkt het grondwater wat chemische samenstelling betreft heel sterk op regenwater. Voorheen zorgde indringing van basenrijker grondwater in de wortelzone

---

voor oplading van het adsorptiecomplex van de ondiepe bodem, waardoor de pH van de bodem zich in het calciumbuffertraject bleef bevinden. Daarvan lijkt tegenwoordig, in ieder geval aan de oostzijde van het gebied waar de metingen zijn verricht, geen sprake meer. Herstel van deze kwelinvloeden is van belang om een goede kwaliteit van de aanwezige habitattypen op lange termijn te garanderen.

#### *Evenwichtsbemesting en de kwaliteit van Natura 2000-habitattypen*

De kwaliteit van de meeste habitattypen (Vochtige heiden, Jeneverbesstruwelen, Heischrale graslanden, Blauwgraslanden) in het Boetelerveld, afgemeten aan het voorkomen van typische soorten, vegetatietypen en kenmerken van een goede structuur en functie, is matig. Dit hangt vooral samen met het beperkte areaal van veel habitattypen en het ontbreken van veel typische soorten, wat mogelijk een gevolg is van verdroging, vermisting en verzuring. De actuele stikstofdepositie in het Boetelerveld bedraagt gemiddeld 1831 mol N/ha/jaar (25,6 kg N/ha/jaar). Dit is ruim boven de kritische depositiewaarde van alle aanwezige habitattypen waarvoor instandhoudingsdoelen gelden. Alleen van het habitatype Pioniervegetaties met snavelbiezen is de kwaliteit goed. Er waren geen aanwijzingen dat de kwaliteit van de habitattypen afwijkend was ten opzichte van de situatie in 2004, toen de kwaliteit van de meeste habitattypen al matig was.

Er kon geen effect worden vastgesteld van het toepassen van evenwichtsbemesting in de percelen grenzend aan de oostzijde van het Boetelerveld op de kwaliteit van de kwalificerende habitattypen, aangezien in de huidige situatie met de huidige grondwaterpeilen er in het algemeen geen invloed is vastgesteld van de aangrenzende landbouwgronden op de grondwaterkwaliteit aan de oostzijde van het Boetelerveld.

#### *Zal evenwichtsbemesting in de nabije toekomst bijdragen aan de gewenste kwaliteit van habitattypen in het Boetelerveld?*

De kwaliteit van habitattypen in het Boetelerveld zal kunnen verbeteren indien als gevolg van hydrologische maatregelen kwelstromen naar het Boetelerveld kunnen worden hersteld. Dan kan weer de gewenste buffering optreden van het grondwater die nu ontbreekt en die de afgelopen periode heeft geleid tot verzuring van de bodem. Het kan er tevens toe leiden dat ondiep grondwater van omliggende agrarische percelen aan de oostzijde weer toestroomt naar het Boetelerveld. In die situatie zal een beperking van de uitspoeling van met name nitraat naar het grondwater als gevolg van evenwichtsbemesting kunnen bijdragen aan een betere kwaliteit van het grondwater onder het Boetelerveld. Echter, vernatting draagt tegelijkertijd het risico met zich mee van mobilisatie van fosfaat met een mogelijk negatieve invloed op de aanwezige habitattypen.

#### *Aanbevelingen*

Om de effecten van evenwichtsbemesting goed te kunnen vaststellen, is de meetperiode van twee jaar (inclusief nulmeting) te kort gebleken. Er zijn aanwijzingen dat er positieve effecten zijn van evenwichtsbemesting op met name de uitspoeling van nitraat en kalium, maar het zijn vooralsnog niet meer dan indicaties. Voortzetting van de monitoring van het grondwater in percelen met evenwichtsbemesting met nog eens vier jaar, met bij voorkeur een (beperkte) uitbreiding van het aantal meetlocaties, zal tot meer inzicht leiden in de effectiviteit van evenwichtsbemesting op de kwaliteit van het grondwater. Een voorstel voor vervolg van de monitoring is, in het geval de proef met evenwichtsbemesting wordt voortgezet, bijgevoegd in Bijlage 8. Ook ingeval er de komende jaren anti-verdrogingsmaatregelen worden genomen waardoor de hydrologische relatie tussen het Boetelerveld en de omliggende agrarische gronden zal wijzigen, is monitoring van grondwaterkwaliteit van belang om de mogelijke effecten op de kwaliteit van habitattypen en -soorten al in een vroeg stadium te kunnen vaststellen.

Indien bij het nemen van hydrologische maatregelen de inzigging op termijn kan worden gewijzigd naar een situatie met lokale toestroming/kwel, ontstaat er een nieuwe situatie waarbij de grondwaterkwaliteit van het Boetelerveld weer onder invloed komt van het omliggende agrarische gebied. Daarbij moet rekening gehouden worden met het mogelijk optreden van fosfaatmobilisatie en de mogelijk negatieve effecten daarvan op de kwaliteit van habitattypen en andere natuurwaarden in het Boetelerveld. Om het risico op fosfaatmobilisatie in te kunnen schatten, wordt aanbevolen om op de betreffende percelen de fosfaattoestand/fosfaatverzadigingsgraad te bepalen.

---

Vanwege de overschrijding van de kritische depositiewaarde voor stikstof van alle habitattypen waarvoor het gebied is aangewezen in het kader van Natura 2000, is het evident dat de realisatie van de instandhoudingsdoelen gebaat is bij een (sterke) vermindering van de input van stikstof via de lucht. Gies et al. (2009) hebben aangetoond dat voor Natura 2000-gebieden in de provincie Overijssel geldt dat gemiddeld 35% van de N-depositie wordt veroorzaakt door landbouwemissies binnen de 10 km-zone rondom deze gebieden. Weliswaar laat dit zien dat het zinvol is te streven naar lagere emissies door het nemen van lokale maatregelen, maar het geeft tegelijk de beperkingen aan van de effectiviteit van maatregelen in de naaste omgeving.

---

# Literatuur

- Bal, D. (2007). Selectie van Typische soorten voor Habitattypen. Toelichting (20 september/ 19 december 2006/16 mei 2007) en Excel-bestand Typische soorten per habitatype (17/07/2007). Ministerie van LNV, Directie Kennis, Ede.
- Bobbink, R., M. Hart, M. van Kempen, F. Smolders & J. Roelofs (2007). Grondwaterkwaliteitsaspecten bij vernatting van verdroogde natte natuurparels in Noord-Brabant. B-WARE rapportage 2007.15.
- Fraters, B., L.J.M. Boumans, T.C. van Leeuwen & J.W. Reijs (2007). De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven. RIVM Rapport 680716002/2007.
- Freriks, R. & H. van Schooten (2016). Praktijknetwerk Evenwichtsbemesting Boetelerveld. Tussenrapportage 2014-2015. LTO Noord Salland / Wageningen UR Livestock Research, Wageningen. 19 p.
- Gies, T.J.A., J. Kros, J.C. Voogd, R.A. Smidt & B.J.R. van Rooij (2009). Effectiviteit ammoniakmaatregelen in een 10 km zone rondom de Natura 2000-gebieden in de provincie Overijssel. Alterra-rapport 1893. Wageningen. 69 p.
- Jansen, A.J.M. (2010). Systemanalyse Boetelerveld. Unie van Bosgroepen. In opdracht van Landschap Overijssel.
- Ministerie van Economische Zaken (2013). Monitoringsplan PAS, versie 1.0. Dienst Landelijk Gebied, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag. 55 p.
- Ministerie van Economische Zaken (2014). Leeswijzer Natura 2000 profielen. Geheel herziene versie, september 2014. Programmadirectie Natura 2000, Den Haag. 70 p.
- Rietra, R.P.J.J., G.A.M. Noij & D.J. Brus (2016). Effecten van evenwichtsbemesting rond Boetelerveld op nitraat in het grondwater. Meetnetopzet en resultaten eerste meetronde 2016. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research Centre), Alterra-rapport, Wageningen (in voorbereiding).
- Schaminée, J.H.J. & J.A.M. Janssen (2009) (red.). Europese Natuur in Nederland. Natura 2000-gebieden van Hoog Nederland. KNNV Uitgeverij, Zeist; pp. 92-95.
- Provincie Overijssel (2015). Natura 2000 Gebiedsanalyse voor de Programmatische Aanpak Stikstof (PAS) Boetelerveld. 76 p.
- Schröder, J.J., L.B. Šebek, J.W. Reijs, J. Oenema, R.M.A. Goselink, J.G. Conijn & J. de Boer (2016). Rekenregels van de KringloopWijzer; Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 4 maart 2014 versie. Research Institute Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Wageningen UR, PRI-rapport 640. 104 p.
- Smolders, A.J.P., E.C.H.E.T. Lucassen, R. Bobbink, J.G.M. Roelofs & L.P.M. Lamers (2010). How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: the sulphur bridge. *Biogeochemistry* (2010) 98: 1-7.

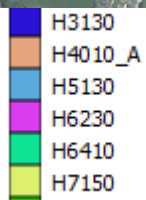
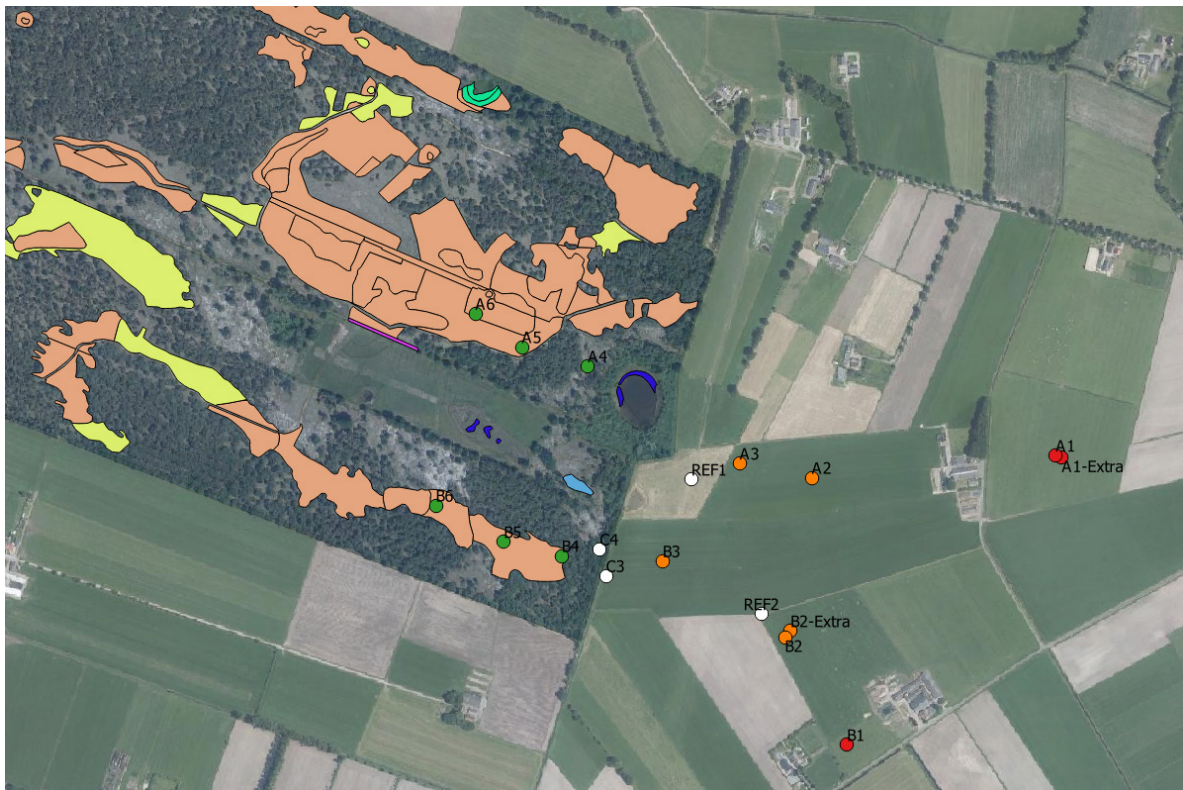


## Bijlage 1 Grondwaterstanden (m+NAP; gemiddelden en range) in het Boetelerveld en in de bufferzone rondom het gebied in de periode 2013-2015 (Bron: WDOD)

| BOETELERVELD  | x-coörd. | y-coörd. | Hoogte<br>maaiveld<br>+NAP | jaar      | gemiddeld | min. | max. | verschil |
|---|----------|----------|----------------------------|-----------|-----------|------|------|----------|
| 27HG70J<br>BOETELERVELD GAAS 14-DAAGS<br>jaarrond           | 219670   | 485940   | 8.74                       | 2013      | 7.45      | 7.01 | 8.18 | 1.17     |
|   |          |          |                            | 2014      | 7.43      | 6.97 | 8.06 | 1.09     |
|   |          |          |                            | 2015      | 7.47      | 7.01 | 8.18 | 1.17     |
|   |          |          |                            | gemiddeld | 7.45      | 7.00 | 8.14 | 1.14     |
| 27HG901X<br>BOETELERVELD - GROTE RIETGAT (DIEP)<br>jaarrond | 219677   | 486259   | 7.38                       | 2013      | 7.31      | 6.77 | 7.97 | 1.20     |
|   |          |          |                            | 2014      | 7.25      | 6.78 | 7.90 | 1.12     |
|   |          |          |                            | 2015      | 7.35      | 6.85 | 7.97 | 1.12     |
|   |          |          |                            | gemiddeld | 7.30      | 6.80 | 7.95 | 1.15     |
| 27HG70M<br>BOETELERVELD - CENTRUM (BLOKSTEEN)<br>jaarrond   | 218970   | 486600   | 7.74                       | 2013      | 6.91      | 6.27 | 7.67 | 1.40     |
|   |          |          |                            | 2014      | 6.84      | 6.04 | 7.51 | 1.47     |
|   |          |          |                            | 2015      | 7.29      | 6.61 | 7.61 | 1.00     |
|   |          |          |                            | gemiddeld | 7.01      | 6.31 | 7.60 | 1.29     |
| 27HC80<br>BOETELERVELD RECORDER<br>jaarrond                 | 217995   | 487041   | 7.04                       | 2013      | 6.31      | 5.07 | 6.83 | 1.76     |
|   |          |          |                            | 2014      | 5.91      | 5.05 | 6.78 | 1.73     |
|   |          |          |                            | 2015      | 6.17      | 5.07 | 6.69 | 1.62     |
|   |          |          |                            | gemiddeld | 6.13      | 5.06 | 6.77 | 1.70     |
| 27HX81N<br>OOST HEK BOETELERVELD<br>jaarrond                | 217920   | 487060   | 7.37                       | 2013      | 6.39      | 5.06 | 7.00 | 1.94     |
|   |          |          |                            | 2014      | 5.94      | 5.05 | 6.79 | 1.74     |
|   |          |          |                            | 2015      | 6.10      | 5.05 | 7.03 | 1.98     |
|   |          |          |                            | gemiddeld | 6.14      | 5.05 | 6.94 | 1.89     |

| BOETELERVELD       |   | x-coörd. | y-coörd. | Hoogte<br>maaiveld<br>+NAP | jaar    | gemiddeld | min. | max. | verschil |
|--------------------|---|----------|----------|----------------------------|---------|-----------|------|------|----------|
| <b>BUFFER-ZONE</b> |   |          |          |                            |         |           |      |      |          |
| 28CG001A           | BOETELERV.-BUFFERZ.-RIDDER<br>dec 2014-aug 2015         | 220062   | 486623   | 8.75                       | 2014/15 | 7.44      | 6.96 | 8.16 | 1.20     |
| 28CG001B           | BOETELERV.-BUFFERZ.-LORKEERS<br>dec 2014-aug 2015       | 220099   | 486484   | 8.96                       | 2014/15 | 7.53      | 7.02 | 8.21 | 1.19     |
| 28CG001C           | BOETELERV.-BUFFERZ.-HEUVEN<br>dec 2014-aug 2015         | 220331   | 486081   | 9.28                       | 2014/15 | 7.96      | 7.05 | 8.78 | 1.73     |
| 27HG902C           | BOETELERV.-BUFFERZ.-RUITER<br>dec 2014-aug 2015         | 219938   | 485449   | 9.07                       | 2014/15 | 7.93      | 7.06 | 8.64 | 1.58     |
| 28CG002A           | BOETELERV.-BUFFERZ.-RAAMSMAN<br>dec 2014-aug 2015       | 220258   | 485744   | 9.77                       | 2014/15 | 8.00      | 7.06 | 8.76 | 1.70     |
| 28CG002B           | BOETELERV.-BUFFERZ.-BARI<br>dec 2014-aug 2015           | 220017   | 485599   | 9.70                       | 2014/15 | 8.03      | 7.06 | 8.87 | 1.81     |
| 27HG800A           | BOETELERV.- BUFFERZONE-DE GROOT<br>dec 2014-aug 2015    | 218151   | 487260   | 7.18                       | 2014/15 | 6.10      | 5.06 | 6.81 | 1.75     |
| 27HG800B           | BOETELERV.-BUFFERZ.-LOSEMAN<br>dec 2014-aug 2015        | 218323   | 487401   | 7.24                       | 2014/15 | 6.15      | 5.07 | 6.83 | 1.76     |
| 27HG901A           | BOETELERV.-BUFFERZ.-V.ARK/LORKEERS<br>dec 2014-aug 2015 | 219613   | 486974   | 8.20                       | 2014/15 | 6.97      | 6.06 | 7.56 | 1.50     |

## Bijlage 2 Boorprofielen en GPS-locaties



Vegetatiekaart 2012 met daar in de meetpunten. De resultaten van de punten C 3 en C4, en Ref 1 en Ref 2 zijn voor deze analyse niet van belang, maar voor de volledigheid wel weergegeven in de volgende bijlagen en eerder besproken in de tussenrapportages. De metingen van de punten B2 en B2 extra zijn samengevoegd, net als de punten A1 en A1 extra.

Tabel 1 Coördinaten en profielbeschrijvingen van monsterlocaties in raai A en raai B.

| CODE | X      | Y      | Profielbeschrijving (cm)    |  |   |
|------|--------|--------|-----------------------------|--|---|
| A1   | 220489 | 486137 | 0-30 zwarte bouwvoor        | 30-80 ijzerrijk geel lemig zand        | 80-110 geel/oranje ijzerrijk lemig zand |
| A2   | 220048 | 486091 | 0-45 zwarte bouwvoor        | 45-70 ijzerrijk geel zand              | 70-110 grijs geel lemig zand            |
| A3   | 219917 | 486115 | 0-30 zwarte bouwvoor        | 30-70 grijs geel ijzerrijk zand        | 70-115 geel oranje ijzerrijk zand       |
| A4   | 219640 | 486288 | 0-30 donkerbruin lemig zand | 30-60 grijs lemig zand                 | 60> grijs zand                          |
| A5   | 219520 | 486320 | 0-20 zwart zand             | 20-40 bruin lemig zand                 | 40-60 geel lemig zand                   |
| A6   | 219435 | 486380 | 0-20 zwart zand             | 20-40 lemig geel bruin zand            | 40-60 geel lemig zand                   |
| B1   | 220118 | 485611 | 0-45 zwarte bouwvoor        | 45-100 grijs/geel ijzerrijk lemig zand | 100> grijs lemig zand                   |
| B2   | 220003 | 485803 | 0-40 zwarte bouwvoor        | 40-50 grijs gelig zand                 | 50-100 grijs/geel zand met lichte oer   |
| B3   | 219757 | 485901 | 0-30 zwarte bouwvoor        | 30-80 oranje ijzerrijk zand            | 80-100 grijs zand                       |
| B4   | 219597 | 485944 | 0-20 donkerbruin lemig zand | 20-50 geel lemig zand                  | 50> geel zand                           |
| B5   | 219492 | 485969 | 0-10 zwart zand             | 10-30 bruin zand                       | 30-40 oer banken                        |
| B6   | 219368 | 486033 | 0-20 zwart zand             | 20-40 lemig geel grijs zand            | 40-60 geel ijzerrijk lemig zand         |

# Bijlage 3 Gegevens grondwaterchemie 'diepe' peilbuizen

|            |          |     |       |        | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | icp    | icp    |
|------------|----------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            |          |     | meq/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l |
|            | Peilbuis | pH  | alk   | TIC    | NO3    | NH4    | PO4    | Na     | K      | CL     | Ca     | S      |
| 25-11-2013 | A1       | 6,5 | 3,8   | 3729   | 106    | 7      | 1      | 1032   | 244    | 438    | 735    | 234    |
| 25-11-2013 | A2       | 5,9 | 1,4   | 4021   | 224    | 5      | 0      | 579    | 71     | 127    | 535    | 309    |
| 25-11-2013 | A3       | 6,6 | 3,3   | 5084   | 301    | 5      | 1      | 755    | 219    | 482    | 1279   | 509    |
| 25-11-2013 | A4       | 4,3 | 0,0   | 2467   | 13     | 8      | 0      | 988    | 39     | 966    | 88     | 236    |
| 25-11-2013 | A5       | 4,8 | 0,2   | 1633   | 7      | 9      | 1      | 252    | 29     | 265    | 33     | 48     |
| 25-11-2013 | A6       | 5,0 | 0,5   | 2061   | 6      | 9      | 3      | 378    | 37     | 134    | 25     | 77     |
| 25-11-2013 | B1       | 5,2 | 0,8   | 3220   | 377    | 7      | 1      | 1073   | 505    | 487    | 291    | 519    |
| 25-11-2013 | B2       | 5,5 | 1,3   | 4292   | 204    | 8      | 1      | 742    | 295    | 475    | 331    | 384    |
| 25-11-2013 | B4       | 4,9 | 0,1   | 2038   | 8      | 2      | 0      | 80     | 29     | 76     | 12     | 19     |
| 25-11-2013 | B5       | 5,0 | 0,2   | 2032   | 9      | 12     | 1      | 228    | 39     | 30     | 31     | 80     |
| 25-11-2013 | B6       | 5,7 | 0,8   | 4648   | 3      | 5      | 1      | 273    | 28     | 12     | 247    | 109    |
| 16-12-2013 | A1       | 6,5 | 2,5   | 3694   | 37     | 24     | 0      | 1049   | 400    | 1492   | 909    | 281    |
| 16-12-2013 | A2       | 5,9 | 1,4   | 3767   | 168    | 24     | 0      | 525    | 82     | 161    | 474    | 234    |
| 16-12-2013 | A3       | 4,3 | 0,1   | 6203   | 227    | 26     | 0      | 1111   | 402    | 2889   | 2535   | 638    |
| 16-12-2013 | A4       | 6,7 | 4,5   | 1875   | 112    | 23     | 0      | 412    | 33     | 433    | 63     | 193    |
| 16-12-2013 | A5       | 5,1 | 0,4   | 1614   | 5      | 27     | 0      | 212    | 24     | 166    | 42     | 46     |
| 16-12-2013 | A6       | 4,9 | 0,3   | 1128   | 9      | 0      | 0      | 291    | 22     | 125    | 35     | 86     |
| 16-12-2013 | B1       | 5,3 | 0,6   | 2626   | 228    | 29     | 0      | 986    | 552    | 859    | 328    | 493    |
| 16-12-2013 | B2       | 5,6 | 1,0   | 2979   | 227    | 23     | 1      | 674    | 424    | 1129   | 547    | 442    |
| 16-12-2013 | B4       | 5,7 | 1,0   | 1399   | 8      | 22     | 0      | 150    | 19     | 96     | 9      | 16     |
| 16-12-2013 | B5       | 4,9 | 0,2   | 1248   | 10     | 24     | 0      | 196    | 22     | 111    | 15     | 30     |
| 16-12-2013 | B6       | 5,7 | 0,8   | 3856   | 1      | 23     | 0      | 273    | 15     | 104    | 260    | 106    |
| 16-1-2014  | A1       | 7,0 | 2,3   | 1874   | 214    | 8      | 3      | 1093   | 136    | 558    | 721    | 269    |
| 16-1-2014  | A2       | 6,3 | 1,1   | 880    | 878    | 3      | 6      | 807    | 212    | 573    | 598    | 238    |
| 16-1-2014  | A3       | 6,2 | 1,4   | 2187   | 243    | 4      | 2      | 360    | 29     | 342    | 619    | 160    |
| 16-1-2014  | B1       | 6,4 | 1,2   | 1393   | 123    | 5      | 1      | 369    | 20     | 409    | 560    | 167    |
| 16-1-2014  | B2       | 7,1 | 5,6   | 6574   | 27     | 10     | 2      | 779    | 196    | 147    | 2094   | 98     |
| 15-4-2014  | A1       | 6,6 | 2,0   | 2432   | 507    | 6      | 1      | 1184   | 426    | 1887   | 956    | 372    |
| 15-4-2014  | A2       | 6,0 | 1,2   | 2221   | 135    | 12     | 1      | 521    | 63     | 340    | 524    | 256    |
| 15-4-2014  | A3       | 6,8 | 4,1   | 4597   | 730    | 107    | 5      | 941    | 712    | 978    | 1325   | 298    |
| 15-4-2014  | A4       | 4,3 | 0,0   | 1365   | 75     | 2      | 0      | 592    | 58     | 736    | 61     | 203    |
| 15-4-2014  | A5       | 5,3 | 0,3   | 730    | 9      | 7      | 0      | 179    | 34     | 188    | 40     | 28     |
| 15-4-2014  | A6       | 4,9 | 0,2   | 854    | 3      | 3      | 0      | 244    | 21     | 134    | 17     | 46     |
| 15-4-2014  | B1       | 5,5 | 0,6   | 2300   | 398    | 10     | 5      | 1022   | 616    | 991    | 392    | 536    |
| 15-4-2014  | B2       | 5,7 | 0,7   | 2331   | 885    | 6      | 1      | 960    | 582    | 1859   | 727    | 486    |
| 15-4-2014  | B4       | 5,1 | 0,2   | 796    | 18     | 2      | 0      | 161    | 36     | 97     | 23     | 25     |
| 15-4-2014  | B5       | 5,0 | 0,3   | 1231   | 10     | 5      | 0      | 171    | 30     | 111    | 26     | 31     |
| 15-4-2014  | B6       | 5,8 | 0,7   | 2820   | 1      | 3      | 0      | 257    | 21     | 124    | 220    | 96     |
| 15-4-2014  | C1       | 6,8 | 9,0   | 10397  | 1      | 31     | 0      | 976    | 34     | 297    | 4349   | 1269   |
| 15-4-2014  | C3       | 6,5 | 3,2   | 3183   | 4      | 14     | 1      | 1652   | 178    | 1503   | 896    | 393    |

|            |    |       |        | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | icp    | icp    |     |
|------------|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
|            |    | meq/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l |     |
| 20-10-2014 | A1 | 6,69  | 3,11   | 3743   | 33     | 28     | 6      | 713    | 444    | 392    | 988    | 462 |
| 20-10-2014 | A2 | 6,5   | 1,9    | 2385   | 346    | 4      | 2      | 1133   | 352    | 1306   | 765    | 430 |
| 20-10-2014 | A3 | 6,1   | 1,2    | 1884   | 18     | 7      | 2      | 508    | 92     | 333    | 498    | 259 |
| 20-10-2014 | A4 | 4,363 | 0,1101 | 1442   | 3      | 12     | 0      | 716    | 44     | 922    | 79     | 247 |
| 20-10-2014 | A5 | 5,097 | 0,3053 | 1135   | 1      | 11     | 1      | 104    | 25     | 111    | 22     | 28  |
| 20-10-2014 | A6 | 5,012 | 0,2175 | 837    | 9      | 16     | 1      | 185    | 17     | 105    | 17     | 53  |
| 20-10-2014 | B1 | 5,418 | 0,5729 | 1921   | 337    | 13     | 3      | 939    | 769    | 835    | 272    | 572 |
| 20-10-2014 | B2 | 5,612 | 0,6197 | 2427   | 589    | 11     | 1      | 751    | 533    | 1426   | 578    | 513 |
| 20-10-2014 | B3 | 5,7   | 0,9    | 3219   | 268    | 11     | 1      | 1047   | 181    | 863    | 540    | 460 |
| 20-10-2014 | B4 | 5,178 | 0,3402 | 1027   | 11     | 10     | 1      | 94     | 33     | 57     | 16     | 20  |
| 20-10-2014 | B5 | 5,001 | 0,1939 | 1128   | 9      | 10     | 2      | 116    | 20     | 87     | 16     | 30  |
| 20-10-2014 | B6 | 5,794 | 0,7627 | 2214   | 13     | 8      | 1      | 194    | 15     | 87     | 227    | 118 |
| 20-10-2014 | C1 | 6,724 | 7,031  | 9525   | 17     | 41     | 1      | 713    | 139    | 208    | 3311   | 772 |
| 20-10-2014 | C3 | 7,106 | 2,831  | 2804   | 8      | 5      | 1      | 1600   | 251    | 1612   | 1344   | 684 |
| 15-2-2015  | A1 | 6,708 | 2,757  | 2944   | 451    | 37     | 5      | 913    | 426    | 235    | 662    | 243 |
| 15-2-2015  | A2 | 6,128 | 1,049  | 1318   | 86     | 46     | 4      | 275    | 110    | 234    | 261    | 70  |
| 15-2-2015  | A3 | 6,676 | 2,09   | 1866   | 5      | 41     | 30     | 274    | 254    | 287    | 351    | 36  |
| 15-2-2015  | A4 | 4,328 | 0,1821 | 1578   | 44     | 4      | 0      | 701    | 53     | 983    | 67     | 261 |
| 15-2-2015  | A5 | 5,168 | 0,3379 | 1021   | -1     | 5      | 0      | 172    | 22     | 153    | 21     | 30  |
| 15-2-2015  | A6 | 4,963 | 0,3549 | 1111   | 1      | 3      | 0      | 256    | 18     | 130    | 17     | 50  |
| 15-2-2015  | B1 | 5,912 | 1,04   | 2205   | 764    | 36     | 46     | 802    | 691    | 1011   | 666    | 356 |
| 15-2-2015  | B2 | 6,074 | 0,9155 | 2139   | 735    | 42     | 34     | 896    | 453    | 351    | 463    | 257 |
| 15-2-2015  | B3 | 6,039 | 0,9064 | 1929   | 303    | 5      | 2      | 630    | 113    | 574    | 404    | 146 |
| 15-2-2015  | B4 | 4,984 | 0,2934 | 1496   | 10     | 3      | 1      | 174    | 21     | 94     | 11     | 18  |
| 15-2-2015  | B5 | 4,98  | 0,2908 | 1306   | 11     | 33     | 0      | 163    | 31     | 104    | 16     | 34  |
| 15-2-2015  | B6 | 5,69  | 0,6602 | 3318   | 1      | 4      | 0      | 250    | 13     | 122    | 245    | 104 |
| 15-2-2015  | C1 | 6,183 | 1,35   | 3584   | 1      | 33     | 2      | 213    | 147    | 110    | 454    | 164 |
| 15-2-2015  | C3 | 6,307 | 2,183  | 3747   | 1      | 11     | 1      | 1479   | 174    | 1540   | 921    | 361 |
| 15-2-2015  | C4 | 4,489 | 0,1742 | 1609   | 17     | 6      | 0      | 2411   | 58     | 2427   | 271    | 648 |
| 14-12-2015 | A1 | 6,80  | 1,79   | 1877   | 35     | 31     | 11     | 470    | 414    | 276    | 310    | 118 |
| 14-12-2015 | A2 | 6,22  | 0,93   | 1331   | 86     | 36     | 5      | 305    | 60     | 149    | 258    | 79  |
| 14-12-2015 | A3 | 6,84  | 1,88   | 2365   | 33     | 11     | 17     | 549    | 251    | 256    | 425    | 70  |
| 14-12-2015 | A4 | 4,38  | 0,10   | 2038   | 6      | 4      | 0      | 745    | 34     | 937    | 67     | 259 |
| 14-12-2015 | A5 | 4,91  | 0,28   | 2179   | 2      | 8      | 0      | 210    | 13     | 234    | 19     | 18  |
| 14-12-2015 | A6 | 4,83  | 0,25   | 1580   | 2      | 3      | 0      | 283    | 10     | 182    | 11     | 47  |
| 14-12-2015 | B1 | 6,14  | 1,10   | 1707   | 70     | 24     | 60     | 609    | 472    | 581    | 248    | 153 |
| 14-12-2015 | B2 | 6,28  | 1,06   | 2010   | 249    | 25     | 21     | 718    | 434    | 756    | 329    | 179 |
| 14-12-2015 | B3 | 5,99  | 1,38   | 3890   | 142    | 7      | 1      | 1007   | 156    | 998    | 614    | 308 |
| 14-12-2015 | B4 | 4,81  | 0,26   | 1446   | 9      | 3      | 0      | 291    | 20     | 277    | 19     | 19  |
| 14-12-2015 | B5 | 4,74  | 0,21   | 1068   | 27     | 5      | 0      | 186    | 14     | 164    | 13     | 29  |
| 14-12-2015 | B6 | 5,82  | 0,64   | 2612   | 1      | 4      | 0      | 268    | 10     | 199    | 236    | 102 |
| 14-12-2015 | C1 | 6,79  | 7,20   | 9305   | 1      | 64     | 0      | 735    | 95     | 135    | 3031   | 731 |
| 14-12-2015 | C3 | 6,91  | 2,37   | 1297   | 1      | 6      | 0      | 2323   | 208    | 2149   | 1202   | 499 |
| 14-12-2015 | C4 | 4,45  | 0,14   | 2382   | 2      | 11     | 0      | 2122   | 66     | 2003   | 246    | 675 |

## Bijlage 4 Gegevens 'ondiepe' peilbuizen

|            |          |    |       | TIC    | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | icp    | icp    | icp    |
|------------|----------|----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            |          |    | meq/l | µmol/L | µmol/L | µmol/L | µmol/L | µmol/L | µmol/L | µmol/L | µmol/L | µmol/l | µmol/l | µmol/l |
|            | Peilbuis | pH | alk   | TIC    | HCO3   | NO3    | NH4    | PO4    | Na     | K      | CL     | Ca     | Na     | S      |
| 16-12-2013 | A2       | 6  | 2     | 1641   | 660    | 78     | 32     | 1      | 325    | 33     | 326    | 528    | 358    | 322    |
| 16-12-2013 | A3       | 7  | 7     | 6219   | 5451   | 88     | 21     | 1      | 1071   | 309    | 443    | 1959   | 1111   | 200    |
| 16-12-2013 | A4       | 7  | 7     | 1083   | 951    | 227    | 30     | 0      | 723    | 49     | 745    | 61     | 865    | 193    |
| 16-12-2013 | A5       | 5  | 0     | 1545   | 32     | 2      | 22     | 0      | 202    | 26     | 208    | 30     | 212    | 20     |
| 16-12-2013 | A6       | 5  | 0     | 1020   | 22     | 2      | 26     | 0      | 288    | 23     | 154    | 29     | 395    | 53     |
| 16-12-2013 | B1       | 6  | 2     | 1615   | 462    | 228    | 59     | 2      | 1270   | 170    | 1546   | 902    | 1348   | 547    |
| 16-12-2013 | B2       |    |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 16-12-2013 | B3_1     | 6  | 2     | 1337   | 711    | 227    | 0      | 2      | 835    | 406    | 243    | 269    | 859    | 145    |
| 16-12-2013 | B4       |    |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 16-12-2013 | B5       | 5  | 0     | 518    | 18     | 3      | 28     | 0      | 175    | 25     | 124    | 20     | 183    | 20     |
| 16-12-2013 | B6       | 5  | 0     | 2185   | 115    | 4      | 0      | 0      | 360    | 24     | 201    | 73     | 425    | 30     |
| 14-12-2015 | A1       | 7  | 2     | 1847   | 1370   | 298    | 15     | 17     | 617    | 401    | 416    | 399    | 615    | 126    |
| 14-12-2015 | A2       | 6  | 1     | 929    | 293    | 249    | 10     | 8      | 308    | 64     | 145    | 320    | 312    | 119    |
| 14-12-2015 | A3       | 7  | 3     | 2971   | 2524   | 46     | 6      | 10     | 782    | 291    | 292    | 669    | 760    | 82     |
| 14-12-2015 | A4       | 4  | 0     | 1731   | 9      | 17     | 5      | 1      | 1286   | 54     | 1902   | 67     | 1073   | 929    |
| 14-12-2015 | A5       | 5  | 0     | 968    | 30     | 1      | 4      | 0      | 233    | 17     | 290    | 45     | 225    | 39     |
| 14-12-2015 | A6       | 5  | 0     | 1277   | 18     | 1      | 4      | 0      | 318    | 12     | 310    | 23     | 309    | 55     |
| 14-12-2015 | B1       | 6  | 1     | 2246   | 983    | 339    | 8      | 5      | 1044   | 363    | 1249   | 750    | 1083   | 413    |
| 14-12-2015 | B2       | 6  | 1     | 2271   | 902    | 733    | 8      | 39     | 1120   | 491    | 927    | 576    | 1170   | 255    |
| 14-12-2015 | B3       | 6  | 2     | 3180   | 1468   | 45     | 5      | 2      | 550    | 121    | 245    | 458    | 586    | 83     |
| 14-12-2015 | B4       | 5  | 0     | 883    | 23     | 3      | 4      | 0      | 230    | 24     | 186    | 21     | 213    | 19     |
| 14-12-2015 | B5       | 5  | 0     | 1074   | 15     | 4      | 4      | 0      | 197    | 22     | 200    | 11     | 204    | 21     |
| 14-12-2015 | B6       | 5  | 0     | 1142   | 28     | 4      | 3      | 0      | 226    | 11     | 231    | 41     | 221    | 24     |
| 14-12-2015 | C1       | 6  | 2     | 6195   | 1953   | 2      | 13     | 3      | 248    | 147    | 55     | 731    | 255    | 212    |

# Bijlage 5 Resultaten bodemvochtmetingen

|            |         |     |       | TIC    | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | icp    | icp    |
|------------|---------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            |         |     | meq/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l |
| Datum      | Locatie | pH  | alk   | HCO3   | NO3    | NH4    | PO4    | Na     | K      | CL     | Ca     | S      |
| 16-1-2014  | A1      | 6,1 | 1,1   | 647    | 1414   | 6      | 18     | 940    | 571    | 543    | 689    | 306    |
| 16-1-2014  | A2      | 5,9 | 0,9   | 425    | 1090   | 1      | 21     | 891    | 365    | 368    | 543    | 280    |
| 16-1-2014  | A3      | 6,0 | 0,8   | 279    | 1371   | 29     | 17     | 974    | 392    | 227    | 573    | 253    |
| 16-1-2014  | B1      | 5,9 | 0,6   | 187    | 1852   | 2      | 28     | 995    | 437    | 904    | 817    | 208    |
| 16-1-2014  | B2      | 6,0 | 0,6   | 150    | 1666   | 0      | 55     | 866    | 460    | 562    | 684    | 230    |
| 28-1-2014  | C1REF1  | 6,4 | 1,4   | 327    | 5459   | 108    | 47     | 955    | 1507   | 1163   | 1680   | 306    |
| 28-1-2014  | C2REF2  | 5,6 | 0,3   | 100    | 2943   | 12     | 49     | 814    | 600    | 636    | 1139   | 221    |
| 15-4-2014  | A1Extra | 6,6 | 1,6   | 1080   | 283    | 9      | 8      | 704    | 180    | 252    | 457    | 181    |
| 15-4-2014  | A1      | 7,4 | 2,2   | 1498   | 36     | 67     | 17     | 665    | 243    | 252    | 431    | 151    |
| 15-4-2014  | A1      | 7,4 | 3,2   | 2672   | 178    | 20     | 15     | 1083   | 479    | 508    | 715    | 212    |
| 15-4-2014  | A2      | 7,1 | 1,6   | 1084   | 77     | 14     | 3      | 333    | 128    | 162    | 517    | 201    |
| 15-4-2014  | A2      | 7,3 | 1,9   | 1389   | 32     | 7      | 4      | 401    | 228    | 154    | 559    | 160    |
| 15-4-2014  | A3      | 7,7 | 6,7   | 6307   | 55     | 10     | 4      | 818    | 261    | 0      | 1931   | 73     |
| 15-4-2014  | B1      | 6,1 | 0,8   | 473    | 3262   | 3      | 17     | 1142   | 828    | 935    | 934    | 304    |
| 15-4-2014  | B2      | 5,9 | 0,6   | 380    | 3355   | 5      | 53     | 1045   | 567    | 870    | 1008   | 253    |
| 15-4-2014  | B2      | 6,9 | 2,3   | 1216   | 387    | 5      | 18     | 829    | 310    | 243    | 477    | 234    |
| 15-4-2014  | B2Extra | 5,7 | 0,5   | 178    | 4918   | 6      | 61     | 854    | 778    | 726    | 1422   | 278    |
| 15-4-2014  | B3      | 6,1 | 0,7   | 432    | 574    | 4      | 3      | 516    | 98     | 125    | 354    | 140    |
| 15-4-2014  | B3      | 6,3 | 1,1   | 828    | 530    | 5      | 3      | 259    | 33     | 127    | 588    | 176    |
| 15-4-2014  | C2      | 4,5 | 0,1   | 2      | 14580  | 11     | 1      | 575    | 1600   | 440    | 3942   | 181    |
| 15-4-2014  | C2      | 8,8 |       | 19916  | 13472  | 430    | 157    | 2280   | 4500   | 3672   | 819    | 7839   |
| 29-10-2014 | A1Extra | 6,8 | 1,8   | 1475   | 249    | 50     | 3      | 1388   | 438    | 1519   | 768    | 459    |
| 29-10-2014 | A1      | 6,9 |       | 2100   | 655    | 3      | 5      | 1555   | 661    | 891    | 1013   | 674    |
| 29-10-2014 | A2      | 6,6 |       | 761    | 378    | 2      | 1      | 454    | 64     | 140    | 761    | 442    |
| 29-10-2014 | A3      | 6,7 | 3,3   | 3071   | 153    | 8      | 4      | 830    | 374    | 271    | 1202   | 466    |
| 29-10-2014 | B2      | 6,2 |       | 758    | 45     | 9      | 10     | 1112   | 360    | 124    | 666    | 533    |
| 29-10-2014 | B2Extra | 6,0 |       | 355    | 40     | 6      | 61     | 864    | 234    | 207    | 855    | 842    |
| 29-10-2014 | C2      | 6,0 |       | 245    | 15     | 21     | 5      | 913    | 256    | 337    | 177    | 338    |
| 29-10-2014 | B1      | 5,9 | 0,6   | 399    | 1198   | 5      | 15     | 1240   | 350    | 1932   | 1141   | 738    |
| 29-10-2014 | B3      | 6,6 | 1,3   | 950    | 379    | 4      | 6      | 1115   | 205    | 644    | 653    | 404    |
| 29-10-2014 | C1      | 6,5 | 1,2   | 232    | 135    | 11     | 3      | 777    | 941    | 405    | 2111   | 280    |
| 15-2-2015  | A1      | 7,0 | 2,8   | 2160   | 446    | 6      | 5      | 912    | 476    | 123    | 613    | 276    |
| 15-2-2015  | A1      | 6,4 | 0,9   | 198    | 1391   | 7      | 23     | 691    | 387    | 162    | 384    | 172    |
| 15-2-2015  | A2      | 6,1 | 1,4   | 1029   | 103    | 5      | 2      | 289    | 58     | 229    | 397    | 65     |
| 15-2-2015  | A2      | 6,2 | 1,6   | 1225   | 125    | 7      | 2      | 335    | 71     | 254    | 408    | 65     |
| 15-2-2015  | A3      | 6,5 | 3,1   | 3072   | 34     | 6      | 5      | 594    | 169    | 284    | 831    | 63     |
| 15-2-2015  | A3      | 7,1 | 5,7   | 4772   | 18     | 4      | 1      | 703    | 195    | 246    | 1556   | 94     |
| 15-2-2015  | A1Extra | 6,7 | 2,3   | 1865   | 308    | 7      | 4      | 1014   | 184    | 313    | 668    | 331    |
| 15-2-2015  | A1Extra | 6,5 | 1,4   | 901    | 271    | 6      | 7      | 579    | 208    | 251    | 380    | 144    |
| 15-2-2015  | B1      | 6,1 | 1,4   | 1076   | 425    | 7      | 34     | 690    | 418    | 642    | 583    | 330    |
| 15-2-2015  | B2      | 6,0 | 1,4   | 1043   | 565    | 8      | 47     | 917    | 229    | 372    | 586    | 305    |
| 15-2-2015  | B2      | 6,0 | 1,4   | 990    | 60     | 8      | 28     | 701    | 134    | 199    | 394    | 150    |
| 15-2-2015  | B2Extra | 6,2 | 1,2   | 409    | 48     | 29     | 80     | 602    | 165    | 415    | 476    | 203    |
| 15-2-2015  | B3      | 6,2 | 1,3   | 825    | 193    | 6      | 3      | 381    | 107    | 318    | 403    | 104    |
| 15-2-2015  | B3      | 6,3 | 1,4   | 913    | 281    | 5      | 2      | 317    | 74     | 198    | 428    | 86     |
| 15-2-2015  | C2REF2  | 5,6 | 0,4   | 55     | 1571   | 15     | 1      | 215    | 93     | 123    | 610    | 112    |
| 15-2-2015  | C2REF2  | 5,7 |       | 89     | 1903   | 1311   | 4      | 400    | 520    | 208    | 610    | 111    |



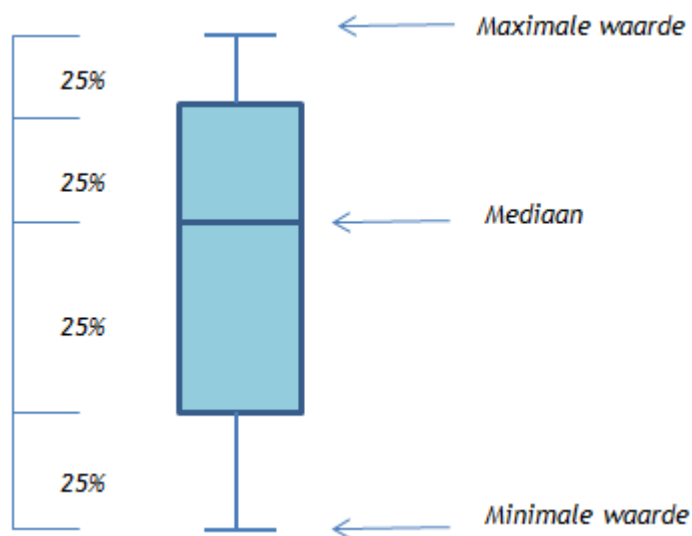
|            |           |       |     | TIC   | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | AA     | icp    | icp    |
|------------|-----------|-------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            |           |       |     | meq/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l | µmol/l |
| Datum      | Locatie   | pH    | alk | HCO3  | NO3    | NH4    | PO4    | Na     | K      | CL     | Ca     | S      |
| 14-12-2015 | A1-extra  | 6,5   | 2,2 | 1423  | 188    | 8      | 7      | 775    | 313    | 362    | 505    | 190    |
| 14-12-2015 | A1-Extra  | 6,6   | 3,4 | 2343  | 263    | 9      | 5      | 1147   | 193    | 475    | 869    | 356    |
| 14-12-2015 | B3.1      | 6,2   | 2,5 | 2266  | 5      | 4      | 1      | 485    | 53     | 142    | 606    | 60     |
| 14-12-2015 | B3.2      | 6,2   | 2,4 | 2314  | 2      | 4      | 1      | 557    | 30     | 112    | 665    | 63     |
| 14-12-2015 | A1        | 6,8   | 4,2 | 3933  | 669    | 18     | 7      | 1213   | 612    | 329    | 1051   | 283    |
| 14-12-2015 | A2        | 6,2   | 2,3 | 2012  | 27     | 37     | 7      | 408    | 45     | 137    | 628    | 108    |
| 14-12-2015 | A2        | 6,3   | 1,6 | 1321  | 6      | 7      | 3      | 391    | 23     | 130    | 431    | 84     |
| 14-12-2015 | A3        | 6,8   | 3,8 | 3679  | 10     | 9      | 5      | 867    | 148    | 83     | 920    | 69     |
| 15-12-2015 | A3        | 7,0   | 6,7 | 5426  | 3      | 6      | 1      | 999    | 135    | 50     | 1685   | 78     |
| 14-12-2015 | B2        | 6,0   | 2,7 | 1546  | 804    | 11     | 47     | 1138   | 225    | 862    | 813    | 330    |
| 14-12-2015 | B2        | 6,0   | 1,6 | 1058  | 169    | 7      | 54     | 687    | 124    | 427    | 544    | 158    |
| 14-12-2015 | B2        | 6,0   | 1,4 | 1515  | 1239   | 7      | 24     | 1153   | 205    | 1117   | 1009   | 342    |
| 14-12-2015 | B2 Extra  | 5,9   | 1,5 | 704   | 791    | 9      | 54     | 869    | 182    | 290    | 637    | 191    |
| 14-12-2015 | B2 Extra  | 6,0   | 1,5 | 976   | 545    | 13     | 74     | 847    | 81     | 382    | 669    | 210    |
| 14-12-2015 | C2/Ref2   | 5,7   | 0,9 | 36    | 232    | 23     | 7      | 543    | 547    | 389    | 132    | 111    |
| 14-12-2015 | C2/Ref2   | 5,4   | 0,4 | 24    | 1391   | 17     | 2      | 258    | 192    | 709    | 623    | 101    |
| 14-12-2015 | C1/Ref1   | 6,6   | 3,9 | 3206  | 27     | 81     | 5      | 217    | 300    | 81     | 1052   | 305    |
| 14-12-2015 | B1        | 6,2   | 1,6 | 1314  | 691    | 7      | 36     | 1199   | 414    | 968    | 700    | 278    |
| 14-12-2015 | B1        | 6,0   | 2,2 | 1186  | 531    | 7      | 19     | 948    | 92     | 648    | 762    | 366    |
| 27-1-2016  | A1-Extra  | 6,6   | 1,3 | 786   | 575    | 4      | 7      | 748    | 277    | 162    | 432    | 193    |
| 27-1-2016  | A1-Extra  | 6,7   | 2,1 | 1486  | 340    | 4      | 4      | 899    | 126    | 77     | 605    | 203    |
| 27-1-2016  | A1        | 6,7   | 0,8 | 376   | 904    | 2      | 12     | 597    | 180    | 230    | 341    | 119    |
| 27-1-2016  | A1        | 6,8   | 3,3 | 2579  | 423    | 28     | 5      | 1121   | 449    | 215    | 687    | 153    |
| 27-1-2016  | A2        | 6,1   | 2,1 | 1823  | 81     | 4      | 2      | 432    | 20     | 67     | 601    | 128    |
| 27-1-2016  | A2        | 6,2   | 2,1 | 1650  | 40     | 4      | 2      | 420    | 5      | 34     | 543    | 128    |
| 27-1-2016  | A3        | 6,6   | 3,6 | 3303  | 74     | 5      | 4      | 789    | 75     | 19     | 950    | 128    |
| 27-1-2016  | A3        | 6,6   | 4,2 | 3698  | 16     | 5      | 1      | 859    | 112    | 27     | 1218   | 89     |
| 27-1-2016  | B2        | 6,1   | 1,7 | 1269  | 181    | 7      | 51     | 815    | 142    | 157    | 503    | 202    |
| 27-1-2016  | B2        | 5,9   | 1,1 | 755   | 744    | 7      | 50     | 717    | 102    | 159    | 534    | 200    |
| 27-1-2016  | B2        | 5,9   | 1,5 | 1118  | 323    | 9      | 27     | 705    | 96     | 97     | 542    | 209    |
| 27-1-2016  | B2 EXTRA  | 6,1 * |     | 368   | 1077   | 8      | 63     | 859    | 459    | 472    | 570    | 250    |
| 27-1-2016  | B2 EXTRA  | 5,9   | 0,9 | 515   | 1085   | 7      | 76     | 856    | 74     | 121    | 627    | 261    |
| 27-1-2016  | B3        | 6,2   | 2,1 | 1766  | 28     | 7      | 2      | 512    | 19     | 52     | 563    | 69     |
| 27-1-2016  | B3        | 6,2   | 2,0 | 1842  | 26     | 17     | 2      | 479    | 29     | 49     | 530    | 87     |
| 27-1-2016  | C2/ ref 2 | 5,8   | 0,6 | 21    | 420    | 13     | 3      | 543    | 609    | 207    | 122    | 133    |
| 27-1-2016  | C2/ ref 2 | 5,5   | 0,2 | 9     | 2360   | 6      | 1      | 235    | 235    | 382    | 850    | 78     |
| 27-1-2016  | C1/ref 1  |       |     |       |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 27-1-2016  | C1/ ref1  | 5,8   | 1,3 | 1160  | 65     | 18     | 4      | 156    | 184    | 17     | 447    | 232    |
| 27-1-2016  | B1        | 6,1   | 1,1 | 729   | 1554   | 7      | 29     | 1234   | 379    | 630    | 693    | 291    |
| 27-1-2016  | B1        | 6,0   | 0,9 | 523   | 1502   | 7      | 14     | 1009   | 77     | 526    | 776    | 311    |

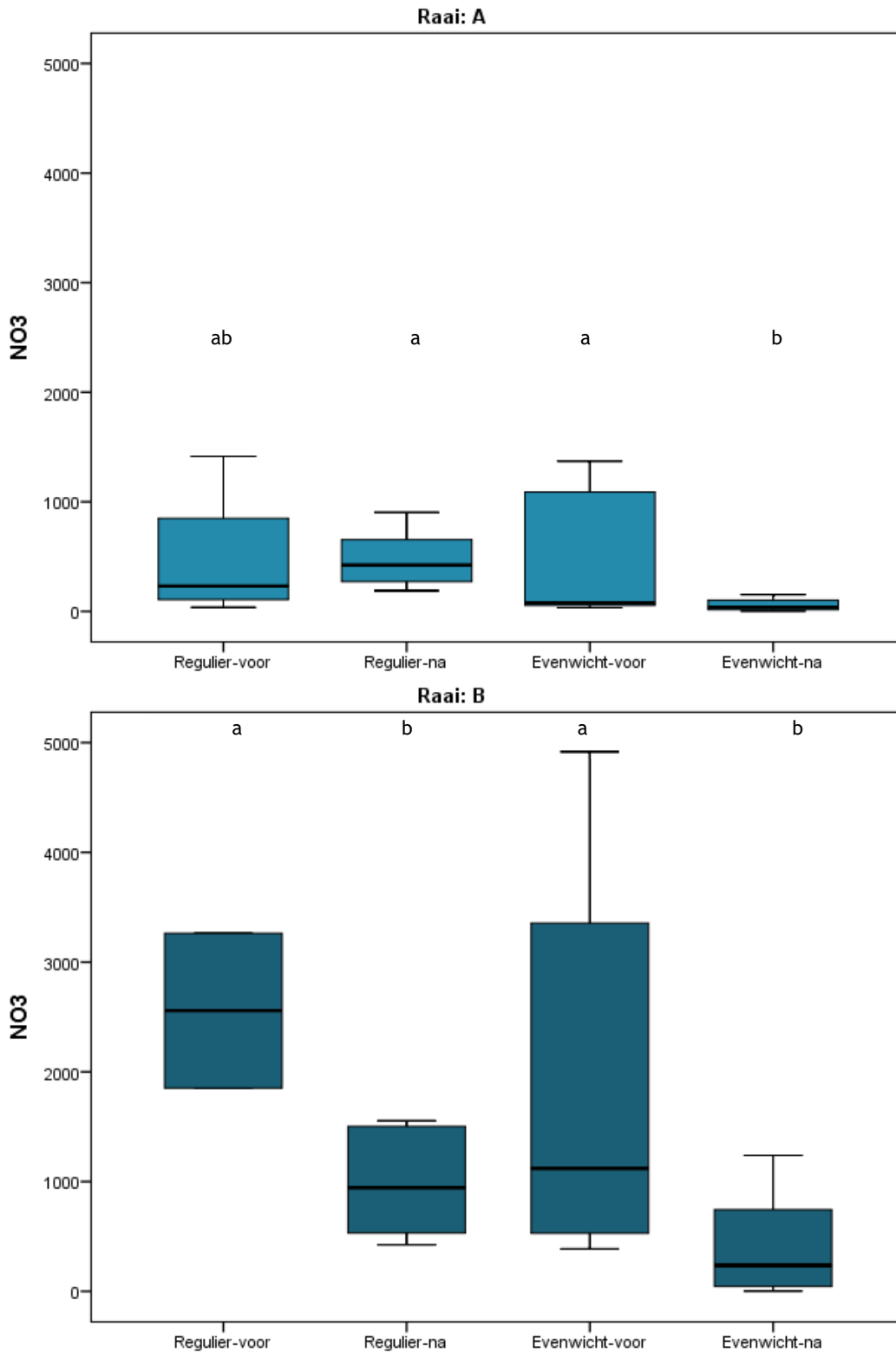
## Bijlage 6 Effecten evenwichtsbemesting op het bodemvocht

De resultaten in de rapportage zijn weergegeven als tijdslijnen (Figuren 13 en 14). Een andere manier om de verzamelde gegevens weer te geven, is door het maken van boxplots (Box 2). In deze bijlage zijn deze boxplots weergegeven met de begeleidende teksten. Hierbij zijn steeds de resultaten van raai A en B apart uitgezet, en van raai A en B samen. Verschillende letters geven significante verschillen tussen de groepen weer.

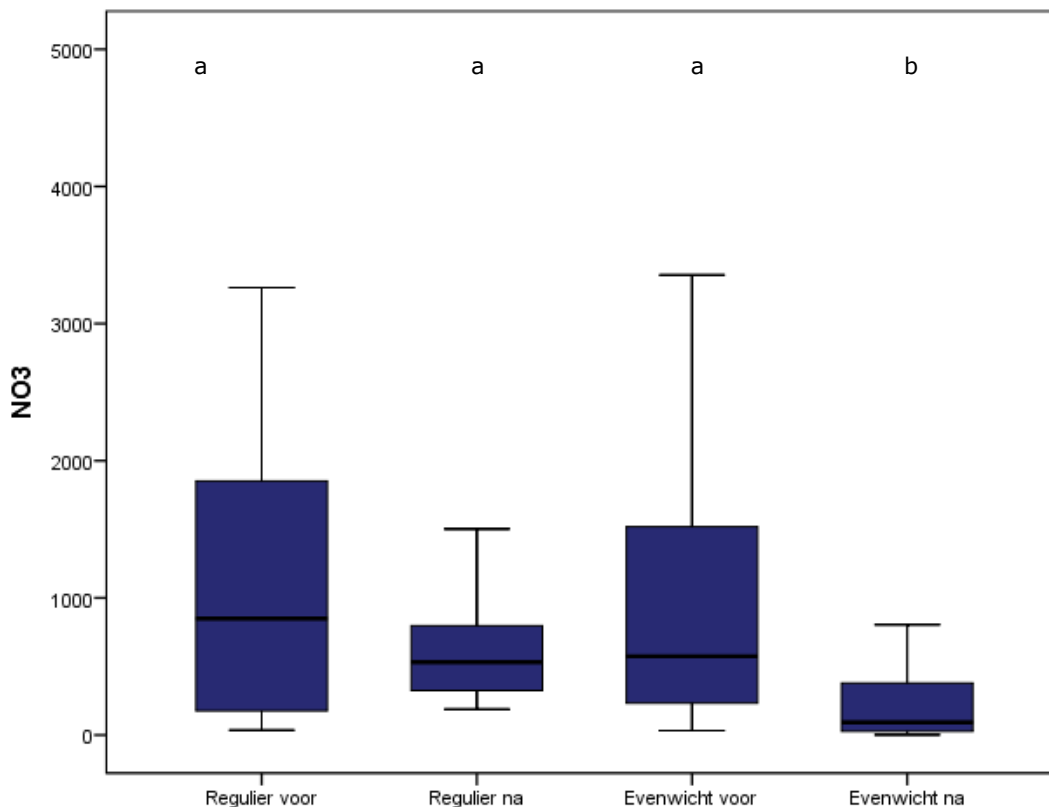
### Box 2. Uitleg Boxplot

In een boxplot wordt de laagst en hoogst gemeten waarde weergegeven en de mediane waarde. De vier vakken van de figuur geven de range weer waarin steeds 25% van de gemeten waarden vallen. De gearceerde/gekleurde box bevat 50% van de middelste waarden (25%-75%).





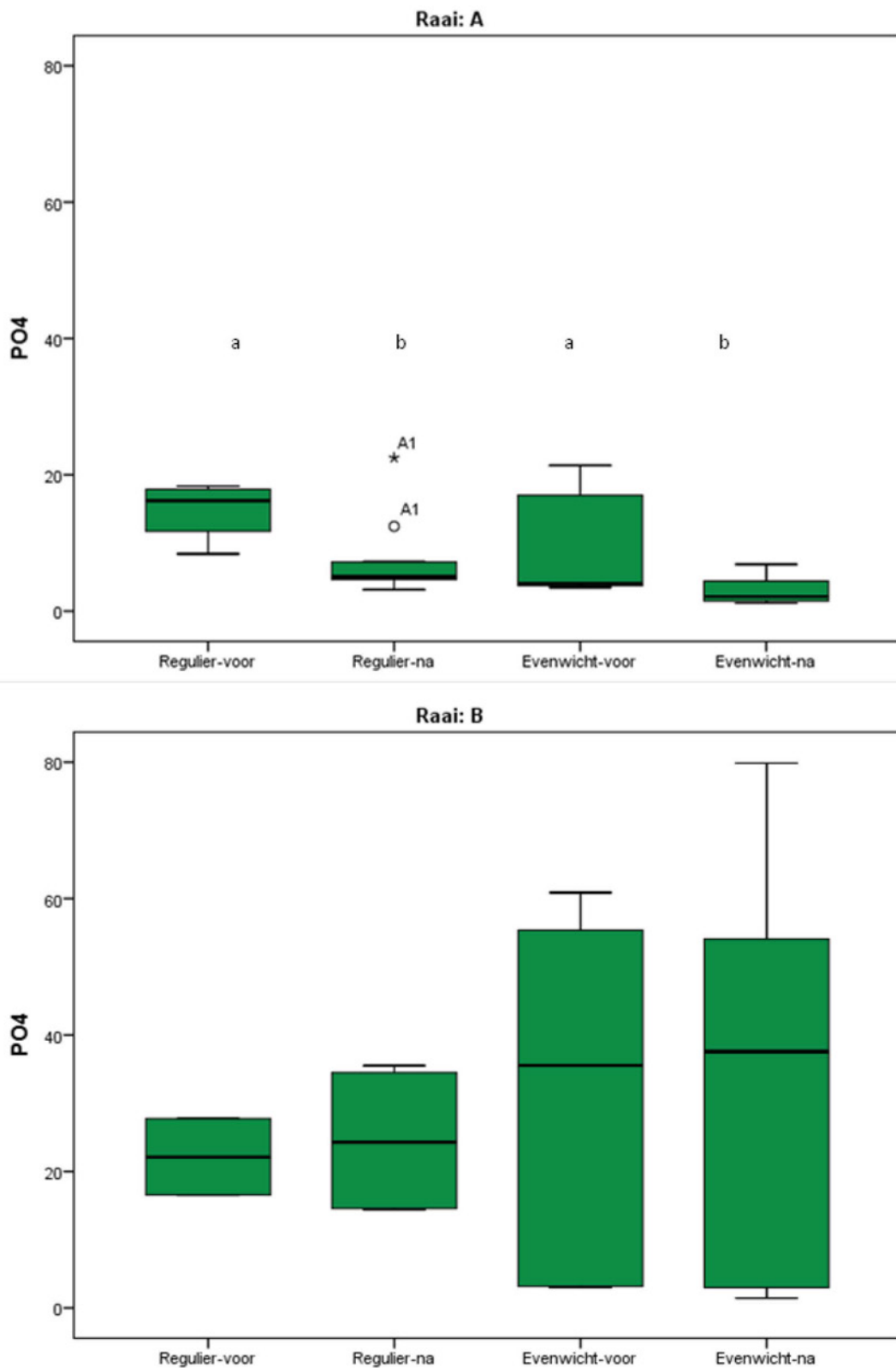
**Figuur A** Nitraat in  $\mu\text{mol/l}$  gemeten onder de wortelzone (50 cm onder maaiveld) in het bodemvocht in de percelen in regulier beheer en evenwichtsbemesting in de periode voordat de evenwichts-bemesting werd ingevoerd (periode januari en april 2014) en nadat de evenwichtsbemesting werd uitgevoerd (periode oktober 2014–januari 2016). Raai A boven en raai B beneden. Concentraties in  $\mu\text{mol/l}$ . Verschillende letters geven een significant andere groep aan; wanneer er geen letters zijn geplaatst, waren er geen significante effecten aanwezig.



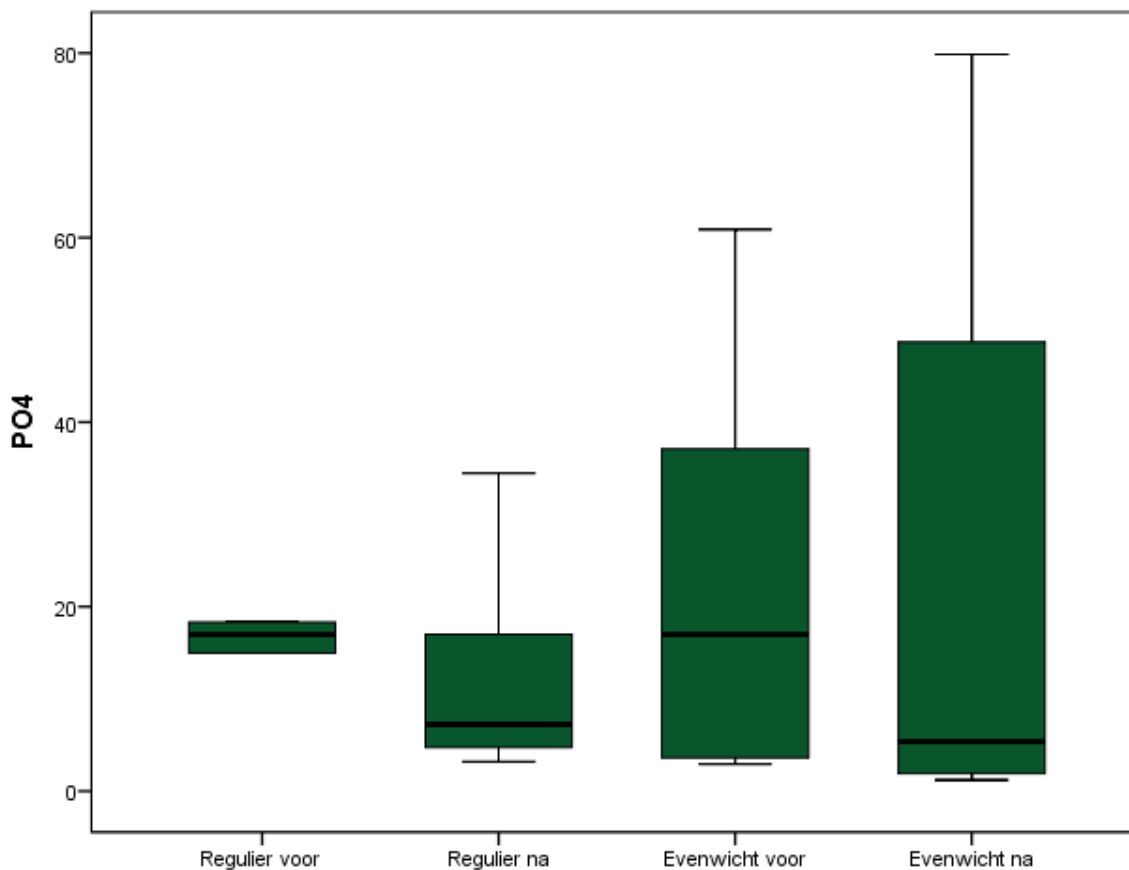
**Figuur B** Nitraat in  $\mu\text{mol/l}$  gemeten onder de wortelzone (50 cm onder maaiveld) in het bodemvocht in de percelen in regulier beheer en evenwichtsbemesting in de periode voordat de evenwichts-bemesting werd ingevoerd (periode januari en april 2014) en nadat de evenwichtsbemesting werd uitgevoerd (periode oktober 2014–januari 2016). In deze figuur zijn raai A en B samengevoegd. Concentraties in  $\mu\text{mol/l}$ . Verschillende letters geven een significant andere groep aan; wanneer er geen letters zijn geplaatst, waren er geen significante effecten aanwezig.

In raai A werd in de percelen in evenwichtsbemesting gemiddeld rond de  $76 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  gemeten ( $4,7 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ ), in dezelfde percelen voordat de evenwichtsbemesting werd ingezet en de percelen in regulier beheer werd gemiddeld rond de  $500 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  in het bodemvocht gemeten ( $31 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ ). Deze verschillen zijn significant ( $p=0,017$ ). In raai B zijn de effecten minder duidelijk. Zowel in de percelen in regulier beheer als de percelen in evenwichtsbemesting werden na april 2014 significant lagere  $\text{NO}_3$ -concentraties gemeten dan daarvoor ( $p < 0,001$ ). In de percelen in regulier beheer werd tot april 2014 gemiddeld  $2557 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  gemeten ( $159 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ ), in de periode van april 2014 tot januari 2016 gemiddeld  $983 \mu\text{mol/l}$  ( $61 \text{ mg/l}$ ). In de percelen in evenwichtsbemesting (raai A en B gecombineerd) werd in de periode tot april 2014 gemiddeld  $1905 \mu\text{mol NO}_3/\text{l}$  gemeten ( $118 \text{ mg/l}$ ) en in de periode na april 2014 gemiddeld  $392 \mu\text{mol/l}$  ( $24,3 \text{ mg/l}$ ). Hoewel niet uit is te sluiten dat de daling in nitraatconcentratie in de periode na april 2014 wordt veroorzaakt door andere factoren, zoals gewasopname, neerslag en temperatuur, lijkt toch ook hier de evenwichtsbemesting een positief effect te hebben.

Bij de fosfaatconcentraties gemeten in het bodemvocht is er in raai A een significante afname in de tijd ( $p=0,001$ ), maar niet tussen de behandelingen (regulier versus evenwichtsbemesting). In raai B zijn er geen significante verschillen. Wanneer de raaien A en B samen worden getoetst, is het effect niet meer significant ( $p=0,929$ ). In de periode waarin de evenwichtsbemesting werd toegepast, werd in de regulier beheerde percelen gemiddeld  $7,2 \mu\text{mol PO}_4/\text{l}$  gemeten ( $0,68 \text{ mg PO}_4/\text{l}$ ) en  $3,1 \mu\text{mol/l}$  ( $0,29 \text{ mg PO}_4/\text{l}$ ) in de percelen in evenwichtsbemesting.



**Figuur C** Fosfaat (PO4 in µmol/l) gemeten onder de wortelzone (50 cm onder maaiveld) in het bodemvocht in de percelen in regulier beheer en evenwichtsbemesting in de periode voordat de evenwichtsbemesting werd ingevoerd (periode januari en april 2014) en nadat de evenwichtsbemesting werd uitgevoerd (periode oktober 2014–januari 2016). Raai A boven en raai B beneden. Concentraties in µmol/l. Verschillende letters geven een significant andere groep aan; wanneer er geen letters zijn geplaatst, waren er geen significante effecten aanwezig.



**Figuur D** Fosfaat ( $PO_4$  in  $\mu\text{mol/l}$ ) gemeten onder de wortelzone (50 cm onder maaiveld) in het bodemvocht in de percelen in regulier beheer en evenwichtsbemesting in de periode voordat de evenwichtsbemesting werd ingevoerd (periode januari en april 2014) en nadat de evenwichtsbemesting werd uitgevoerd (periode oktober 2014–januari 2016). Raai A en B samengenomen. Concentraties in  $\mu\text{mol/l}$ . Verschillende letters geven een significant andere groep aan; wanneer er geen letters zijn geplaatst, waren er geen significante effecten aanwezig.

## Bijlage 7 Typische soorten habitattypen

Typische soorten van de groep van mossen en vaatplanten per habitatype, met de categorie waar de soort toe behoort (Bal, 2007). E= exclusieve soort: soort waarvan de ecologische vereisten alleen in betreffende habitatype voorkomt; K = karakteristieke soort: soort waarvan de ecologische vereisten vooral voorkomt in betreffende habitatype; Ca = constante soort: soort die in elk gebied met betreffende habitatype aanwezig is, maar niet tot dat habitatype beperkt is. In de laatste twee kolommen is vermeld of de soorten zijn aangetroffen in het Boetelerveld in de periodes 1980-1999 en 2000-2004; 1980-1999: 83 opnamen; 2000-2004: 78 opnamen (Bron: LVD, Alterra).

| Zwakgebufferde vennen                       | H3130  | Groep       | Categorie | 1980-1999 | 2000-2004 |
|---|--|-------------|-----------|-----------|-----------|
| Drijvende waterweegbree                     | <i>Luronium natans</i>                         | Vaatplanten | K         | -         | ja        |
| Duizendknoopfonteinkruid                    | <i>Potamogeton polygonifolius</i>              | Vaatplanten | K         | ja        | ja        |
| Gesteeld glaskroos                          | <i>Elatine hexandra</i>                        | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Kleinste egelskop                           | <i>Sparganium natans</i>                       | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Kruipende moerasweegbree                    | <i>Baldellia ranunculoides ssp. repens</i>     | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Moerashertshooi                             | <i>Hypericum elodes</i>                        | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Moerassmele                                 | <i>Deschampsia setacea</i>                     | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Oeverkruid                                  | <i>Littorella uniflora</i>                     | Vaatplanten | K         | -         | ja        |
| Ongelijkbladig fonteinkruid                 | <i>Potamogeton gramineus</i>                   | Vaatplanten | K         | -         | ja        |
| Pilvaren                                    | <i>Pilularia globulifera</i>                   | Vaatplanten | K         | -         | ja        |
| Veelstengelige waterbies                    | <i>Eleocharis multicaulis</i>                  | Vaatplanten | K         | -         | ja        |
| Vlottende bies                              | <i>Eleogiton fluitans</i>                      | Vaatplanten | K         | -         | ja        |
| Witte waterranonkel                         | <i>Ranunculus ololeucos</i>                    | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| <b>Vochtige heiden (hogere zandgronden)</b> | <b>H4010A</b>                                  |             |           |           |           |
| Broedkelkje                                 | <i>Gymnocolea inflata</i>                      | Mossen      | K         | -         | -         |
| Kortharig kronkelsteeltje                   | <i>Campylopus brevipilus</i>                   | Mossen      | K         | -         | -         |
| Kussentjesveenmos                           | <i>Sphagnum compactum</i>                      | Mossen      | K         | -         | -         |
| Zacht veenmos                               | <i>Sphagnum tenellum</i>                       | Mossen      | K         | -         | -         |
| Beenbreek                                   | <i>Narthecium ossifragum</i>                   | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Klokjesgentiaan                             | <i>Gentiana pneumonanthe</i>                   | Vaatplanten | K         | ja        | ja        |
| Veenbies                                    | <i>Trichophorum cespitosum ssp. germanicum</i> | Vaatplanten | K         | ja        | ja        |
| <b>Jeneverbesstruwelen</b>                  | <b>H5130</b>                                   |             |           |           |           |
| Geen  |  | Vaatplanten |           |           |           |
| <b>Heischrale graslanden</b>                | <b>H6230</b>                                   |             |           |           |           |
| Betonie                                     | <i>Stachys officinalis</i>                     | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Borstelgras                                 | <i>Nardus stricta</i>                          | Vaatplanten | K         | -         | ja        |
| Groene nachtorchis                          | <i>Dactylorhiza viridis</i>                    | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Heidekartelblad                             | <i>Pedicularis sylvatica</i>                   | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Heidezegge                                  | <i>Carex ericetorum</i>                        | Vaatplanten | E         | -         | -         |
| Herfstschroeforchis                         | <i>Spiranthes spiralis</i>                     | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Liggend walstro                             | <i>Galium saxatile</i>                         | Vaatplanten | K         | ja        | ja        |
| Liggende vleugeltjesbloem                   | <i>Polygala serpyllifolia</i>                  | Vaatplanten | E         | -         | -         |
| Valkruid                                    | <i>Arnica montana</i>                          | Vaatplanten | K         | -         | -         |
| Welriekende nachtorchis                     | <i>Platanthera bifolia</i>                     | Vaatplanten | K         | ja        | Ja        |

| Blauwgraslanden                    |                              | H6410       |        |    |    |
|------------------------------------|------------------------------|-------------|--------|----|----|
| Blauwe knoop                       | <i>Succisa pratensis</i>     | Vaatplanten | Ca     | ja | Ja |
| Blauwe zegge                       | <i>Carex panicea</i>         | Vaatplanten | Ca     | ja | ja |
| Blonde zegge                       | <i>Carex hostiana</i>        | Vaatplanten | K      | ja | Ja |
| Klein glidkruid                    | <i>Scutellaria minor</i>     | Vaatplanten | K      | -  | -  |
| Kleine valeriaan                   | <i>Valeriana dioica</i>      | Vaatplanten | K      | ja | Ja |
| Knotszegge                         | <i>Carex buxbaumii</i>       | Vaatplanten | K      | -  | -  |
| Kranskarwij                        | <i>Carum verticillatum</i>   | Vaatplanten | K      | -  | -  |
| Melkvioltje                        | <i>Viola persicifolia</i>    | Vaatplanten | E      | ja | Ja |
| Spaanse ruiter                     | <i>Cirsium dissectum</i>     | Vaatplanten | E      | -  | -  |
| Vlozegge                           | <i>Carex pulicaris</i>       | Vaatplanten | K      | -  | -  |
| Pioniervegetaties met snavelbiezen |                              | H7150       |        |    |    |
| Bruine snavelbies                  | <i>Rhynchospora fusca</i>    | Vaatplanten | K + Ca | ja | ja |
| Kleine zonnedaauw                  | <i>Drosera intermedia</i>    | Vaatplanten | Ca     | ja | Ja |
| Moeraswolfsklauw                   | <i>Lycopodiella inundata</i> | Vaatplanten | Ca     | -  | ja |



---

# Bijlage 8    Voorstel vervolg monitoring effecten van evenwichts- bemesting op de grondwater- kwaliteit in het Boetelerveld

## *Inleiding*

Uit de momenteel beschikbare metingen blijkt dat er, met de huidige grondwaterstanden, nauwelijks tot geen invloed van de landbouwpercelen op het grondwater meetbaar is in het oostelijke deel van het Boetelerveld. Wel zijn er sterke signalen dat evenwichtsbemesting in algemene zin kan zorgen voor een verlaging van de concentratie nitraat in het ondiepe grondwater (net onder de wortelzone). Deze verminderde uitspoeling zou na langere tijd ook effect kunnen hebben op de nitraatconcentraties in het diepere grondwater (2 m onder maaiveld).

## *Aanleiding*

De grondwaterstanden zullen de komende tijd verhoogd worden in en rondom het Boetelerveld. Bij hogere grondwaterstanden treden andere chemische bodemprocessen op dan bij lagere grondwaterstanden. Zo kan een hogere grondwaterstand effect hebben op de in de bodem aanwezige ijzerbank. Aan deze ijzerbank zijn naar alle waarschijnlijkheid grote hoeveelheden fosfor gebonden die bij hoge grondwaterstanden vrij kunnen komen en uitspoelen wanneer het peil zakt tijdens droge periodes. Ook het proces van omzetting van stikstof wordt beïnvloed door grondwaterstanden.

Door de voorgenomen peilverhoging in de aangrenzende gronden is het waarschijnlijk dat a) er meer kans op grondwater invloed is in de lagere delen van het Boetelerveld, b) de interactie tussen grondwater vanuit de landbouwpercelen met het Boetelerveld anders wordt, c) de kwaliteit van dit water verandert en d) het belang van het effect van (evenwichts)bemesting groter wordt, omdat er mogelijk meer uitwisseling plaatsvindt tussen landbouw en Boetelerveld.

## *Vervolg monitoring*

Om deze gevolgen aan te kunnen tonen, is er nu een goede gelegenheid om de reeds ingezette monitoring de komende vier jaar te vervolgen. Doordat er gegevens zijn verzameld van de periode vóór evenwichtsbemesting en tijdens evenwichtsbemesting met het huidige grondwaterregime, kunnen de effecten van veranderde hydrologische maatregelen in beeld gebracht worden. Daarnaast wordt geadviseerd om het huidige meetnet uit te breiden met twee extra peilpunten (keramische cups net boven de ijzerbank en een peilbuis op 2 m onder maaiveld) in de regulier beheerde agrarische zone om het aantal meetpunten gelijkmatiger over de behandelingen te verdelen en zo het effect van evenwichtsbemesting op de grondwaterkwaliteit inzichtelijker te maken. Geadviseerd wordt om de peilbuizen tweemaal per jaar te bemonsteren (droge en natte periode) en de keramische cups vier maal per jaar (ieder seizoen).

Daarnaast wordt geadviseerd om ook de bodemchemie van de agrarische percelen in kaart te brengen om de effecten van vernatting en bemesting op de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem inzichtelijk te maken. Bodemchemische veranderingen kunnen van grote invloed zijn op de chemie van het grondwater. Voorgesteld wordt om de bodemchemie in jaar 2 en jaar 4 van de vervolgmonitoring te bepalen door een mengmonster te maken van ieder perceel waar een peilbuis staat. De bodem wordt verzameld van de toplaag en van de bodemlaag onder de ijzerbank.

Om een beter inzicht te verkrijgen in de effecten van de hydrologische maatregelen worden alle peilbuizen (zowel de reeds geplaatste als nieuwe locaties) ingemeten in NAP door middel van een RTK-DGPS op 2 cm nauwkeurig.

Tot slot wordt opgemerkt dat bij het eventuele vervolg van deze monitoring rekening dient te worden gehouden met nieuwe ontwikkelingen en inzichten, bijvoorbeeld voortkomend uit het onderzoek naar bodem en grondwaterstanden in en rondom het Boetelerveld, en dat eveneens aansluiting wordt gezocht bij andere monitoringsafspraken.

---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
T 0317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Wageningen Environmental Research  
Rapport 2772  
ISSN 1566-7197

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.





To explore  
the potential  
of nature to  
improve the  
quality of life



---

Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AB Wageningen  
T 317 48 07 00  
[www.wur.nl/environmental-research](http://www.wur.nl/environmental-research)

Rapport 2772  
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

