



ALTEERRA

WAGENINGEN UR



Bepalen van milieutekorten voor natuurgebieden in Gelderland

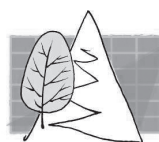
Validatie en calibratie van het indicatorsysteem

Alterra-rapport 2077
ISSN 1566-7197

G.W.W. Wamelink, M.H.C. van Adrichem, L.J. van den Berg en B. te Linde



ALTEERRA
WAGENINGEN UR



Stichting *Berglinde*
natuur en landschap, onderzoek en advies

provincie
GELDERLAND

Bepalen van milieutekorten
voor natuurgebieden in Gelderland

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van Ecologische condities voor natura 2000 en de EHS
Projectcode (BO-11-006.01-004)

Bepalen van milieutekorten voor natuurgebieden in Gelderland

Validatie en calibratie van het indicatorsysteem

G.W.W. Wamelink
M.H.C. van Adrichem
L.J. van den Berg
B. te Linde

Alterra-rapport 2077

Alterra Wageningen UR
Wageningen, 2010



Referaat

Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem, L.J. van den Berg en B. te Linde, 2010. Bepalen van milieutekorten voor natuurgebieden in Gelderland; validatie en calibratie van het indicatorsysteem. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2077. 57 blz.; fig.; 7 tab.; 4 ref.

Om op basis van vegetatieopnamen een schatting van de bodemomstandigheden, zoals pH, voorjaarsgrondwaterstand of nitraatgehalte, te kunnen maken is een methode ontwikkeld op basis van bodemmetingen. Voor de provincie Gelderland is deze methode uitgebreid gevalideerd en gecalibreerd. Daarnaast wordt de methode gebruikt om milieutekorten te berekenen; waar voldoet de bodemkwaliteit niet voor de aanwezige of geplande natuurtypen (habitattypen). In dit rapport zijn de milieutekorten berekend met onze methode vergeleken met de milieutekorten berekend op basis van metingen.

Uit de validatie van de berekeningsmethode van de abiotiek bleek dat de methode goed werkt voor pH en de totale stikstof- en fosfaatgehalten. Problemen werden er geconstateerd voor ammonium- en fosfaatgehalte. Voor fosfaat zijn nieuwe schattingen van de gebruikte indicatorwaarden nodig. Voor ammonium en ook andere indicatorwaarden zullen de validatie data uit Gelderland worden gebruikt om nieuwe indicatorwaarden te schatten. Voor de milieutekorten geldt dat de tekorten op basis van metingen vergelijkbaar zijn met de berekende tekorten, waarbij de tekorten op basis van de metingen iets hoger liggen dan die op basis van de berekeningen.

Trefwoorden: indicatorwaarden, abiotiek, habitattypen, bodem, vegetatie, pH, stikstof, fosfaat, Gelderland

ISSN 1566-7197

Dit rapport is gratis te downloaden van www.alterra.wur.nl (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt geen gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.boomblad.nl/rapportenservice.

© 2010 Alterra Wageningen UR, Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Telefoon 0317 48 07 00; fax 0317 41 90 00; e-mail info.alterra@wur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra Wageningen UR.

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

Alterra-rapport 2077

Wageningen, oktober 2010

Inhoud

Samenvatting	7
Verklarende woordenlijst	9
1 Inleiding	11
2 Materiaal en methode	13
2.1 Keuze te bemonsteren plekken en monsternamen	13
2.2 Bodemanalyses en vegetatieopnamen	13
2.3 Validatie	14
2.4 Calibratie	14
2.5 Berekening milieutekorten	16
3 Resultaten	19
3.1 Validatie	19
3.2 Calibratie	24
3.3 Milieutekorten	27
3.4 Programma's om de correctie uit te voeren en de milieutekorten te berekenen	29
4 Discussie	31
5 Conclusies en aanbevelingen	35
5.1 Gebruik van de methode voor beheertypen	36
Literatuur	39
Bijlage 1 Beschrijving van het programma om milieutekorten te berekenen, inclusief handleiding	41
Bijlage 2 Rapportage bemonstering PQ's in de ecologische hoofdstructuur	47
Bijlage 3 Oppervlakten vegetatieopnamen	51
Bijlage 4 Milieutekorten op basis van veldmetingen en indicatorwaarden	53
Bijlage 5 Aantal waarnemingen per abiotische parameter in de landelijke database	57

Samenvatting

De kwaliteit van de Natura 2000-gebieden dient in kaart te worden gebracht, waaronder de abiotische kwaliteit. In het kader daarvan heeft de provincie Gelderland Alterra verzocht de abiotische kwaliteit van de Natura 2000-gebieden in Gelderland in kaart te brengen. Hiervoor is eerder door Alterra een indicatorsysteem ontwikkeld (Wamelink et al., 2009). Op basis van het systeem is de milieukwaliteit voor een reeks van abiotische randvoorwaarden, waaronder pH, nutriëntenbeschikbaarheid en grondwaterstand, in beeld gebracht. Aangegeven werd voor welke habitatgebieden de milieukwaliteit onvoldoende was en hoe ver de huidige kwaliteit af zat van de gewenste kwaliteit. In dit rapport wordt beschreven hoe de resultaten vervolgens zijn gevalideerd en gecalibreerd, met als doel om tot een betere voorspelling te komen van de abiotiek op basis van vegetatieopnamen en daarmee de milieukwaliteit beter in beeld te brengen.

Uit de validatie op basis van ruim 600 onafhankelijke bodemmetingen bleek dat voor sommige abiotische randvoorwaarden het goed mogelijk is om een voorspelling te doen op basis van vegetatieopnamen. Dit kan goed voor pH en de totale stikstof- en fosforgehalten, en redelijk goed voor calcium en magnesium. De validatieresultaten waren slecht voor ammonium en fosfaat. Het probleem voor fosfaat lag aan de gebruikte dataset, nieuwe schattingen van de indicatorwaarden voor de plantensoorten is noodzakelijk om dit probleem op te lossen. Voor ammonium kon geen duidelijke oorzaak worden gevonden. Eerdere kruisvalidatie op basis van een landelijke dataset leverde wel een positief resultaat op.

In de tweede fase van het onderzoek zijn verschillende methoden onderzocht om de berekende abiotische waarden te corrigeren zodat ze beter overeenstemmen met de gemeten waarden. Als beste methode kwam naar voren het gebruik van de regressielijn van de validaties op basis van de data uit de provincie Gelderland (dezelfde als die gebruikt zijn voor de validatie). Een omgekeerde regressielijn wordt hierbij gebruikt om de voor de opnamen gebruikte abiotiek te corrigeren. Hierdoor wordt de voorspellende kracht van het indicatorsysteem aanmerkelijk groter.

In de derde fase van het onderzoek zijn opnieuw de zogenaamde milieutekortten voor de gedefinieerde habitatgebieden berekend. Hierbij wordt gekeken of de berekend abiotiek op basis van een vegetatieopname binnen de abiotische randvoorwaarden van het betreffende habitatype ligt. Is dit niet het geval dan wordt berekend hoe ver de berekende waarde van de minimale vereisten van het habitatype liggen en wordt zo het milieutekort berekend. De zo berekende tekorten zijn vergeleken met de berekende tekorten op basis van de veldmetingen en de abiotische randvoorwaarden van het betreffende type. Dit leverde in het algemeen hetzelfde beeld op, met vooral tekorten voor calcium en in mindere mate voor stikstof- en fosforgehalte en de pH. Hierbij viel op dat de milieutekortten op basis van de veldmetingen vaak wat hoger lagen dan op basis van de berekeningen. Er is dus eerder sprake van een onderschatting van het probleem met de abiotiek in de habitatgebieden dan een overschatting.

Tot slot is er een opzet toegevoegd hoe het systeem ook gebruikt kan worden om voor de nieuwe beheertypen van de IndexNL de abiotiek te berekenen en eventuele milieutekortten te berekenen.

Verklarende woordenlijst

Abiotische randvoorwaarde	Voorwaarde waaronder een plantensoort of beheertype/habitatype voor kan komen, geschat op basis van gemeten waarden van een abiotische factor. Als randvoorwaarde wordt in dit onderzoek het gebied tussen 5% en 95% van de meetwaarden aangehouden.
Associatie	Vegetatietype op basis van phytosociologische eigenschappen; een type bevat plantensoorten die vaak samen voorkomen.
ASSOCIA	Computerprogramma (Van Tongeren et al., 2008) dat op basis van de soortensamenstelling van een vegetatieopname en een trainingsset een associatie geeft, die het best past bij de vegetatieopname. Als de opname niet goed 'ontwikkeld' is, dan kan het zijn dat er geen associatie kan worden toegekend.
Beheertype	Natuurtype zoals gedefinieerd voor de in ontwikkeling zijnde IndexNL. Net als de habitattypen omvat een beheertype verschillende vegetatietypen die enigermate op elkaar lijken. De typologie is nog in ontwikkeling, verwacht wordt dat deze in 2011 operationeel zal zijn. Het is de bedoeling dat alle natuur in Nederland een beheertype krijgt.
calibratie	In dit rapport: correctie van indicatorwaarden of berekende abiotiek om te corrigeren voor regression to the mean.
EHS	Ecologische Hoofdstructuur.
GHG	Gemiddelde hoogste grondwaterstand.
GLG	Gemiddelde laagste grondwaterstand.
GVG	Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand.
Habitatype	Natuurtype zoals gedefinieerd voor de Natura 2000- gebieden.
Meetlat	Geheel van abiotische randvoorwaarden, dat wordt meegenomen om het totale milieutekort te bepalen.
Milieutekort	Het verschil tussen de uiterste gewenste abiotische waarde (op basis van de abiotische randvoorwaarde) en de gemeten of berekende waarde. Een tekort kan ook een teveel aan bijvoorbeeld nutriënten inhouden.
PQ	Permanent Kwadraat (Engels: Permanant Quadrate). Vastgelegde plek waar herhaald een vegetatieopname kan worden gemaakt.
Regression to the mean	Fenomeen dat optreedt wanneer (verschillende malen over dezelfde data) een gemiddelde wordt berekend. Het gevolg is dat bij het berekenen van indicatorwaarden alle waarden naar het overall gemiddelde dreigen te gaan. Waarden lager dan dat overall gemiddelde worden te hoog geschat, waarden boven het overall gemiddelde te laag.
Responscurve	Berekeningsresultaat van de respons van een plantensoort of habitatype/beheertype voor een abiotische waarde.
RMSE	Root Mean Square Error of prediction. Statistische maat voor de onzekerheid voor een groep van voorspelde waarden in vergelijking tot de meetwaarden. De waarde is gebaseerd op de afwijkingen tussen de individuele metingen en berekeningen.
Validatie	Vergelijking van berekende waarden (met het indicatorsysteem) met gemeten waarden uit het veld.
Vegetatieopname	Afgebakende plek in de vegetatie waar alle plantensoorten worden genoteerd, samen met hun bedekking.

1 Inleiding

De landelijke overheid heeft de verantwoordelijkheid voor het beheer, inrichting en totstandkoming van de EHS bij de provincies neergelegd. De provincies zijn daardoor o.a. verantwoordelijk voor de abiotische geschiktheid van de EHS en de Natura 2000-gebieden. Op het ogenblik wordt op allerlei vlakken onderzoek gedaan naar de kwaliteit en vereisten van de EHS en de Natura 2000-gebieden. In het kader daarvan heeft de provincie Gelderland Alterra verzocht de abiotische kwaliteit van de Natura 2000-gebieden in Gelderland in kaart te brengen met behulp van een bij Alterra ontwikkeld indicatorsysteem (Wamelink et al., 2009).

Het nemen van bodemmonsters voor het bepalen van de bodemkwaliteit is een tijdrovende en dus dure methode. De provincie Gelderland heeft Alterra daarom gevraagd het ontwikkelde indicatorsysteem toe te passen en te verbeteren, zodat dit systeem in de toekomst gebruikt kan worden om op basis van de aanwezige vegetatie betrouwbare uitspraken te kunnen doen over de bodemkwaliteit van de EHS.

Het doel was de huidige kwaliteit van de Natura 2000-gebieden aan te geven en eventuele milieutekortingen in kaart te brengen voor een serie van abiotische variabelen en deze op te schalen naar een indicator van de milieukwaliteit. Deze 'inventarisatie' staat niet op zich, maar is bedoeld als nulmeting. In de toekomst wordt de exercitie herhaald om te kijken of de situatie, al dan niet na ingrepen, is verbeterd.

Uit de inventarisatie, de nulmeting, kwam naar voren dat bijna alle op het moment van berekening aangewezen habitatgebieden minstens voor één abiotische bodemvariabele een milieutekort lieten zien. Uit eerder onderzoek was al wel bekend dat de abiotische kwaliteit van de natuur niet optimaal was, gezien ook alle beheeringrepen (plaggen, maaien, begrazen) om de effecten van bijvoorbeeld stikstofdepositie teniet te doen. Daarnaast speelt in een deel van de gebieden de verdrogingsproblematiek. Dat de abiotische kwaliteit echter op zo'n grote schaal onvoldoende was om een duurzame instandhouding van de habitattypen te garanderen was nog onbekend.

Doel van het onderzoek beschreven in dit rapport is tweeledig:

1. Het valideren van de gebruikte methodiek aan de hand van onafhankelijke bodemanalyses en vegetatieopnamen.
2. Het verbeteren van het gebruikte indicatorsysteem door middel van calibratie waardoor het indicatorsysteem beter wordt.

Het systeem kan dan beter milieutekortingen in beeld brengen. De validatie en calibratie zijn een middel om tot een beter indicatorsysteem te komen. Uiteindelijk is het doel om de methode toe te passen voor de gehele Gelderse EHS.

Om het indicatorsysteem te valideren en daarna te calibreren, om de voorspelling te verbeteren en om te onderzoeken of een Gelderland-specifieke calibratie zinvol is, is besloten om extra bodemonderzoek uit te voeren. Daarnaast zijn de bodemanalyses gebruikt om de situatie ook op basis van veldmetingen te kunnen bekijken.

In opdracht van de provincie Gelderland heeft de Stichting Berglinde bijna 550 bodemmonsters genomen rond PQ's van het Gelderse vegetatiemeetnet. Deze monsters zijn geanalyseerd voor een reeks abiotische bodemvariabelen. Een deel daarvan is gebruikt om de door ons ontwikkelde methode te valideren en calibreren, met als doel om de methode uiteindelijk toe te passen voor het bepalen van de milieukwaliteit van de gehele Gelderse EHS. Tot slot zijn er twee programma's geschreven waarmee automatisch de milieutekortingen worden berekend. De beschrijving van die programma's is terug te vinden in bijlage 1.

2 Materiaal en methode

2.1 Keuze te bemonsteren plekken en monstername

De 561 te bemonsteren proefvlakken zijn aselekt geselecteerd uit het vegetatiemetnet van de provincie Gelderland. De trekking is uitgevoerd door de provincie Gelderland (figuur 1). Hierbij is er voor gezorgd dat elk vegetatietype voor komt in de steekproef met minstens drie monsters en is vervolgens de selectie oppervlakte gewogen uitgevoerd. Hierdoor zullen vegetatietypen met een groot oppervlak binnen de provincie vaker in de steekproef voorkomen dan typen met een klein oppervlak.

Van alle nog lopende PQ's in de provincie Gelderland zijn de waarnemingen geselecteerd die vanaf 2005 zijn gemaakt. Dit heeft te maken met de 4-jaarlijkse meetcyclus van de provincie. Alle regio's zijn hierdoor vertegenwoordigd. Uit dit bestand is een (ruim) voldoende aantal punten geselecteerd, rekening houdend met:

- regionale spreiding;
- spreiding over natuurtypen;
- rabatten of andere sterk verstoorde bodemopbouw;
- oververtegenwoordiging van punten die al in het meetprogramma van 2009 zaten.

Alle monsters zijn genomen volgens een eerder opgesteld protocol (Wamelink et al., 2009). Bodemonsters zijn genomen van de bovenste 10 cm van de bodem, nadat het losse strooisel terzijde was geschoven (daar waar van toepassing). De steken zijn in het PQ genomen. De bemonstering is uitgevoerd door de stichting Berglinde te Babberich. Het verslag van de monstername door de stichting wordt gegeven in bijlage 2. Dertien van de getrokken sites konden niet bemonsterd worden, bijvoorbeeld omdat ze onder water stonden.

2.2 Bodemanalyses en vegetatieopnamen

De bodemonsters zijn geanalyseerd door Koch bodemtechniek te Deventer. De monsters zijn geanalyseerd op pH water en N totaal, P totaal en K totaal (alle drie als H_2SO_4 -destructie) en Mg, NH_4 , NO_3 , K en pH ($CaCl_2$) in een calciumchloride extractie. Het calciumgehalte is in een NaCl-extractie bepaald. Verder is het organisch stof gehalte bepaald (gloeiverlies) en is op basis daarvan de C/N- verhouding in de bodem berekend. Daarnaast zijn de concentraties van een hele serie zware metalen in het $CaCl_2$ -extract bepaald, inclusief sulfaatconcentratie, en in het zwavelzuurextract. Deze bepalingen zijn in dit onderzoek niet gebruikt. De resultaten zijn opgenomen op de bijgevoegde CD.

De vegetatieopnamen zijn volgens de Braun-Blanquet methode gemaakt, bedekkingen zijn gescoord op de decimale schaal van Van der Marel (voor de oppervlaktes zie figuur 2 en bijlage 3) in het kader van het vegetatiemetnet van de provincie Gelderland. Dit meetnet wordt niet elk jaar opgenomen. De vegetatieopnamen die gekoppeld zijn aan de bodemonsters kunnen maximaal vier jaar eerder (in 2005) zijn gemaakt. De vegetatieopnamen zijn ook door Stichting Berglinde gemaakt in de periode van 2005 tot 2009. Figuur 1 en tabel 1 geven voor elke opname wanneer deze is gemaakt.

Tabel 1*Jaar van vegetatieopname.*

opnamejaar	aantal opnamen
2005	17
2006	81
2007	79
2008	67
2009	303

2.3 Validatie

Onder validatie wordt in dit onderzoek verstaan het toetsen van de relatie tussen de bodem en de vegetatie, door ons gevat in een indicatorsysteem. Dit gebeurt op basis van onafhankelijke data, in dit rapport de Gelderse dataset met bodemmonsters en vegetatieopnamen. Het doel is om de betrouwbaarheid van het gebruikte systeem te toetsen. Het indicatorsysteem is ontwikkeld op basis van vegetatieopnamen en bijbehorende bodemmonsters verspreid over heel Nederland (Wamelink et al., 2008, 2009). Om te controleren of het systeem betrouwbare resultaten geeft voor de Gelderse natuurgebieden is een validatie uitgevoerd. Voor de validatie zijn de meest recente vegetatieopnamen van de bemonsterde PQ's uit Gelderland gebruikt (figuur 1). Uit de vegetatieopnamen blijkt welke plantensoorten recent op de sites van de veldmetingen zijn aangetroffen. Voor het indicatorsysteem zijn eerder al indicatorwaarden voor plantensoorten geschat. Deze indicatorwaarden zijn opgenomen in het programma TurboVeg (Hennekens en Schaminée, 2001). Met behulp van Turboveg is vervolgens de abiotiek per site berekend op basis van de indicatorwaarden van de soorten in de opname. De abiotiek is berekend als ongewogen gemiddelde van de indicatorwaarden van de soorten in de vegetatieopname. De validatie is uitgevoerd voor alle in hoofdstuk 2.2 genoemde abiotische variabelen. De berekende abiotische waarden per site zijn vervolgens vergeleken met de gemeten waarden per site. Hiervoor is gebruik gemaakt van de lineaire regressieanalyse zoals beschikbaar in Microsoft Excel. Op deze manier wordt duidelijk voor welke abiotische variabelen het indicatorsysteem betrouwbaar is en waar nog verbeteringen nodig zijn. Om de kwaliteit van de regressies te evalueren is gekeken naar de regressielijn en naar het percentage verklaarde variantie. Voor de validatie zijn alle monsterplekken gebruikt, ook als zij buiten de aangewezen habitatgebieden (peildatum eind 2009) liggen.

2.4 Calibratie

Onder calibratie wordt in dit onderzoek verstaan het aanpassen van het indicatorsysteem op basis van veldwaarnemingen. Feitelijk wordt de relatie tussen plant en bodem opnieuw vastgesteld, met als basis de oude relatie en onafhankelijke velddata. Deze veldwaarnemingen kunnen daarna niet meer worden gebruikt voor validatie. Het doel van de calibratie is het verbeteren van de voorspellende kracht van de indicatorwaarden die gebruikt zijn om de abiotiek te schatten. Er is hier voor gekozen om niet de indicatorwaarden zelf te corrigeren, maar de berekende waarden op basis van de vegetatieopnamen. Dit heeft als voordeel dat de calibratie buiten Turboveg kan plaats vinden en daardoor veel flexibeler is. Daarnaast is men hierdoor niet gebonden aan Turboveg, ook andere programma's kunnen worden gebruikt (zoals de hier ontwikkelde), waarna correctie kan plaats vinden. De nieuw verzamelde gegevens voor Gelderland zijn niet alleen gebruikt om het indicatorsysteem te controleren en te verbeteren, maar ook om te onderzoeken of de schattingen van de bodemkwaliteit van Gelderland zijn te verbeteren op basis van de metingen. Met behulp van de nieuwe gegevens zijn de regressievergelijkingen aangepast, zodat de schattingen beter overeenkomen met de metingen. Deze correctiefactor op basis van de Gelderse bodemdata zijn vergeleken met de correcties op basis van de landelijke data. Er is op basis van de validatie overwogen om de uitkomsten te calibreren op

basis van de nieuwe metingen in Gelderland. Deze calibraties zijn vergeleken met een calibratie op basis van de landelijke database. Methodisch zijn er in totaal vier oplossingen getest. Het voordeel hiervan is, dat bepaalde bodem- en vegetatietypen die niet in Gelderland voorkomen en slechts ruis in de relaties veroorzaken, weggelaten worden. Aan de andere kant worden veel gegevens waarschijnlijk ten onrechte uitgesloten. Aangezien de verschillen binnen Gelderland (denk bijvoorbeeld aan de Achterhoek en het rivierenland) bijna net zo groot zijn als binnen Nederland, zal het weglaten van gegevens buiten Gelderland de relaties juist verzwakken.

De berekende waarden voor alle abiotische variabelen worden gecorrigeerd voor regression to the mean. Dit kan op verschillende manieren en vindt plaats in combinatie met de calibratie. Hier zijn drie basismethoden getest.

1. Omgekeerde validatie (tabel 2). Bij deze methode wordt een lineaire regressievergelijking gebruikt om de berekende waarden te corrigeren. De regressie wordt berekend door de gemeten waarden en de berekende waarden in een vergelijking te zetten. Feitelijk is dit een omgekeerde validatie. Alle berekende waarden worden vervolgens met behulp van de regressievergelijking omgerekend. Voor het vaststellen van de regressievergelijking is zowel de landelijke dataset als de Gelderse dataset gebruikt, wat twee aparte regressies en correcties oplevert.
2. Aparte regressies voor de lage en hoge waarden (tabel 2). Per regressie worden slechts twee punten gebruikt. De minimumwaarden voor de gemeten en berekende waarde, de gemiddelde waarden voor beide en de maximumwaarde voor de meting en de berekening. Er worden vervolgens twee regressielijnen getrokken, tussen de combinatie van de minimumwaarden en de gemiddelde waarden en de gemiddelde waarden en de maximumwaarden. De berekende waarden worden ingevuld in de regressie en de uitkomst wordt gebruikt voor de correctie van de berekende waarde. Waarden lager dan de gemiddelde berekende waarde (tabel 3) worden verminderd met de uitkomst van de regressie, bij waarden hoger dan de gemiddelde waarde wordt de uitkomst van de regressie opgeteld. Op deze manier is de correctie rond het gemiddelde klein en voor de minimum- en maximumwaarden groot.
3. Wiskundige omzetting van de regressievergelijking naar de ideale $x=y$ lijn. De correctie is uitgevoerd in twee stappen volgens formule 1 en 2. Behalve voor pH moeten de berekende waarden eerst log-getransformeerd worden.

$$I_{\text{cor1}} = I_{\text{sch}} / RC_{\text{inv-reg}} \quad \text{[formule 1]}$$

$$I_{\text{cor2}} = I_{\text{cor1}} - (\sum I_{\text{cor1}} / n) - (\sum I_{\text{veld}} / n) \quad \text{[formule 2]}$$

Met: I_{cor1} : indicatiewaarde opname na eerste correctie; I_{sch} : geschatte indicatiewaarde; $RC_{\text{inv-reg}}$: inverse van de regressiecoëfficiënt van de validatie (zie tabel 2); I_{cor2} : gecorrigeerde indicatiewaarde op basis van een opname; n : aantal waarnemingen; I_{veld} : gemeten abiotiek (zie tabel 2).

Het komt er op neer dat eerst de berekende waarde is gecorrigeerd met behulp van de inverse van de regressiecoëfficiënt van de validatie (formule 1). Vervolgens is deze waarde nog gecorrigeerd door de waarde te verminderen met het verschil tussen het gemiddelde van de zo verkregen waarde min het gemiddelde van de veldwaarnemingen (formule 2; de verschillen staan in tabel 2), gemiddeld is de voorspelling dan even vaak te hoog als te laag. Dit levert een gemiddeld correcte voorspelling van de abiotiek. Voordeel van deze correctie is dat op basis van een aantal opnamen (bij voorkeur minstens vijf, maar minimaal drie opnamen) vrij nauwkeurig een inschatting kan worden gemaakt van de abiotiek en vervolgens van de eventuele milieutekorten. Voorspellingen op basis van één opname zijn minder goed, omdat de spreiding in de schattingen, en daarmee de fout, groter wordt (figuur 4). Als dat het doel is van een schatting dan dient een andere correctiemethode te worden gebruikt! Deze methode is toegepast op basis van de meetwaarden uit Gelderland. Een tweede nadeel is dat de methode niet kan worden gebruikt voor NH_4 en PO_4 omdat er geen (positieve) relatie aanwezig is. Voor de landelijke dataset is wel een positieve relatie aanwezig en deze kan wel worden gebruikt.

In totaal levert dit dus vier verschillende methoden om te corrigeren voor regression to the mean. Deze vier zijn met elkaar vergeleken op basis van de gemiddelde fout, de RMSE en de figuren (zie 3.2).

Tabel 2

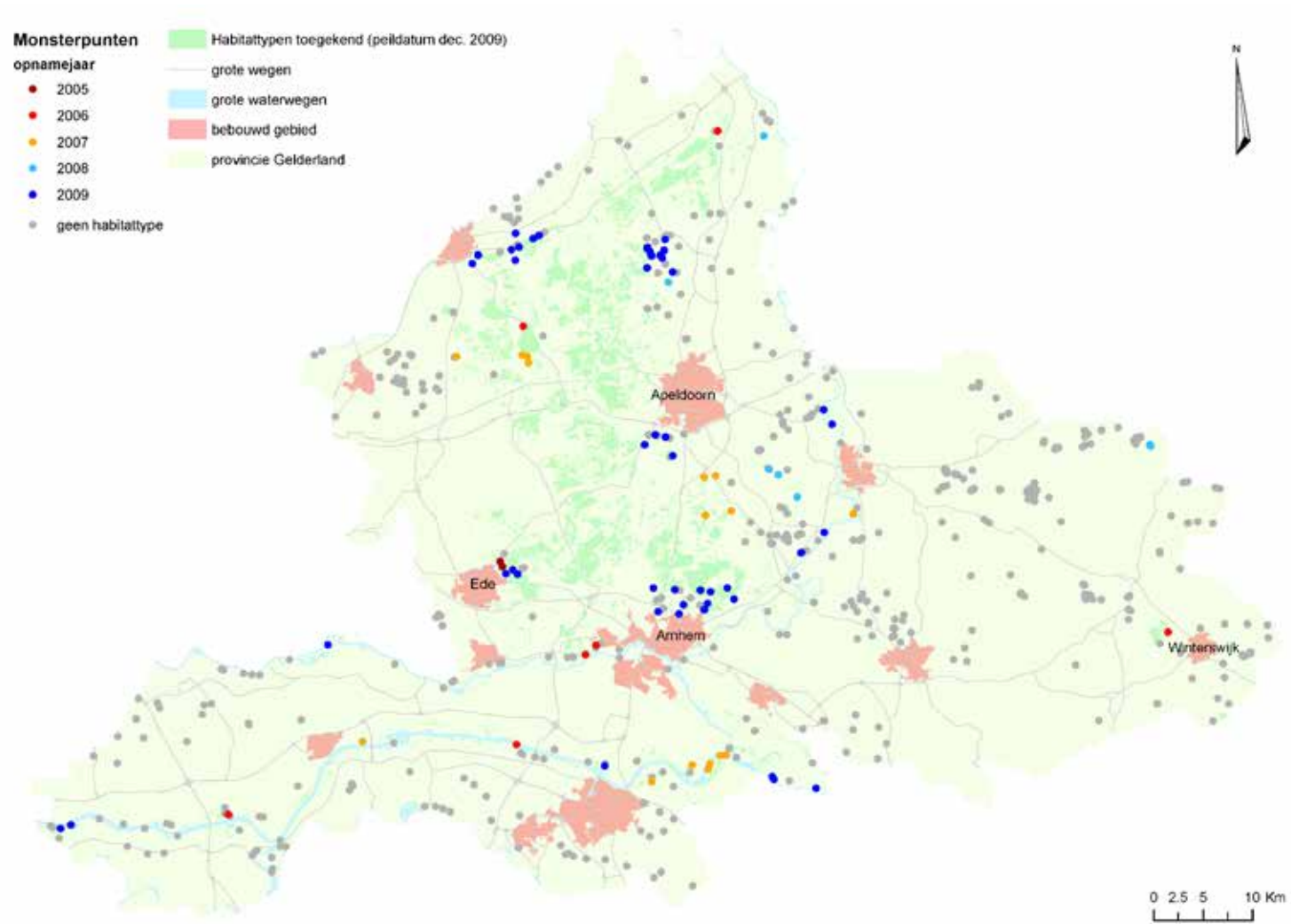
Overzicht van de statistische karakteristieken van de vier verschillende methoden om de berekende abiotische waarden te corrigeren. Voor methode 1 de regressiecoëfficiënt (r.c.) en het intercept (int) op basis van de landelijke (NL) en Gelderse (GLD) database. Voor methode 2 de regressiecoëfficiënten en intercepts voor de 'hoge' en 'lage' regressies. Voor methode 3: de inversie van de regressiecoëfficiënt ($RC_{inv-reg}$) en het verschil tussen gemiddelde waarden voor de indicatiewaarden na de eerste correctie en het gemiddelde van de veldwaarden ($(\sum I_{cor1}/n) - (\sum I_{veld}/n)$)

variabele	methode 1				methode 2				methode 3	
	r.c. GLD	Int. GLD	r.c. NL	Int. NL	r.c. laag	Int. laag	r.c. hoog	Int. hoog	$RC_{inv-reg}$	$\sum I_{cor1}/n - \sum I_{veld}/n$
pH	1,13	-0,47	0,97	0,11	2,27	-1,75	1,41	-1,09	1,63	3,03
Mg	1,60	-0,92	2,81	-2,63	6,45	-15,30	6,12	-14,55	8,02	11,75
Ca	1,31	-0,97	1,43	-0,93	4,88	-18,11	6,05	-22,21	2,78	5,03
Ktot	0,91	1,59	0,76	0,65	8,29	-16,90	5,67	-11,68	2,64	1,23
NO ₃	1,36	-0,53	0,05	0,81	8,59	-13,75	13,65	-21,59	4,03	3,34
NH ₄			2,02	-2,56	3,56	-4,70	9,43	-11,92		
PO ₄			0,09	0,61	4,88	-18,11	6,055	-22,21		
Ntot	0,49	1,73	0,86	0,48	3,39	-12,81	5,10	-19,10	2,89	6,52
Ptot	1,18	0,19	1,21	-0,03	6,79	-19,31	13,57	-38,25	2,71	3,11

2.5 Berekening milieutekort

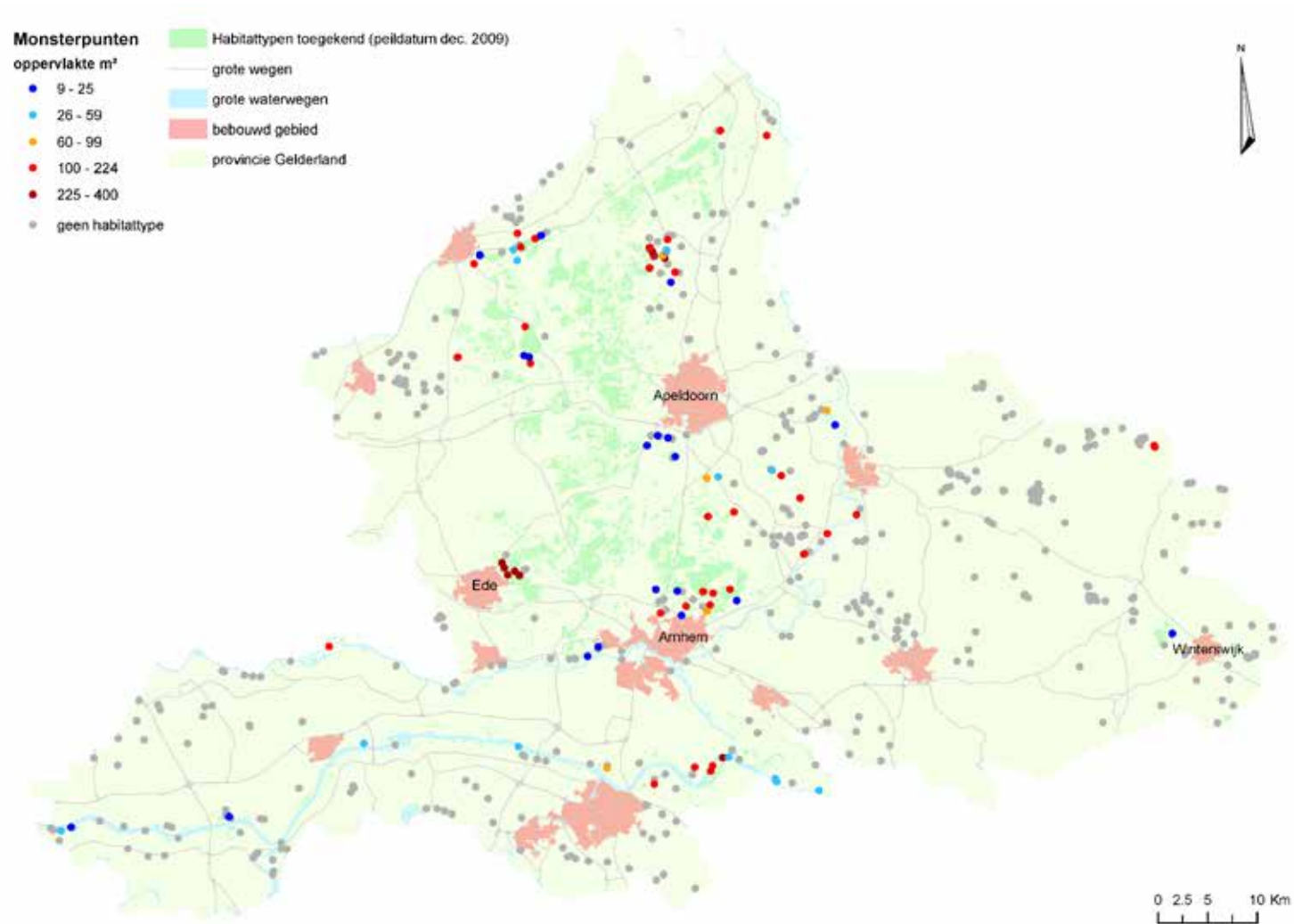
Voor de opnamen die binnen de gebieden met toegekende habitattypen liggen (peildatum december 2009), zijn de eventuele milieutekort berekend (zie Wamelink et al., 2009 en hoofdstuk 5.1). Dit is gebeurd op basis van zowel de meetwaarden (bodemmonsters) als de geschatte waarden (vegetatieopnamen). Voor de vegetatieopnamen is de abiotiek berekend op basis van de indicatorwaarden van de soorten in de opname. Dit is gebeurd door de indicatiewaarden van de in de opname aanwezige plantensoorten te middelen. Hierbij is geen rekening gehouden met de bedekking van de soorten. Vervolgens is op basis van de berekende waarde het eventuele milieutekort berekend door de berekende waarde te vergelijken met de abiotische randvoorwaarden van het bijbehorende habitatype.

Een habitatype kan volgens de gehanteerde definitie goed ontwikkeld voorkomen tussen het 25 en 75 percentiel van de gemeten waarden voor dat type. In dat geval wordt geen tekort berekend. Tussen het 5 en 25 percentiel en het 75 en 95 percentiel kan een habitatype matig ontwikkeld voorkomen. In dit geval wordt een tekort berekend. Buiten het 5 en 95 percentiel kan het habitatype niet voorkomen en is het tekort 100%. Naast de tekorten voor de afzonderlijke abiotische variabelen is het gemiddelde tekort per gebied berekend.



Figuur 1

Monsterpunten met aangegeven het jaar waarin de vegetatieopname is gemaakt. Alle bodemmonsters zijn genomen in 2009. De grijze punten zijn wel bemonsterd, maar liggen niet in een habitatgebied of er is nog geen habitatype toegekend (werkkaart habitattypen peildatum dec. 2009) en kunnen dus niet mee worden genomen in de berekeningen van de habitatkwaliteit.



Figuur 2

Oppervlakte van de vegetatieopnamen. Alle bodemmonsters zijn genomen in 2009. De grijze punten zijn wel bemonsterd, maar liggen niet in een habitatgebied of er is nog geen habitatype toegekend (werkkaart habitattypen peildatum december. 2009) en kunnen dus niet mee worden genomen in de berekeningen van de habitatkwaliteit.

3 Resultaten

3.1 Validatie

De karakteristieken van de veldmetingen en de berekeningen staan vermeld in tabel 3. De meetgegevens per monsterpunt zijn te vinden op de CD. Opvallend is dat de gemiddelde veldwaarden altijd hoger liggen dan de gemiddelde berekende waarden en dat de ranges voor de veldwaarnemingen altijd groter zijn (zowel lager minimum als hoger maximum) dan de berekende waarden, met uitzondering van ammonium. Het duidelijkst is dit verschil aanwezig voor het totale kaliumgehalte. Dit treedt altijd op bij de berekeningen en wordt veroorzaakt door 'regression to the mean'. Door het middelen wordt de range kleiner en komen in dit geval de gemiddelden lager uit. Hierdoor worden vooral de lage en hoge waarden door het berekenen onderschat. Dit fenomeen is ook terug te vinden in de regressies en in de overzichtsfiguren voor de berekende milieutekortten. Correctie is hiervoor veelal nodig en ook mogelijk. Echter de ultieme correctiemethode is nog niet gevonden en nader onderzoek hiernaar is noodzakelijk; een betere correctiemethode zal uiteindelijk leiden tot een betere voorspelling van de situatie in het veld en dus ook tot minder onzekerheid. Grote verschillen kunnen echter ook duiden op een onevenwichtige verdeling van de bodemonsters in de database waarop de indicatorwaarden zijn gebaseerd. Dit zou voor het totale kaliumgehalte het geval kunnen zijn. Het lijkt erop dat het totale kaliumgehalte in het veld structureel hoger ligt dan het berekende totale kaliumgehalte. Dit kan betekenen dat sites met hoge totale kaliumgehalten ondervertegenwoordigd zijn in de database.

Naast het gemiddelde, en de hoogste en laagste waarden wordt in tabel 3 de gemiddelde fout en de RMSE (Root Mean Square Error) gegeven. De gemiddelde fout en de RMSE zijn gebaseerd op het verschil tussen meting en berekening. De gemiddelde fout geeft dus aan hoe groot de fout is die je gemiddeld maakt door te schatten in plaats van te meten. Deze kan vergeleken worden met het gemiddelde en minimum- en maximumwaarden om een idee te krijgen van de grootte van de fout. De RMSE is de geformaliseerde vorm hiervan, maar is minder inzichtelijk. Deze maat kan worden beschouwd als een soort standaardafwijking van de verschillen. Hoe lager de waarde (hoe dichter bij 0) hoe beter de voorspelling. De RMSE geeft ook inzicht hoe goed de verschillende randvoorwaarden geschat kunnen worden. Aan de gemiddelde fout en de RMSE kan men zien dat de bodem-pH beter geschat kan worden dan het totale kaliumgehalte in de bodem, omdat ze relatief voor pH lager zijn dan voor kalium.

Tabel 3

De gemeten en berekende gemiddelde (gem.), minimum- (min.) en maximumwaarden (max.) voor de Gelderse dataset met de gemiddelde (gem.) fout en RMSE (root mean square error of prediction) voor de abiotische variabelen. Alle waarden worden gegeven in mg/kg (behalve bodem pH).

variabele	gemeten (veld)			berekend			gem. fout	RMSE
	gem.	min.	max.	gem.	min.	max.		
pH	5,4	3,4	8,2	5,1	3,6	7,6	0,6	0,8
Mg	97	6	1610	51	24	107	63	118
Ca	1543	1	9762	1000	37	6504	1005	1595
Ktot	2890	90	18100	62	9	326	2832	4942
NO ₃	24,8	0,0	345,4	15,2	1,3	40,0	19,5	39,9
NH ₄	15,0	0,0	221,7	18,6	11,5	23,5	12,1	21,7
PO ₄	2,0	0,2	299,0	0,7	0,2	5,9	3,7	13,6
Ntot	4250	210	299000	3663	449	36968	2899	12716
Ptot	670	70	3220	151	51	295	515	703

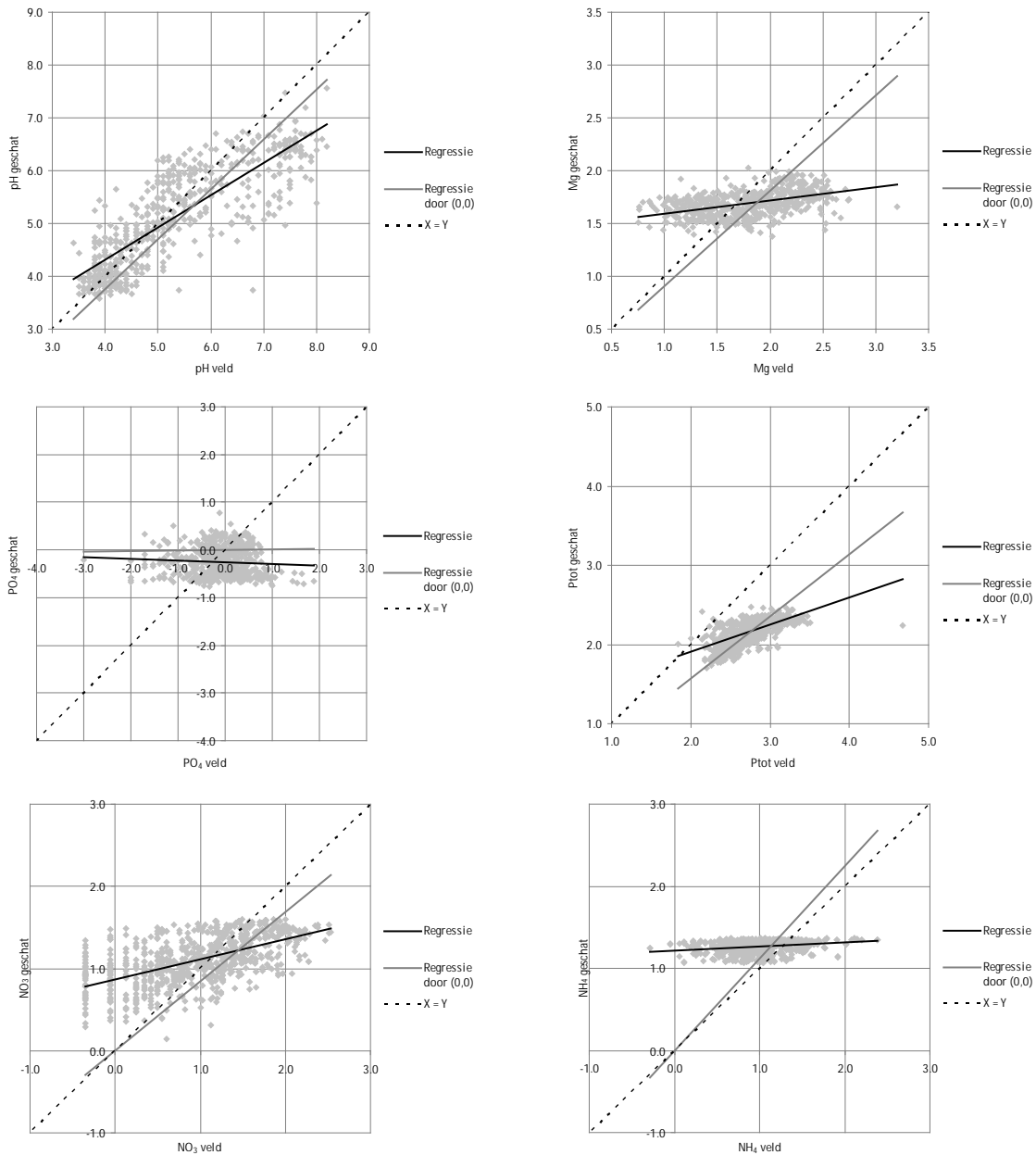
De regressieanalyse laat grote verschillen zien voor de verschillende abiotische variabelen. De fractie verklaarde variantie (R^2) is een statistische maat die aangeeft hoe goed de regressielijn de gemeten waarden benadert. R^2 kan waarden tussen de 0 en 1 aannemen. Een waarde van 1 betekent een perfecte overeenkomst tussen de regressielijn en de gemeten waarden. Bij een R^2 van 0,7 wordt ongeveer 70% van de variantie in de gemeten variabele verklaard door de regressievergelijking. Een lage R^2 hoeft niet te betekenen dat de regressievergelijking waardeloos is. Het kan ook betekenen dat er veel ruis (willekeurige (meet)fouten) aanwezig is in de dataset, iets dat bij ecologische data vaak het geval is. In de praktijk blijkt vaak dat voor ecologisch onderzoek percentages verklaarde variantie van boven de 0,30 à 0,40 als goed kunnen worden beschouwd. Hoe lager het percentage verklaarde variantie, hoe groter echter de kans is dat een foute voorspelling wordt gedaan. Het gebruik van meerdere opnamen voor een gebied kan de kans op een foute voorspelling kleiner maken. Voor pH-H₂O is er een duidelijke relatie aanwezig tussen de gemeten waarden en de geschatte waarden (figuur 3 en tabel 4). De relatie is zo goed dat een correctie voor regression to the mean of een Gelderland specifieke calibratie eigenlijk niet nodig is. Toch is ook voor pH een correctie toegepast, omdat de regressievergelijking zorgde voor een overschatting van lage pH's en een onderschatting van hoge pH's ($r.c. < 1$ en intercept > 0). Bij een lage pH-waarde kan er sprake zijn van een milieutekort. Doordat de regressievergelijking de lage waarden overschat, wordt er een hogere pH- waarde berekend. Dit kan tot gevolg hebben dat een in werkelijkheid aanwezig tekort niet wordt opgemerkt. Dit is iets dat zoveel mogelijk voorkomen moet worden.

Voor het totale stikstofgehalte (Ntot), het totale fosforgehalte (Ptot), het totale kaliumgehalte (Ktot), nitraatgehalte (NO₃) en in mindere mate voor het magnesiumgehalte (Mg) zijn positieve relaties aanwezig (figuur 3 en tabel 4). Voor deze abiotische variabelen is een correctie wel op zijn plaats. Voor ammonium- en fosfaatconcentratie in de bodem zijn geen of geen positieve relaties aanwezig (figuur 3 en tabel 4). Dit is een verrassing, omdat voor de landelijke kruisvalidatie er wel een positieve relatie tussen de metingen en de schattingen aanwezig was (Wamelink et al., 2009). Opvallend is de goede relatie tussen de gemeten en berekende waarden voor Ptot. Deze is ook duidelijk hoger voor de Gelderse data dan voor de landelijke data.

Tabel 4

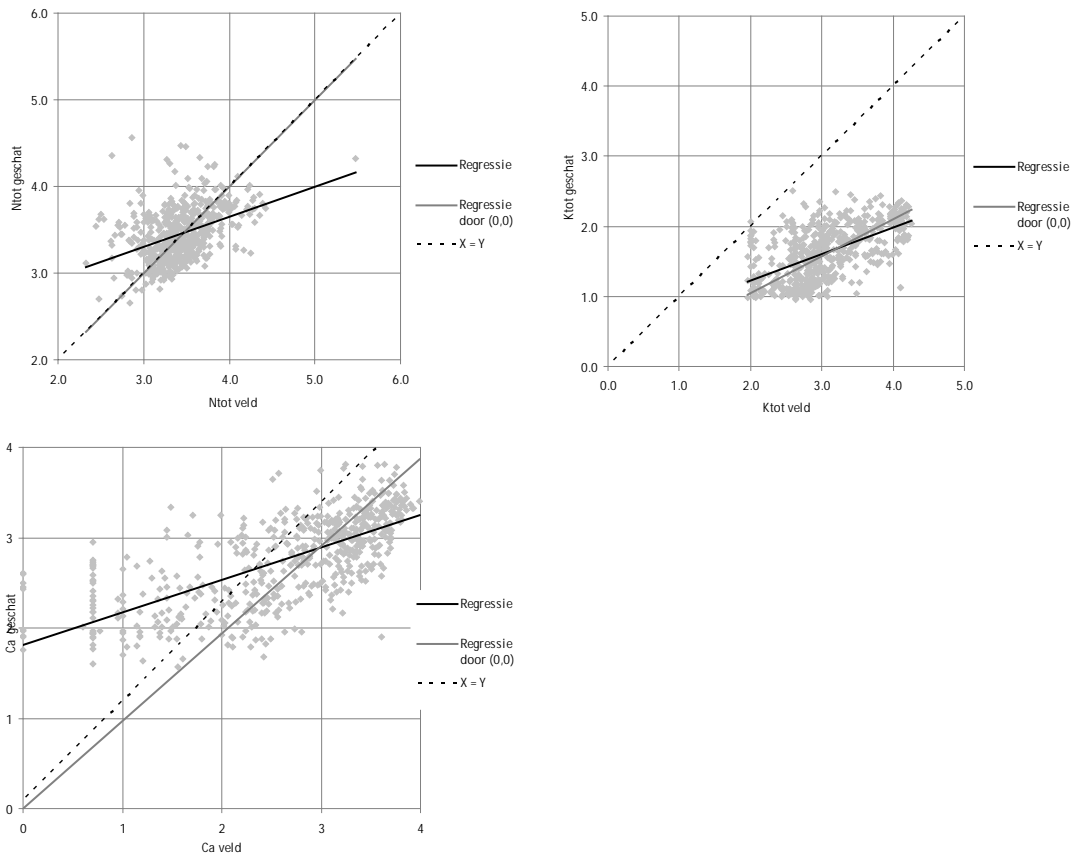
Parameterwaarden en statistische karakteristieken van de regressies tussen gemeten waarden en geschatte waarden. Het eerste gedeelte van de tabel gaat over de regressies op basis van de gegevens voor Gelderland, het tweede gedeelte over regressies op basis van de landelijke dataset (het aantal waarnemingen in de landelijke dataset wordt gegeven in bijlage 5). Met log: of er een log transformatie heeft plaats gevonden; r.c.: regressiecoëfficiënt; r.c. s.e.: standaard error van de regressiecoëfficiënt; r.c. p: significantie van de regressiecoëfficiënt; int.: intercept; int. s.e.: standaard error van het intercept; int. p: significantie van het intercept en R²: verklaarde variantie.

variabele	log	n	r.c.	r.c. s.e.	r.c. p	int.	int. s.e.	int. p	R ²
Gelderse dataset									
pH	-	547	0,61	0,02	<0,0001	1,86	0,10	<0,0001	0,69
Mg	+	547	0,12	0,01	<0,0001	1,47	0,02	<0,0001	0,20
Ca	+	547	0,36	0,02	<0,0001	1,81	0,05	<0,0001	0,47
Ktot	+	547	0,38	0,02	<0,0001	0,47	0,07	<0,0001	0,35
NO ₃	+	547	0,25	0,02	<0,0001	0,85	0,02	<0,0001	0,34
NH ₄	+	547	-0,06	0,04	0,10	0,69	0,03	<0,0001	0,01
PO ₄	+	547	-0,03	0,02	0,13	-0,26	0,01	<0,0001	0,00
Ntot	+	547	0,35	0,03	<0,0001	2,26	0,11	<0,0001	0,17
Ptot	+	547	0,37	0,02	<0,0001	1,15	0,05	<0,0001	0,43
Landelijke dataset									
pH	-	3633	0,57	0,01	<0,0001	2,55	0,05	<0,0001	0,55
Mg	+	582	0,15	0,01	<0,0001	1,32	0,01	<0,0001	0,42
Ca	+	590	0,46	0,01	<0,0001	1,34	0,04	<0,0001	0,65
Ktot	+	843	0,11	0,01	<0,0001	2,01	0,01	<0,0001	0,25
NO ₃	+	519	0,06	0,01	<0,0001	0,81	0,01	<0,0001	0,05
NH ₄	+	713	0,09	0,01	<0,0001	1,55	0,01	<0,0001	0,19
PO ₄	+	934	0,09	0,00	<0,0001	0,61	0,00	<0,0001	0,36
Ntot	+	1310	0,33	0,01	<0,0001	2,20	0,05	<0,0001	0,28
Ptot	+	3200	0,11	0,00	<0,0001	1,86	0,01	<0,0001	0,13



Figuur 3

Regressielijnen voor de relatie tussen veldmeting en geschat voor pH (links boven), magnesiumgehalte (rechts boven), fosfaat (links midden), totaal fosforgehalte (rechts midden), nitraatgehalte (links beneden) en ammoniumgehalte (rechts beneden). Alle grafieken hebben een logaritmische schaalverdeling, behalve pH.



Figuur 3 (vervolg).

Regressielijnen voor de relatie tussen veldmeting en geschat voor het totale stikstofgehalte (links boven), totale kaliumgehalte (rechts boven) en calciumgehalte (links beneden). Alle grafieken hebben een logaritmische schaalverdeling.

3.2 Calibratie

Methode 1

De methode om te corrigeren op basis van de omgekeerde regressies geeft op basis van de Gelderland data alleen een beter resultaat, kleinere onzekerheid, dan een correctie op basis van landelijke data (tabel 6). Omdat er voor PO_4 een negatieve relatie aanwezig is, is hiervoor alleen gecorrigeerd op basis van de landelijke database.

Methode 2

De correctie op basis van methode 2 geeft redelijke resultaten (tabel 6), maar zijn minder goed dan die van methode 1. Niet voor alle randvoorwaarden is deze methode getest. Voor de randvoorwaarden waar geen significante of negatieve regressies voor aanwezig waren (NH_4 en PO_4) is deze methode niet toegepast.

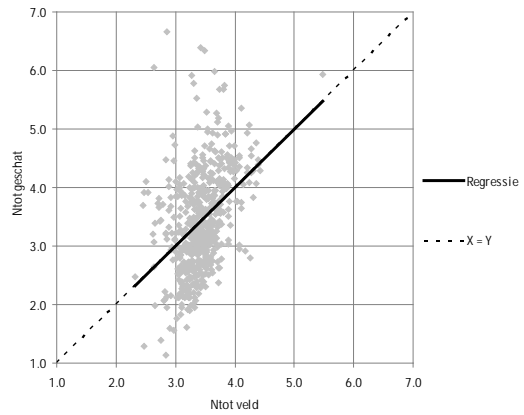
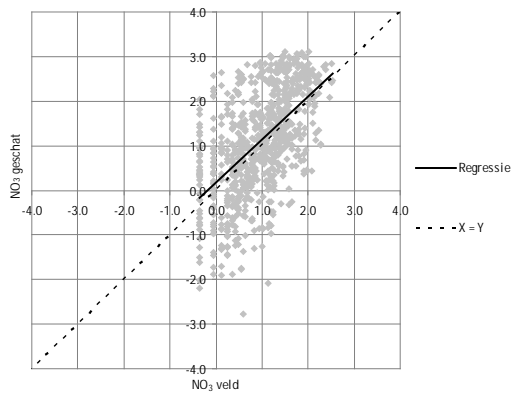
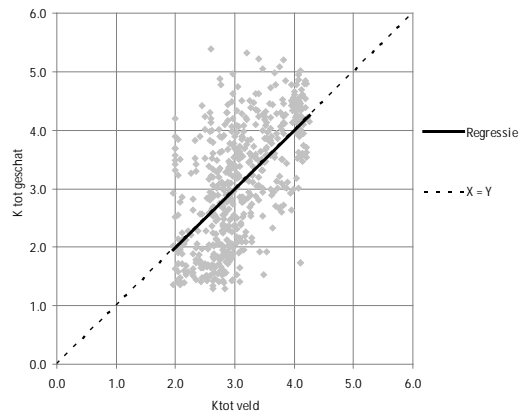
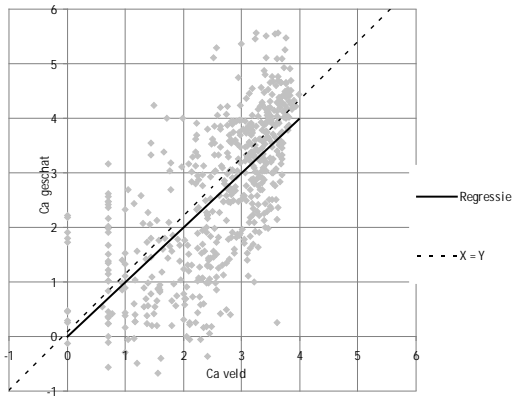
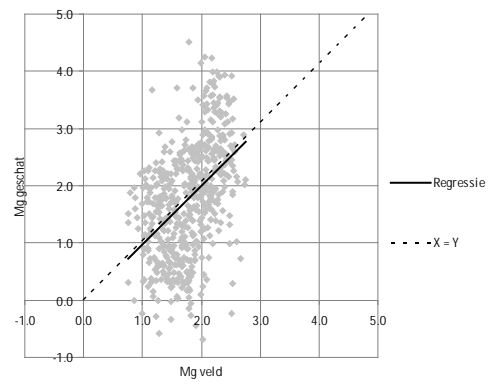
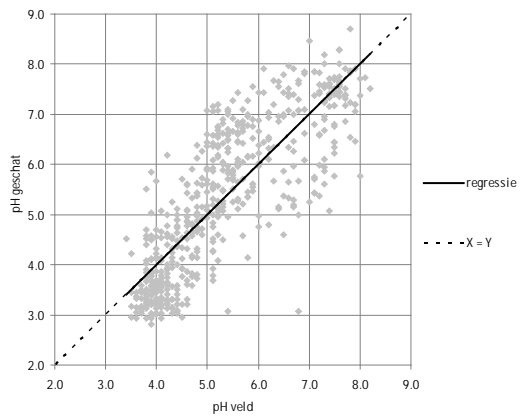
Methode 3

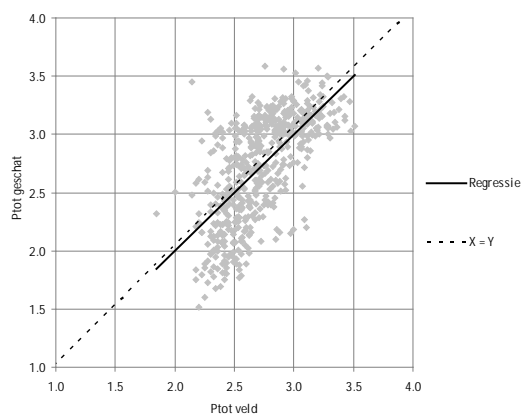
De figuren geven aan dat voor bijna alle randvoorwaarden de correcties goed werken (figuur 4), d.w.z. het beoogde doel om een regressielijn te verkrijgen die de ideale $y=x$ lijn heeft of benaderd wordt bereikt. De regressiecoëfficiënt van de regressielijnen verschilt niet significant van de ideale 1,000 en het intercept verschilt niet significant van de ideale 0,000 (tabel 5). Vooral voor N_{tot} is echter in de figuur ook zichtbaar dat het een ongewenst neveneffect heeft. De gemiddelde waarde mag dan precies goed zijn, de spreiding kan vrij groot zijn. Dit betekent dat een individuele schatting minder betrouwbaar is (tabel 6). Voor de randvoorwaarden waar geen significante relatie aanwezig is (NH_4 en PO_4) kan geen correctie plaats vinden, daarnaast leverde deze methode voor NO_3 een zeer slechte relatie op. Voor NO_3 is de onzekerheid zeer groot, daarom is er geen waarde gegeven. De oorzaak daarvan kan eventueel nader uitgezocht worden. Omdat de methode verder niet wordt gebruikt is dit niet uitgewerkt.

Welke methode?

Tabel 6 laat overduidelijk zien dat correctie op basis van de Gelderse database met behulp van een omgekeerde regressie de beste resultaten geeft. De methode doet het beter dan correctie op basis van de landelijke database en duidelijk beter dan de andere methoden. Dat de correctie op basis van de landelijke database het slechter doet heeft waarschijnlijk te maken met de inhomogeniteit van de database in combinatie met het geringe aantal waarnemingen (voor het aantal waarnemingen per abiotische parameter in de landelijke database zie tabel 4). Voor een aantal parameters, zoals NH_4 en NO_3 is het aantal waarnemingen gering in vergelijking met de 547 waarnemingen in de Gelderse database. De Gelderse database is een extreem homogene database wat betreft veldwerk en laboratoriumanalyses omdat die allemaal door dezelfde personen en bedrijf zijn uitgevoerd. Er is voor gekozen om de voorspelfout zo klein mogelijk te maken en niet om de regressie zo goed mogelijk te krijgen. Een goede regressie kan namelijk nog altijd wel een relatief grote gemiddelde fout hebben zoals duidelijk wordt door de voorbeelden van methode 3. Het doel van het gebruik van de indicatorwaarden en de berekende abiotiek is om een zo goed mogelijke voorspelling van de abiotiek te krijgen, waarbij het dus van belang is om de fout zo klein mogelijk te maken.

Voorlopig wordt daarom voor Gelderland gecorrigeerd voor regression for the mean op basis van de regressies op basis van alleen de Gelderse data.





Figuur 4

Regressies tussen de gecorrigeerde berekende abiotiek en de veldmetingen. De karakteristieken van de regressies staan in tabel 5.

Tabel 5

Karakteristieken van de regressies per abiotische randvoorwaarde na correctie voor de Gelderse validatie dataset.

variabele	log	r.c.	int.	R ²
pH	-	1,000	0,003	0,69
Mg	+	1,024	0,042	0,21
Ca	+	1,000	0,000	0,47
Ktot	+	1,000	0,000	0,35
NO ₃	+	0,971	0,165	0,32
NH ₄	+			
PO ₄	+			
Ntot	+	1,000	0,000	0,17
Ptot	+	1,000	0,000	0,43

Tabel 6

Gemiddeld verschil (Δ) en de wortel uit de gemiddelde fout (RMSE) voor de methoden om te corrigeren voor regression to the mean. Methode 1 bestaat uit twee verschillende correcties, één gebaseerd op de in Geldeland verzamelde data (GLD) en één op basis van de landelijke database (NL). De methode dat de kleinste onzekerheid oplevert (kleinste fout en RMSE) is met een grijze achtergrond gegeven.

variabele	Methode 1		Methode 2		Methode 3			
	GLD Δ	GLD RMSE	NL Δ	NL RMSE	Δ	RMSE		
pH	0,55	0,71	0,57	0,77	0,67	0,86	0,68	0,85
Mg	0,31	0,39	0,42	0,53	0,77	0,94	0,79	0,98
Ca	0,53	0,69	0,57	0,78	0,76	1,04	1,07	1,27
Ktot	0,38	0,48	1,19	1,28	0,63	0,77	0,66	0,81
NO ₃	0,58	0,75	1,16	1,07	0,63	0,78		
NH ₄	0,28	0,38	2,12	2,25	0,49	0,62		
PO ₄			0,71	1,36				
Ntot	0,24	0,33	0,25	0,34	0,38	0,51	0,62	0,78
Ptot	0,18	0,25	0,30	0,38	0,51	0,73	0,30	0,38

3.3 Milieutekorten

Voor alle abiotische randvoorwaarden wordt op minstens één van de habitatgebieden een milieutekort berekend, voor zowel de gemeten (veld)waarden als de berekende waarden (tabel 7). De gemiddelde tekorten zijn over het algemeen niet erg hoog, met uitzondering van Ptot en Ca. De verschillen tussen de gemiddelde waarden op basis van de veldmetingen en de berekeningen zijn niet groot, behalve voor fosfaat en totaal fosfor.

Voor het calciumgehalte laten zowel de metingen als de berekeningen milieutekort zien. De berekeningen laten iets grotere tekorten zien dan de metingen. De variatie in de waarden is groter voor de metingen. Voor het kaliumgehalte zijn er geen verschillen tussen de veldmetingen en de berekende waarden. Dat de waarden in tabel 7 exact gelijk zijn berust op toeval. Per site zijn er wel verschillen, zoals te zien is in bijlage 4. De tekorten voor magnesium zijn op basis van de metingen minder groot dan uit de eerdere inventarisatie naar voren kwam (tabel 7, Wamelink et al., 2009) en ook minder groot dan voor calcium. Een oorzaak van de verschillen kan zijn dat voor deze inventarisatie andere sites zijn gebruikt; dit geldt ook voor de andere abiotische variabelen. De schatting van het gemiddelde milieutekort voor het magnesiumgehalte geeft een onderschatting vergeleken met de tekorten op basis van de veldmetingen. Ook de spreiding in de berekende waarden is lager. Hier is een correctie voor regression to the mean op zijn plaats, zoals beschreven in hoofdstuk 3.2.

Zowel op basis van veldmetingen als de berekeningen worden nauwelijks milieutekort voor het ammoniumgehalte in de bodem berekend. Hierbij zijn de verschillen tussen veldwaarnemingen en berekeningen niet noemenswaardig. Voor de door gerekende gebieden lijkt ammonium dus niet echt een probleem. Hoewel de berekende resultaten dus in lijn zijn met de veldwaarnemingen, dient wel de kanttekening te worden gemaakt dat er geen significante relatie tussen de veldwaarnemingen en de berekende waarden is gevonden voor de Gelderse database. Zo'n significante relatie is er wel voor de validatie op basis van de nationale database. In veel gevallen wordt ammonium ook snel omgezet in nitraat of opgenomen door planten. Voor het nitraatgehalte en totaal stikstofgehalte in de bodem worden vooral op basis van de veldwaarnemingen wel milieutekort berekend, maar de tekorten zijn niet heel erg groot. Ook voor beide geldt dat de waarden op basis van de berekende waarden lager uitvallen dan op basis van de veldwaarnemingen, de correctie heeft dit probleem deels opgelost.

Voor pH worden eerdere waarnemingen bevestigd, zowel op basis van de metingen als de berekeningen; er zijn relatief weinig tekorten. De berekende waarden geven wel een lichte overschatting van de milieutekort, maar die zijn nauwelijks noemenswaardig.

De tekorten zijn voor fosfaat en het totale fosforgehalte relatief groot, samen met het calciumgehalte zijn ze het hoogst. Dit bevestigt eerdere berekeningen uit Wamelink et al. (2009). De tekorten op basis van de veldwaarnemingen liggen hoger dan die op basis van de berekeningen. De berekende waarden geven dus een onderschatting. Ook hier kan voor het totale fosforgehalte echter gecorrigeerd worden op basis van de correctiefactor. Voor het fosfaatgehalte geldt dit niet, omdat de relatie tussen gemeten en voorspeld slecht is. Hiervoor in de plaats kan de landelijke correctiefactor worden gebruikt. De waarden zijn dan echter niet Gelderland specifiek.

Over het algemeen kan gesteld worden dat veldmetingen en berekeningen van de milieutekorten ongeveer dezelfde resultaten opleveren, zonder dat er al Gelderland specifiek is gecorrigeerd. In de meeste gevallen is een correctie wel op zijn plaats, vooral om onderschattingen te corrigeren. De resultaten uit eerder onderzoek (Wamelink et al., 2009) naar de milieutekorten worden grotendeels bevestigd door dit onderzoek. De grootste milieutekorten zijn gevonden voor calcium en fosfor/fosfaat en niet voor de pH en stikstofgerelateerde randvoorwaarden.

Voor het fosfaatgehalte geldt dat het tekort zich voornamelijk beperkt tot de heideachtige typen op de Veluwe. De eisen voor het fosfaatgehalte zijn relatief streng voor deze typen. Toch komt ook voor andere typen wel eens een tekort voor fosfaat voor. Dat kan worden verwacht op voormalige landbouwgronden of in overstromde gebieden (aanvoer van P via het water), op de Veluwe lijkt dat wat vreemd. Navraag bij de Unie van Bosgroepen leerde echter dat de Veluwe in het verleden is bemest om de groei van de bomen te bevorderen. Die bemesting zit waarschijnlijk nog steeds deels in het systeem en veroorzaakt nu milieutekorten. Het tekort aan calcium wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door de zure depositie, wat er toe leidt dat calcium uitspoelt. Aanvulling kan in principe plaats vinden door verwerking, wat een zeer langdurig proces is of door aanvoer via kalkrijk water (bijvoorbeeld kalkrijke kwel). Beide vormen van aanvoer zijn (tegenwoordig) zeldzaam. Gevolg is dat er geen tegenkracht is tegen de doorgaande verzuring en calcium dus uit de wortelzone verdwijnt. Dit proces vindt blijkbaar massaal plaats op de Veluwe. Dit wordt ook gestaafd door metingen in het veld (Graveland, 1994; De Graaf, 2009).

Tabel 7

Gemiddelde milieutekorten (%) met standaard afwijking (s.e.) en de minimum (min.) en maximum (max.) waarde op basis van de veldmetingen en berekeningen op basis van indicatorwaarden (ind.) voor 84 vegetatieopnamen gekoppeld met een habitatype. De data voor de afzonderlijke opnamen staan in bijlage 4.

	Ca		K		Mg		NH ₄		NO ₃		Ntot		pH		PO ₄		Ptot	
	Veld	Ind.	Veld	Ind.	Veld	Ind.	Veld	Ind.	Veld	Ind.	Veld	Ind.	Veld	Ind.	Veld	Ind.	Veld	Ind.
Gem.	51	60	7	7	15	3	2	1	12	3	13	4	0	5	41	25	77	39
s.e.	43	36	24	24	31	8	7	3	30	10	31	15	4	18	47	39	40	45
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max	100	100	100	100	100	36	48	16	100	55	100	100	33	100	100	100	100	100

3.4 Programma's om de correctie uit te voeren en de milieutekortten te berekenen

Er zijn twee Fortranprogramma's geschreven om op basis van de berekende waarden voor de abiotische variabelen (bijvoorbeeld door TurboVeg) een correctie uit te voeren en om de milieutekortten te berekenen. In bijlage 1 worden de programma's uitgebreid beschreven.

Er zijn twee aparte programma's geschreven, omdat op deze manier ook milieutekortten voor gemeten abiotiek kunnen worden berekend. Deze hoeft immers niet gecorrigeerd te worden.

Het programma correctie.exe corrigeert voor het effect van regression to the mean en maakt tegelijkertijd de berekende waarden Gelderland specifiek. Het programma kan daarom in principe alleen gebruikt worden binnen de provincie Gelderland, tenzij andere invoerwaarden worden gebruikt. De invoer bestaat uit een file met de berekende abiotiek inclusief het habitatype, dat later nodig is voor het berekenen van de milieutekortten.

Het programma milieutekortten.exe vergelijkt de gecorrigeerde schattingen van de abiotiek met de abiotische randvoorwaarden voor het meegegeven habitatype, vervolgens worden eventuele milieutekortten berekend.

Om het systeem ook te kunnen toepassen voor de beheertypen van de IndexNL heeft het milieutekortten.exe programma nieuwe invoer nodig. De file met de ranges voor de habitatypen dient te worden vervangen door een file met de randvoorwaarden voor de beheertypen. Verder is er geen aanpassing nodig. De randvoorwaarden voor de beheertypen worden ten tijde van het schrijven van dit rapport opgesteld en zullen naar verwachting voor eind 2010 beschikbaar komen. In combinatie met een kaart met voor elk natuurgebied een gedefinieerd beheertype kan dan de milieukwaliteit en het eventuele milieutekortten worden berekend.

4 Discussie

De berekeningen van de milieutekortten voor de sites, waar meetgegevens voor beschikbaar waren, laten voor de abiotische variabelen ongeveer dezelfde resultaten zien voor de metingen en de berekeningen. De conclusie dat voor alle sites een milieutekort wordt berekend en dat dit vooral wordt veroorzaakt door calcium-, fosfaat-, totaal fosfaat- en totaal stikstofgehaltes (Wamelink et al., 2009) wordt in dit onderzoek bevestigd, zowel op basis van de veldmetingen als de nieuwe berekeningen. Omdat in dit onderzoek niet alle eerder gebruikte abiotische variabelen zijn meegenomen (alle grondwaterstand bepalingen ontbreken bijvoorbeeld) kan niet exact vergeleken worden met de eerder gedane analyse. Ook is de analyse uitgevoerd op basis van andere vegetatieopnamen. Hierdoor is het echter wel mogelijk om een geheel onafhankelijke vergelijking te maken. Dat de eindresultaten van dit onderzoek toch sterk in dezelfde richting wijzen als die uit het vorige onderzoek duidt erop dat de methode voldoende robuust is.

Globaal gezien bevestigen de resultaten uit dit onderzoek dus de eerdere resultaten. Wat echter niet aan een test is onderworpen, zijn de abiotische randvoorwaarden voor de habitattypen en de arbitrair gekozen grenswaarden voor het berekenen van de milieutekortten. Het zal vrijwel onmogelijk zijn om de abiotische randvoorwaarden (ranges) voor de habitattypen echt te valideren. Een mogelijkheid is om veel nieuwe data te verzamelen voor één of meerdere typen en daarvoor onafhankelijk van de eerdere metingen de ranges opnieuw te schatten. Als de geschatte ranges dan overeenkomen kan men vrij zeker zijn dat de ranges redelijk goed zijn. Een andere methode is om de ranges voor te leggen aan experts of te vergelijken met ranges geschat op basis van expertkennis. Hoewel de hele opzet van de methode juist is om minder afhankelijk te zijn van expertkennis en de beschikking te krijgen over harde gegevens, is het een mogelijke weg om te onderzoeken hoe betrouwbaar de ranges zijn. Het zal ook niet gemakkelijk zijn om experts de ranges te laten beoordelen. Veel experts zullen wat weten over pH en grondwaterstand, maar over fosfaat of ammonium of calciumgehaltes in de bodem zal vaak ook bij de experts (te) weinig kennis aanwezig zijn.

Voor dit onderzoek, de validatie, zijn andere vegetatieopnamen gebruikt dan voor de nulmeting. Dit kan tot andere resultaten leiden dan het vorige onderzoek. Op een specifieke plek kunnen andere soorten staan die een andere indicatie geven en ook is er binnen een als een geheel aangemerkt habitatype variatie in de abiotische omstandigheden mogelijk. Zelden zijn hele gebieden homogeen. Een directe vergelijking met het eerdere onderzoek (Wamelink et al., 2009) wordt hierdoor moeilijk. Wel kan gekeken worden of het algemene beeld gehandhaafd blijft. Daarnaast kan de methode uiteraard goed worden getest op basis van de vegetatieopnamen die nu zijn gebruikt voor de berekening en de veldmetingen, zoals hier dan ook is gebeurd.

De abiotische ranges waarvoor tekorten worden berekend zijn gebaseerd op percentielen. De percentielen (5-25 en 75-95) zijn arbitrair gekozen. De range waarbinnen geen tekort wordt berekend (25-75 percentiel) bestaat uit 50% van de waarnemingen. De grenswaarden zouden ook anders gekozen kunnen worden. Dit zal de hoeveelheid sites met tekorten en de grootte van de milieutekortten beïnvloeden. Er zou bijvoorbeeld gesteld kunnen worden dat het type tussen het 5 en 95 percentiel in enige vorm voor kan komen en dat tekorten alleen optreden als de veldsituatie buiten het 5 en 95 percentiel ligt. Daar is wat voor te zeggen, omdat bij de huidige methode vaak een tekort wordt berekend terwijl de berekende waarde van de bodemvariabele wel tussen het 5 en 95 percentiel ligt. Dit betekent dat het habitatype wel kan voorkomen, maar niet optimaal ontwikkeld is. Dit leidt dus tot een overschatting van de tekorten. Wij hebben voorlopig de huidige methode aangehouden en drie categorieën van waarden gebruikt: 'goed ontwikkeld', 'slecht ontwikkeld' en 'matig ontwikkeld'. Dit sluit aan bij de waardering voor de nieuwe beheertypen die op het ogenblik worden ontwikkeld in het kader van de IndexNL NL. In dat project wordt met dezelfde indeling

gewerkt. Daarnaast speelt ook onzekerheid een rol. Vooral met betrekking tot het programma ASSOCIA (Van Tongeren et al., 2008). Dit programma is gebruikt voor het toewijzen van associaties aan opnamen, die vervolgens zijn doorvertaald naar de habitattypen. De onzekerheid veroorzaakt door dit programma wordt door velen toch als redelijk groot beschouwd. Opnamen van 'mindere' kwaliteit en opnamen die tot een ander habitatype behoren zouden dan onterecht tot een bepaald habitatype worden gerekend. Dit zou tot te brede ranges kunnen leiden. Om het effect van dit soort onzekerheden te beperken is gekozen voor relatief strenge grenzen.

Op basis van de afzonderlijk resultaten kan worden gesteld dat de berekening van bodemvariabelen met achteraf correctie, goed mogelijk is voor bodem pH, Ntot, NO₃, Ptot, Ktot, Ca en Mg. De resultaten voor NH₄ en PO₄ zijn tegenvallend en het lijkt erop dat deze voorlopig alleen met zeer grote voorzichtigheid bekeken moeten worden. De calibratie met de gemeten waarden laat zien dat er voor deze twee randvoorwaarden geen relatie is tussen veldmeting en berekening. Dit in tegenstelling tot de validatie van de landelijke database, waar er wel een relatie aanwezig was. Nader onderzoek moet uitwijzen waardoor dit komt. Overigens is het aantal waarnemingen voor NO₃, NH₄ en PO₄ ongeveer verdubbelt en zouden eerst nieuwe indicatiewaarden moeten worden geschat en getest om definitieve uitspraken te kunnen doen over de bruikbaarheid van NH₄ en PO₄ als indicator. Het zijn wel degenen waarvoor de minste gegevens beschikbaar zijn, die in het veld snel kunnen variëren en die in ieder geval deels relatief lastig te bepalen zijn.

De gegevens voor de grondwaterstand konden niet worden getest, omdat geen extra pijlbuizen zijn geslagen of extra onafhankelijke data zijn verzameld.

In dit onderzoek zijn verschillende typen abiotische variabelen getoetst. Variabelen als N totaal, P totaal en K totaal die relatief langzaam veranderen, de bodem pH en het calciumgehalte die wat grotere fluctuaties vertonen en variabelen die zeer grote en snelle fluctuaties kunnen vertonen over korte perioden, zoals ammoniumgehalte of fosfaatgehalte. Stabiele variabelen zijn makkelijker te voorspellen dan instabiele variabelen. Dit komt ook naar voren in dit onderzoek. Hierbij speelt overigens de hoeveelheid data waarop de indicatorwaarden zijn gebaseerd ook een rol (meer data is beter). Het is echter de vraag waar plantensoorten het sterkst op reageren en omgekeerd wat planten dus indiceren. Planten ervaren direct de concentraties van stoffen die zij opnemen, zoals nitraat of calcium, en zullen dus snel daarop reageren. Voor de totaalgehalten geldt dat niet; deze zijn voor een groot deel laagdynamisch. Planten kunnen niet direct gebonden stikstof uit de stikstofvoorraad opnemen. Sommige delen van die voorraad zullen mogelijk zelfs op (midden) lange termijn niet beschikbaar komen. De totaalgehalten geven echter wel een maat voor wat er in principe vrij zou kunnen komen en waar in de toekomst bij veranderingen (bijvoorbeeld klimaat) een knelpunt zou kunnen ontstaan. Bijvoorbeeld doordat er versneld veel stikstof of fosfaat vrij komt. De totaalgehalten hebben dus een indirecte relatie met de soorten. Dat betekent echter niet dat er geen relatie aanwezig is, zoals ook blijkt uit de resultaten. Er zijn wel degelijk significante relaties gevonden. Hoe goed de relatie tussen beschikbaar N en totaal N is, is nog niet nader onderzocht. Het is echter wel mogelijk om dit te onderzoeken op basis van de hier verzamelde gegevens en de gegevens beschikbaar in de database van het indicatorsysteem. De verwachting is echter dat bij een onbeperkt aantal waarnemingen de abiotische randvoorwaarden die een directe relatie hebben met wat de plant ervaart altijd beter zullen zijn. Omdat we helaas niet over een zeer grote dataset beschikken en we nog steeds niet goed weten hoe we met die randvoorwaarden moeten omgaan (seizoensinvloed, concentratieveranderingen door neerslag) kunnen de indirecte randvoorwaarden naar onze mening een belangrijke bijdrage leveren.

Alle bodemmonsters zijn genomen in 2009. De vegetatieopnamen zijn echter genomen in de periode 2005-2009. Het komt dus voor dat er vier jaar verschil zit tussen vegetatieopname en veldmeting. Dit kan onzekerheid veroorzaken, zeker als het gaat om (zeer) instabiele toestandsvariabelen als nitraat-, ammonium- of fosfaatgehalte. De concentraties hiervan kunnen dagelijks veranderen. De relatie tussen planten en bodemmonsters is dan onzekerder als er vier jaar tussen de metingen zit en het zou een deel van de onzekerheid kunnen verklaren. Hoe groot dit effect is moet nader worden uitgezocht. Dit kan gedaan worden

op basis van de hier gepresenteerde data. Naast variatie in het monsterjaar zit er ook variatie in de oppervlakte van de vegetatieopname. De grote proefvlakken zullen waarschijnlijk meer onzekerheid veroorzaken en juist in de meer variabele randvoorwaarden. Ook dit kan daarom hebben bijgedragen aan de onzekerheid voor bijvoorbeeld ammoniumconcentratie. Ook het effect hiervan zou nader moeten worden onderzocht.

Binnen de provincie Gelderland zijn veel monsters genomen voor dit project. Daarnaast bevat de database van het indicatorsysteem gegevens uit Gelderland van andere projecten. Het zou op basis daarvan in principe mogelijk zijn om alleen op basis van metingen uit Gelderland een indicatorsysteem op te zetten en dus voor de gewenste abiotische variabelen een nieuw provincie-specifieke indicatie mogelijk te maken. Het minimum aantal waarnemingen dat gehanteerd wordt om indicatiewaarden te schatten is namelijk 500. Echter voor ammonium en fosfaat zijn net meer dan 500 waarnemingen beschikbaar geweest om indicatorwaarden te schatten en deze komen nu als meest onbetrouwbaar naar voren in de uitgevoerde validatie. Het lijkt daarom voorlopig raadzaam om de hier gemeten waarden toe te voegen aan de landelijke database en de indicatiewaarden voor alle gebruikte randvoorwaarden opnieuw te schatten en deze in het vervolg te gebruiken voor de indicatie. Er zullen dan ook nieuwe correctie regressies worden geschat en toegepast. Het zal duidelijk zijn dat dan ook de programma's die de berekeningen uitvoeren van nieuwe gegevens dienen te worden voorzien. Dit kan eenvoudig door een aantal invoerfiles te vervangen. Voor zuurgraad zal er niet veel veranderen, maar bijvoorbeeld ook nitraat en kalium zullen hierdoor veel betrouwbaardere indicatiewaarden geven. Duidelijk is wel geworden dat een goede homogene dataset zoals die voor Gelderland op zich betere resultaten geeft. Dit wordt waarschijnlijk verklaard door de grotere homogeniteit in het hele proces van veldwaarnemingen en monsterbewerking en analyse. Dit pleit sterk voor een gestandaardiseerde aanpak op landelijke schaal.

Het aantal gebieden waarvoor gevalideerd kon worden is relatief klein. Dat heeft twee oorzaken. Ten eerste is dit een steekproef en dus per definitie beperkt. Ten tweede was voor een deel van de gebieden bij aanvang van het onderzoek nog geen habitatype toegekend. De gewenste habitattypen zijn nodig om milieutekortingen uit te kunnen rekenen. Het gaat hier immers om een vergelijking van de huidige situatie met een te bereiken doel. Doorrekening van bijvoorbeeld de EHS is ook pas mogelijk als er voor elk gebied een doel is geformuleerd (en digitaal beschikbaar is). Daarnaast zijn er of metingen of vegetatieopnamen nodig om de huidige situatie te kunnen bepalen.

5 Conclusies en aanbevelingen

De nauwkeurigheid van de methode om abiotiek te schatten op basis van vegetatieopnamen hangt af van verschillende aspecten. De eerste factor is de correctie voor regression to the mean. Op basis van de resultaten is er voor gekozen om te corrigeren op basis van de Gelderse dataset.

De tweede factor is de hoeveelheid vegetatieopnamen die per gebied wordt gebruikt. Voor een enigszins betrouwbare schatting zijn minimaal drie opnamen nodig, beter is vijf. Het aantal hang ook af van de inhomogeniteit van het gebied en vaak ook van de daarmee samenhangende grootte van het gebied.

Daarnaast is het van belang of een indicatie van het gemiddelde van een gebied gewenst is of indicatie van een bepaald (probleem) deel van het gebied. Van belang is tevens waar de opnamen gemaakt worden. Voor een overzicht per gebied is het het beste random een opname te maken (maar wel over alle jaren op dezelfde plek, PQ, voor de vergelijkbaarheid), zoals voor het LMF is gedaan (Landelijk Meetnet Flora).

De onzekerheid in de berekeningen is niet expliciet in beeld gebracht in dit onderzoek, anders dan door middel van validatie en daarna na correctie de tweede vergelijking met de meetwaarden. Om de onzekerheid per berekening van het milieutekort is een onzekerheidsanalyse nodig. Dat is zeker mogelijk, maar in dit project niet uitgevoerd. Wanneer het milieutekort voor een gebied wordt gebaseerd op basis van de berekening van meerdere vegetatieopnamen of metingen, dan kan er uiteraard een standaardafwijking worden berekend. Deze zal waarschijnlijk vooral de ruimtelijke variatie binnen het gebied weergeven en maar voor een klein deel de onzekerheid in de schatting zelf. Met andere woorden waarschijnlijk is de variatie binnen een gebied veel groter dan de fout die wordt gemaakt met de berekening. De zo berekende standaard afwijking kan dan een goede indicator zijn van de onzekerheid. Als er echter geldt dat de onzekerheid in de schatting veel groter is dan de variatie in het veld dan is de standaardafwijking die wordt berekend door verschillende milieutekortten te middelen geen goede maat en valt er nu niet veel te zeggen over de onzekerheid, behalve door te kijken naar de gemiddelde afwijking tussen berekend en gemeten waarden zoals gegeven in tabel 6. Bij twijfel is het altijd verstandig om toch een bodemonster te nemen. Daarbij moet echter niet worden vergeten dat ook hierbij onzekerheid een rol speelt. Het moment van monsternamen is zeer bepalend voor de gevonden waarden, zeker voor de hoogdynamische randvoorwaarden wat tot grote variatie kan leiden. De aanwezige vegetatie is dan veel stabiel en reflecteert meer wat er gedurende langere tijd zich in de bodem afspeelt.

De twee programma's om te corrigeren voor regression to the mean en om de milieutekortten te berekenen zijn zo geprogrammeerd dat updates van zowel de parameters voor de regressie voor de correctie als de randvoorwaarden eenvoudig toe te passen zijn. Alleen de files met de parameterwaarden hoeven vervangen te worden. Deze kunnen door Alterra worden geleverd. Hierdoor is het vrij gemakkelijk het programma ook te gebruiken voor het berekenen van milieutekortten voor de nieuwe beheertypen volgens de nieuwe IndexNL. De randvoorwaarden voor de beheertypen kunnen te zijner tijd geleverd worden door Alterra. Op het ogenblik zijn de randvoorwaarden nog niet gereed. Waarschijnlijk zullen deze randvoorwaarden na de zomer van 2010 worden opgeleverd, maar in ieder geval voor eind 2010.

Het in dit onderzoek geteste en gekalibreerde systeem is vooral bedoeld als snelle eerste inventarisatie van grote (provinciale, landelijke) gebieden. Het kan dan aangeven waar problemen met de bodem te verwachten kunnen zijn en waar niet. Het wordt afgeraden om het systeem in te zetten bij natuurontwikkeling zonder ook aanvullend te bemonsteren of daar waar nodig een systeemanalyse van het gebied uit te voeren.

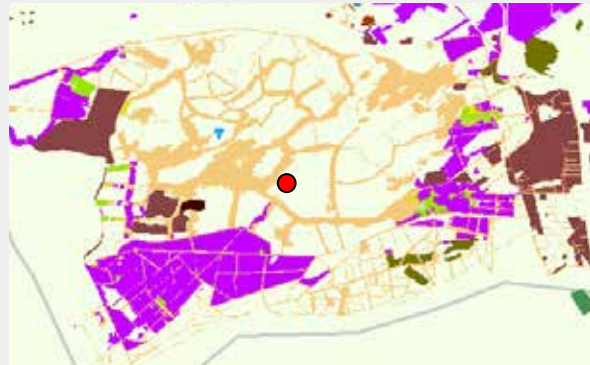
5.1 Gebruik van de methode voor beheertypen

De hier en in eerdere rapporten beschreven methode is volledig gebaseerd op de habitattypologie. In principe is hij echter ook geschikt voor toepassing met de nu in ontwikkeling zijnde beheertypologie van de IndexNL. Veel van de beschreven handelingen blijven hetzelfde, alleen de randvoorwaarden voor de habitattypen dienen te worden vervangen door de randvoorwaarden van de beheertypen (Wamelink et al., in prep.). Daarnaast is er uiteraard een kaart nodig met daarop aangegeven waar welke beheertypen liggen, deze kunnen dan door middel van GIS worden gekoppeld aan vegetatieopnamen. Een beheertypenkaart voor de provincie Gelderland is inmiddels (bijna) beschikbaar. In het kader hieronder, eerder gemaakt voor de methode voor habitattypen (Wamelink et al., 2009), wordt schematisch weergegeven hoe de berekeningen kunnen worden uitgevoerd. Daar waar een handeling eerst voor habitattypen werd uitgevoerd en nu voor beheertypen wordt dit gehighlight in geel. De gegeven randvoorwaarden voor pH voor zandverstuiving in het voorbeeld zijn nog in ontwikkeling en kunnen dus nog veranderen!

Stap 1. Een vegetatieopname met soorten met een indicatorwaarde geeft een gemiddelde berekende pH

soortnaam	indicatorwaarde voor pH
<i>Agrostis vinealis</i>	4.4
<i>Calluna vulgaris</i>	3.7
<i>Campylopus introflexus</i>	4.2
<i>Campylopus pyriformis</i>	3.4
<i>Cladina portentosa</i>	4.1
<i>Cladonia coccifera</i>	4.0
<i>Cladonia crispata</i>	3.7
<i>Cladonia floerkeana</i>	4.0
<i>Cladonia gracilis</i>	4.1
<i>Cladonia grayi</i>	5.1
<i>Cladonia macilenta</i>	3.9
<i>Cladonia ramulosa</i>	5.1
<i>Cladonia strepsilis</i>	3.8
<i>Cladonia uncialis</i>	3.8
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3.5
<i>Festuca filiformis</i>	5.3
<i>Placynthiella icmalea</i>	-
gemiddelde pH	4.1

Stap 2. De vegetatieopname wordt gekoppeld met de kaart (via de coördinaten) en dus met een beheertype (zandverstuivingen 7.02).



Stap3. Geef de abiotische range voor het beheertype zandverstuivingen voor pH. Het type kan goed ontwikkeld voorkomen tussen het 25 en 75 percentiel (groen) en matig ontwikkeld tussen het 5 en 25 en het 75 en 95 percentiel (geel). Het type kan niet voorkomen buiten het 5 percentiel (rood),

percentiel	D_025	D_050	D_250	D_750	D_950	D_975
pH		4	4.7	6.1	6.6	

Stap 4. Bereken het milieutekort voor deze opname. Een tekort wordt alleen berekend bij een te lage pH.

Tekort = ondergrens goede pH (D_250) – berekende pH voor opname = 4,7 – 4,1 = 0,6

Stap 5. Maak het milieutekort relatief om het te kunnen vergelijken met andere tekorten en om het te kunnen middelen met andere tekorten.

Relatieve tekort = tekort / (ondergrens goede pH (D_250) – ondergrens matig ontwikkelde pH (D_050)) * 100%

Relatieve tekort = 0,6 / (4,7 – 4,0) * 100% = 85,7%

Een tekort groter dan 100% wordt op 100% gezet.

Literatuur

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

Graveland, J., R. van der Wal, J.H. van Balen en A. J. van Noordwijk, 1994. Poor reproduction in forest passerines from decline of snail abundance on acidified soils. *Nature* 368: 446-448.

Hennekens, S.M. en J.H.J. Schaminée, 2001. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12: 589-591.

Tongeren, O. van, N. Gremmen en S. Hennekens, 2008. Assignment of relevés to pre-defined classes by supervised clustering of plant communities using a new composite IndexNL. *Journal of Vegetation Science* 19: 525-536.

Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem en H.F. van Dobben, van. 2009. Milieutekorten in Gelderse habitatgebieden; nulmeting op basis van vegetatieopnamen. Alterra-rapport 1892. Alterra, Wageningen.

Bijlage 1 Beschrijving van het programma om milieutekortten te berekenen, inclusief handleiding

programma

correctie.exe

Dit Fortran programma corrigeert de berekende abiotiek voor vegetatieopnamen voor regression to the mean. Hiervoor moet van tevoren de abiotiek per vegetatieopname berekend zijn met bijvoorbeeld het programma Turboveg. De uitvoer van bijvoorbeeld Turboveg moet nog wel in het juiste format worden gezet (zie **invoer**).

Invoer

Voor dit programma moeten twee invoerbestanden worden gemaakt:

1. calibratie.txt
2. abiotiek.txt

In bestand 1 staan de parameterwaarden voor de regressievergelijkingen voor correctie door regression to the mean. Deze file wordt door Alterra geleverd en hoeft in principe niet te worden gewijzigd. Een voorbeeld van het bestand wordt gegeven in tabel 1.

In bestand 2 staan de berekende abiotische condities. In tabel 2 wordt een voorbeeld gegeven. De gebruiker dient deze file zelf samen te stellen volgens het gegeven format.

Draaien

Deze invoerbestanden moeten in dezelfde folder staan als het programma (milieutekortten.exe). Het programma wordt gedraaid door er tweemaal op te klikken met de muis, of door het te selecteren en op 'enter' te drukken. Een andere manier is om het programma te draaien van de 'command prompt' (cmd.exe). Als het programma op deze manier wordt gedraaid, is het mogelijk om eventuele foutmeldingen te lezen. Zo geeft het programma de volgende foutmelding: 'forrtl: severe (24): end-of-file during read, unit 11, file D:\programma_milieutekortten\calibratie.txt' wanneer het bestand 'abiotiek.txt' minder dan 2.000.000 regels bevat. Deze foutmelding heeft geen effect op de uitvoerbestanden.

Uitvoer

De uitvoer komt in dezelfde folder te staan als de invoer en het programma en bestaat uit een tekstbestand:

1. Opnamen_milieutekort.txt

Dit bestand dient tevens als invoer voor het berekenen van de milieutekortten (door milieutekortten.exe). Het goede format wordt automatisch gegenereerd door het programma (zie ook tabel 2 en 4).

In de programma's en in- en uitvoerfiles vormt het habitatype (of elk ander type, bijvoorbeeld beheertypen) de verbindingschakel. Via een GIS systeem valt een koppeling met de veldsituatie te maken, maar ook met de randvoorwaarden (zie Wamelink et al. 2009). Het spreekt voor zich dat de codering exact hetzelfde dient te zijn, anders lopen de programma's vast.

Tabel 1.

Calibratie.txt. Het bestand bevat de parameterwaarden voor de calibratie en wordt gebruikt door correctie.exe. De eerste regel bevat korte informatie, de volgende parameterwaarden. De eerste kolom geeft a, de tweede b voor de regressie vergelijking $y=ax+b$. De derde kolom geeft aan voor welke randvoorwaarde de regressievergelijkingen zijn bedoeld.

Parameterwaarden voor correctie voor regression to the mean behorend bij calibratie.for

1	0	C/N
2.78	-5.03	Ca
1	0	Cl
1	0	ghg
1	0	glg
1	0	gvg
2.64	-1.23	Ktot
8.02	-11.75	Mg
1	0	NH ₄
4.03	-3.34	NO ₃
2.89	-6.52	Ntot
1.63	-3.03	pH
1	0	PO ₄
2.71	-3.11	Ptot
1	0	vocht

Tabel 2.

Abiotiek.txt. Deze file bevat de invoer zoals het programma correctie.exe gebruikt als invoer. De abiotische waarden worden gecorrigeerd voor regression to the mean. De eerste regel van de file wordt niet gelezen en kan header informatie bevatten..

Kolomnaam	Omschrijving
RELEVE_NR	Nummer van de vegetatieopname
DATE	Datum waarop de opname is gemaakt
KM_HOK_X	X-coördinaat van de opname
KM_HOK_Y	Y-coördinaat van de opname
HABTYPE2	Code voor het habitatype
_C_N_MEA_B	Gemiddelde C/N verhouding berekend met de indicerende soorten in de vegetatieopname
_CA_MEA_B	Berekend, gemiddeld Calciumgehalte
_CL_MEA_B	Berekend, gemiddeld Chloridegehalte
_GHG_MEA_B	Berekend, gemiddelde GHG
_GLG_MEA_B	Berekende, gemiddelde GLG
_GVG_MEA_B	Berekende, gemiddelde GVG
_K_MEA_B	Berekend, gemiddeld Kaliumgehalte
_MG_MEA_B	Berekend, gemiddeld Magnesiumgehalte
_NH ₄ _MEA_B	Berekend, gemiddeld Ammoniumgehalte
_NO ₃ _MEA_B	Berekend, gemiddeld Nitraatgehalte
_NTO_MEA_B	Berekend, gemiddeld totaal Stikstofgehalte
_PH_MEA_B	Berekende, gemiddelde pH
_PO ₄ _MEA_B	Berekend, gemiddeld Fosfaatgehalte
_PTO_MEA_B	Berekend, gemiddeld totaal Fosforgehalte
_VO_MEA_B	Berekend, gemiddeld vochtgehalte

Programma

Milieutekortn.exe

Dit Fortran programma berekent de milieutekortn voor vegetatieopnamen op basis van de randvoorwaarden voor habitattypen. Hiervoor moet het programma correctie.exe gedraaid zijn. Deze levert de invoerfile opnamen_milieutekort.txt in het juiste format. Als gebruik wordt gemaakt van directe bodemmetingen dan hoeft het programma correctie.exe niet gedraaid te worden en moet de gebruiker zelf zorgdragen voor het juiste format.

Invoer

Voor het draaien van het programma moeten twee invoerbestanden worden gemaakt:

1. ranges_voor_bepaling_milieutekort.txt
2. opnamen_milieutekort.txt

In bestand 1 moeten de abiotische ranges voor de habitattypen staan. Deze file wordt door Alterra geleverd. Het bestand moet bestaan uit kolommen (tabel 3), die van elkaar gescheiden zijn door spaties of tabs. In de huidige versie leest het programma van dit bestand maximaal 2.000.000 regels in.

In bestand 2 moeten de vegetatieopnamen met berekende/gemeten abiotiek staan. Ook dit bestand moet bestaan uit kolommen (tabel 2), die van elkaar gescheiden zijn door spaties of tabs. In de huidige versie leest het programma van dit bestand 61 regels in. Als er meer regels nodig zijn, dan moet dit in de programmacode worden aangepast.

De kolomnamen van de invoerbestanden hoeven niet precies overeen te komen met de kolomnamen in de tabel, maar het is wel belangrijk dat de informatie eronder op de juiste plaats staat en de juiste vorm heeft.

Draaien

Deze invoerbestanden moeten in dezelfde folder staan als het programma (milieutekort.exe). Het programma wordt gedraaid door er tweemaal op te klikken met de muis, of door het te selecteren en op 'enter' te drukken. Een andere manier is om het programma te draaien van de 'command prompt' (cmd.exe). Als het programma op deze manier wordt gedraaid, is het mogelijk om eventuele foutmeldingen te lezen. Zo geeft het programma de volgende foutmelding: 'forrtl: severe (24): end-of-file during read, unit 11, file D:\programma_milieutekort\opnamen_milieutekort.txt' wanneer het bestand 'opnamen_milieutekort.txt' minder dan 2.000.000 regels bevat. Deze foutmelding heeft geen effect op de uitvoerbestanden.

Uitvoer

De uitvoer komt in dezelfde folder te staan als de invoer en het programma en bestaat uit twee tekstbestanden:

1. milieutekort.txt
2. milieutekorten_percentage.txt

Bestand 1 bevat de absolute milieutekort en bestand 2 bevat de procentuele milieutekort (tabel 5).

Tabel 3Kolomnamen invoerbestand 1 (*ranges_voor_bepaling_milieutekorten.txt*).

Kolomnaam	Omschrijving
Code habitat(sub)type	Code voor het habitatype (H2330) of habitatsubtype (H2330_A)
Short	Numerieke habitatcode (2330, 23301)
pH_D_050	5 percentiel voor pH voor het betreffende habitatype
pH_D_250	25 percentiel voor pH voor het betreffende habitatype
pH_D_750	75 percentiel voor pH voor het betreffende habitatype
pH_D_950	95 percentiel voor pH voor het betreffende habitatype
C_N_D_050	5 percentiel voor C/N verhouding
C_N_D_250	25 percentiel voor C/N verhouding
C_N_D_750	75 percentiel voor C/N verhouding
C_N_D_950	95 percentiel voor C/N verhouding
Ca_D_050	5 percentiel voor Calciumgehalte
Ca_D_250	25 percentiel voor Calciumgehalte
Ca_D_750	75 percentiel voor Calciumgehalte
Ca_D_950	95 percentiel voor Calciumgehalte
Cl_D_050	5 percentiel voor Chloridegehalte
Cl_D_250	25 percentiel voor Chloridegehalte
Cl_D_750	75 percentiel voor Chloridegehalte
Cl_D_950	95 percentiel voor Chloridegehalte
ghg_D_050	5 percentiel voor gemiddeld hoogste grondwaterstand
ghg_D_250	25 percentiel voor gemiddeld hoogste grondwaterstand
ghg_D_750	75 percentiel voor gemiddeld hoogste grondwaterstand
ghg_D_950	95 percentiel voor gemiddeld hoogste grondwaterstand
glg_D_050	5 percentiel voor gemiddeld laagste grondwaterstand
glg_D_250	25 percentiel voor gemiddeld laagste grondwaterstand
glg_D_750	75 percentiel voor gemiddeld laagste grondwaterstand
glg_D_950	95 percentiel voor gemiddeld laagste grondwaterstand
gvg_D_050	5 percentiel voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
gvg_D_250	25 percentiel voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
gvg_D_750	75 percentiel voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
gvg_D_950	95 percentiel voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
K_D_050	5 percentiel voor Kaliumgehalte
K_D_250	25 percentiel voor Kaliumgehalte
K_D_750	75 percentiel voor Kaliumgehalte
K_D_950	95 percentiel voor Kaliumgehalte
Mg_D_050	5 percentiel voor Magnesiumgehalte
Mg_D_250	25 percentiel voor Magnesiumgehalte
Mg_D_750	75 percentiel voor Magnesiumgehalte
Mg_D_950	95 percentiel voor Magnesiumgehalte
NH ₄ _D_050	5 percentiel voor Ammoniumgehalte
NH ₄ _D_250	25 percentiel voor Ammoniumgehalte
NH ₄ _D_750	75 percentiel voor Ammoniumgehalte
NH ₄ _D_950	95 percentiel voor Ammoniumgehalte
NO ₃ _D_050	5 percentiel voor Nitraatgehalte
NO ₃ _D_250	25 percentiel voor Nitraatgehalte
NO ₃ _D_750	75 percentiel voor Nitraatgehalte
NO ₃ _D_950	95 percentiel voor Nitraatgehalte
Ntot_D_050	5 percentiel voor totaal Stikstofgehalte
Ntot_D_250	25 percentiel voor totaal Stikstofgehalte
Ntot_D_750	75 percentiel voor totaal Stikstofgehalte
Ntot_D_950	95 percentiel voor totaal Stikstofgehalte
PO ₄ _D_050	5 percentiel voor Fosfaatgehalte
PO ₄ _D_250	25 percentiel voor Fosfaatgehalte
PO ₄ _D_750	75 percentiel voor Fosfaatgehalte
PO ₄ _D_950	95 percentiel voor Fosfaatgehalte
Ptot_D_050	5 percentiel voor totaal Fosforgehalte
Ptot_D_250	25 percentiel voor totaal Fosforgehalte
Ptot_D_750	75 percentiel voor totaal Fosforgehalte
Ptot_D_950	95 percentiel voor totaal Fosforgehalte
vocht_D_050	5 percentiel voor vochtgehalte
vocht_D_250	25 percentiel voor vochtgehalte
vocht_D_750	75 percentiel voor vochtgehalte
vocht_D_950	95 percentiel voor vochtgehalte
Dutch	Habitatype naam

Tabel 4*Kolomnamen invoerbestand 2 (opnamen_milieutekort.txt).*

Kolomnaam	Omschrijving
RELEVE_NR	Nummer van de vegetatieopname
DATE	Datum waarop de opname is gemaakt
KM_HOK_X	X-coördinaat van de opname
KM_HOK_Y	Y-coördinaat van de opname
HABTYPE2	Code voor het habitatype
_C_N_MEA_B	Gemiddelde C/N verhouding berekend met de indicerende soorten in de vegetatieopname
_CA_MEA_B	Berekend, gemiddeld Calciumgehalte
_CL_MEA_B	Berekend, gemiddeld Chloridegehalte
_GHG_MEA_B	Berekend, gemiddelde GHG
_GLG_MEA_B	Berekende, gemiddelde GLG
_GVG_MEA_B	Berekende, gemiddelde GVG
_K_MEA_B	Berekend, gemiddeld Kaliumgehalte
_MG_MEA_B	Berekend, gemiddeld Magnesiumgehalte
_NH ₄ _MEA_B	Berekend, gemiddeld Ammoniumgehalte
_NO ₃ _MEA_B	Berekend, gemiddeld Nitraatgehalte
_NTO_MEA_B	Berekend, gemiddeld totaal Stikstofgehalte
_PH_MEA_B	Berekende, gemiddelde pH
_PO ₄ _MEA_B	Berekend, gemiddeld Fosfaatgehalte
_PTO_MEA_B	Berekend, gemiddeld totaal Fosforgehalte
_VO_MEA_B	Berekend, gemiddeld vochtgehalte

Tabel 5*Kolomnamen uitvoerbestanden.*

Kolomnaam	Omschrijving
opnamenr	Nummer van de vegetatieopname
datum	Datum waarop de opname is gemaakt
xcoörd	X-coördinaat van de opname
ycoörd	Y-coördinaat van de opname
habitat	Code voor het habitatype
C/N	Absoluut/procentueel milieutekort C/N verhouding
Ca	Absoluut/procentueel milieutekort Calciumgehalte
Cl	Absoluut/procentueel milieutekort Chloridegehalte
ghg	Absoluut/procentueel milieutekort gemiddeld hoogste grondwaterstand
glg	Absoluut/procentueel milieutekort gemiddeld laagste grondwaterstand
gvg	Absoluut/procentueel milieutekort gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
K	Absoluut/procentueel milieutekort Kaliumgehalte
Mg	Absoluut/procentueel milieutekort Magnesiumgehalte
NH ₄	Absoluut/procentueel milieutekort Ammoniumgehalte
NO ₃	Absoluut/procentueel milieutekort Nitraatgehalte
Ntot	Absoluut/procentueel milieutekort totaal Stikstofgehalte
pH	Absoluut/procentueel milieutekort pH
PO ₄	Absoluut/procentueel milieutekort Fosfaat
Ptot	Absoluut/procentueel milieutekort totaal Fosforgehalte
vocht	Absoluut/procentueel milieutekort vochtgehalte

Bijlage 2 Rapportage bemonstering PQ's in de ecologische hoofdstructuur

Monstername

Stichting Berglinde
Dorpstraat 50
6909 AL BABBERICH
e-mail info@berglinde.nl
www.berglinde.nl

Analyse van de monsters

Koch Bodemtechniek
Postbus 21
7400 AA DEVENTER
tel (+ 31) (0)570 502010
fax (+ 31) (0)570 652279
e-mail info@eurolab.nl
www.eurolab.nl

Keuze proefvlakken

Er is door de provincie Gelderland een selectie gemaakt van 560 vegetatieopnamen verdeeld over de provincie. De selectie omvat zo veel mogelijk vegetatietypen die in de provincie voorkomen. Een deel van de in 2009 geselecteerde monsterlocaties stonden op het programma om dit jaar te worden opgenomen voor het provinciale florameetnet. Daarnaast is een selectie gemaakt van opnamen die in de wat oudere (vijf tot tien jaar) 'nieuwe' natuur liggen.

Veldwerk:

De monsters zijn verzameld in de periode 1 juni t/m tot 28 september 2009.

Werkwijze:

De losse strooisellaag (losse bladeren en/of dode plantenresten) of de levende moslaag (in venen) werd verwijderd waarna met de guts kon worden gestoken. De monsters zijn gelijkmatig verdeeld in het proefvlak gestoken.

In de eerste weken is een guts met een diameter van 1,5 centimeter gebruikt. Om voldoende materiaal te krijgen voor de analyse moest met dit type guts tussen de 30 en 40 keer gestoken worden. Het materiaal werd verzameld in afsluitbare plastic zakjes die door middel van een viltstift van het PQ-nummer en de datum van de monstername werden voorzien.

Na de eerste weken zijn gutsen met een diameter van 3 centimeter gebruikt. Deze gutsen leveren bij 15 steken voldoende materiaal. Bij venige bodems is meer materiaal verzameld dan bij zand of klei om na de voorbehandeling voldoende materiaal over te houden voor de analyses.

In het begin is alleen op de rand van het opnamevlak gestoken omdat de indruk bestond dat het steken de vegetatie zou kunnen beïnvloeden. Later is hierop teruggekomen omdat duidelijk werd dat het effect van de relatief kleine storing op de meeste bemonsterde vegetaties te verwaarlozen is.

Bij de volgende vegetatieopnamen (in dit geval in 2013) zal de vegetatie niet beïnvloed blijken te zijn. Begrazen, maaien, klepelen en berijding door voertuigen, vallend blad, wroetend wild enz. hebben veel meer invloed op de vegetatie dan de monsternamen.

In sommige terreinen was het steken onmogelijk.

Drassige goed-bewortelde bodems (oude veldrus schraallanden) konden niet goed worden bemonsterd omdat het materiaal niet in de guts bleef hangen en dus niet mee naar boven kwam. In dit geval is met een mes op een aantal plekken een deel van de bodem losgesneden waarna het gewenste deel kon worden verzameld. Ook in brongebieden, in venen en vennen leverde het steken met de guts niet voldoende materiaal op. Op deze plekken is het materiaal soms met de hand of met een mes verzameld.

In enkele gevallen kon de bodem niet worden bemonsterd omdat het terrein ontoegankelijk was vanwege de hoge waterstand of de slappe bodem.

De geselecteerde plekken die zijn bezocht maar waar geen monster kon worden genomen tellen wel mee als monsterplek (zie offerte).

Terugvindbaarheid van de opnameplekken

De locaties van de op te nemen PQ's wordt in eerste instantie bepaald met behulp van een GPS apparaat. Vervolgens wordt de plek nader bepaald door de omschrijving van de kopgegevens van de uitdraai van de vegetatie-opname. Hierbij is een meetlint met een lengte van 50 meter gebruikt. De opnameplek werd met het meetlint door enkele haringen afgebakend.

Geconstateerde fouten in de oude opnamen

In een enkel geval zijn enkele fouten gesloten in de PQ's die in het verleden zijn opgenomen.

Deze fouten zijn genoteerd en doorgegeven aan Marti Rijken. Het betrof enkele door typefouten verkeerd ingevoerde soorten.

Bewaren en opslaan van de gestoken bodemmonsters

De gemaakte bodemmonsters zijn na het steken zo spoedig mogelijk ter koeling gelegd in een koelbox met koelelementen. De gekoelde monsters zijn door een koerier eveneens in gekoelde toestand naar het laboratorium gebracht.

Opbouw Excel bestand

Blad **MONSTERPUNTEN**

De rood gemaakte PQ's zijn niet bemonsterd, de plek is wel bezocht.

Kolom A

Meetpunt

De PQ-nummers van de provincie Gelderland beginnen met GL.

Nieuwe plekken in natuurbouwterreinen die nog geen PQ-nummer hebben beginnen met 0209 of 0309, daarna vier cijfers; de volgnummers

- 0209 is gestoken door Benno te Linde
- 0309 is gestoken door Louis-Jan van den Berg

Als een monsterpunt geen vast PQ is: in **kolom K** staat het nummer van de herhaalde opname.

Kolom B

Datum

- De datum van de monstername

Kolom C

Opname

In deze kolom is te vinden of de vegetatie van de bemonsterde plek in 2009 is opgenomen

- opname: de vegetatie is opgenomen
- nee: de vegetatie is niet opgenomen in 2009

Kolom D

NDT

Het berekende natuurdoeltype van de bemonsterde plek

- armdbos
- armvbos
- beekbos
- blagras
- blmgrba
- blmgrzu
- drygras
- dryhei
- heigras
- hoveen
- klbosdr
- klbosvo
- leembos
- moeras
- nathei
- plas
- strmggra
- veenbos
- ven
- zand

Kolom E

Geselecteerd

- J : de plek is door Marti Rijken geselecteerd
- N: de plek is niet geselecteerd (plek van de reservelijst of nieuwe natuur)

Kolom F

Vegetatietype

- Het berekende vegetatietype aan de hand van de opname voor 2009

Kolom G

Verzameld door

- BeL Benno te Linde
- LjB Louis-Jan van den Berg

Kolom H

Rand of in opnamevlak

- Rand: er is alleen in de buitenrand van het opnamevlak gestoken
- In: er is in het opnamevlak gestoken

Kolom I

Aantal steken

- de plek is niet bemonsterd (zie kolom j: bijzonderheden)
- 3,4,5: de plek was niet met een guts te monstern (zie kolom j: bijzonderheden)
- er is 15 keer gestoken
- >15: er is 15 keer of meer gestoken

Kolom J

Bijzonderheden

Blad **ANALYSES**

Kolom A

Rapportnummer

Het nummer zoals het door het laboratorium is toegekend

Kolom B

Monsteraanduiding

De Gelderse PQ-nummers (zie blad Monsterpunten kolom A)

Bijlage 3 Oppervlakten vegetatieopnamen

Overzichtstabel van de oppervlakten van de vegetatieopnamen

Oppervlakte (m ²)	aantal opnamen
4	2
6	1
9	14
10	1
15	3
16	21
20	1
21	1
24	4
25	47
36	12
37.5	2
40	6
45	1
48	1
49	28
50	11
55	1
60	6
63	1
64	23
70	3
76.5	1
80	5
81	3
84	1
90	1
100	182
105	2
120	4
127.5	1
130	2
135	2
144	6
150	4
156	1
160	3
169	1
189	1
195	2
196	1
200	6

Oppervlakte (m ²)	aantal opnamen
225	64
240	1
250	4
255	1
256	3
273	1
277.5	1
285	1
289	2
300	1
324	2
400	45
450	1
625	1

Bijlage 4 Milieutekorten op basis van veldmetingen en indicatorwaarden

Veldmetingen

nr	xcoord	ycoord	habitat	Ca	K	Mg	NH4	NO3	Ntot	pH	PO4	Ptot
164881	175.54	452.07	H9120	100	0	0	0	0	0	0	100	0
164892	175.77	451.57	H9120	100	0	0	0	0	0	0	100	10
165838	197.5	495.68	H4030	32	0	0	0	0	0	0	0	100
165844	185.19	443.61	H9120	0	0	100	0	0	0	0	100	97
165855	184.18	442.64	H9120	54	0	72	0	0	0	0	100	100
166463	177.2	433.54	H6510_A	0	0	0	7	28	0	0	0	100
166472	148.07	426.48	H6510_A	0	0	1	10	47	4	0	0	100
166588	177.86	475.92	H4030	98	0	0	0	0	25	0	0	100
166617	243.02	444.96	H4010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
167861	197.73	432.45	H91F0	*	*	*	*	*	*	*	*	*
167865	161.66	433.84	H6510_A	0	0	0	14	100	0	0	0	100
167867	196.52	431.07	H6120	0	0	0	0	0	0	0	0	100
167868	196.71	431.62	H6120	26	0	0	0	0	0	0	0	100
167869	198.33	432.5	H6120	0	8	35	0	0	77	0	0	100
167940	190.85	429.76	H6430_A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
167944	194.95	431.48	H91E0_A	0	0	0	*	100	0	0	100	100
167982	171.11	472.82	H4030	98	0	0	0	0	0	0	100	100
167983	178.29	472.81	H2330	0	0	0	0	0	31	0	0	100
167984	177.76	472.96	H4030	1	0	0	0	0	0	0	0	100
167985	178.41	472.17	H4030	8	0	0	0	0	0	0	0	100
167986	196.26	456.76	H9120	32	0	58	0	0	0	0	100	71
167987	196.15	460.59	H2310	30	0	0	0	0	0	0	100	100
168000	198.89	457.2	H9120	32	0	10	0	0	0	0	100	89
168004	197.28	460.76	H4030	63	100	0	0	0	0	0	100	100
168023	211.22	456.95	H91F0	*	*	*	*	*	*	*	*	*
169857	202.16	495.17	H91F0	*	*	*	*	*	*	*	*	*
170123	192.52	480.35	H4030	98	0	0	0	0	0	0	6	100
170136	205.57	458.58	H6230	100	0	0	0	0	0	0	0	100
170147	203.63	460.85	H4010	100	0	0	0	0	0	0	16	0
170148	202.7	461.4	H4010	100	0	0	0	0	0	0	100	0
170210	241.14	463.91	H4010	100	0	0	0	0	0	0	0	0
170227	241.23	463.77	H4010	100	0	0	0	0	0	0	0	0
171698	158.13	443.65	H6430_A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
171718	191.49	446.99	H9120	67	0	31	0	0	0	0	100	0
171724	194.05	447.68	H9120	68	24	42	0	70	0	0	100	19
171746	191	449.4	H4030	98	0	0	0	0	0	0	0	100
171747	193.62	446.78	H4030	87	0	0	0	0	0	0	0	100
171749	193.19	449.24	H4030	97	44	0	0	0	1	0	0	100
171750	195.77	449.18	H4030	89	0	0	0	0	0	0	100	100

nr	xcoord	ycoord	habitat	Ca	K	Mg	NH4	NO3	Ntot	pH	PO4	Ptot
171751	196.76	449	H4030	92	0	0	0	0	0	0	0	100
171752	177.29	450.8	H4030	98	18	0	0	0	0	0	0	100
171753	176.83	451.25	H4030	98	0	0	0	0	0	0	0	100
171754	176.12	450.86	H4030	98	0	0	0	0	0	0	0	100
171758	198.49	449.4	H4030	24	100	0	0	0	70	0	33	100
171759	199.16	448.26	H4030	98	0	0	0	0	0	0	0	100
171761	190.12	463.91	H4030	95	0	0	0	0	0	0	0	100
171762	191.19	464.88	H4030	55	6	0	0	0	21	0	100	100
171763	192.25	464.68	H4030	85	0	0	0	0	0	0	0	100
171764	192.99	462.8	H2330	98	0	0	0	0	49	0	0	100
171769	196.16	447.17	H9120	0	0	100	0	0	100	0	100	100
171770	196.17	447.19	H9120	0	71	100	0	0	100	0	100	100
171772	196.45	447.82	H9120	100	0	0	0	0	0	0	100	97
171790	208.19	467.43	H6120	0	0	33	0	0	100	0	0	100
171793	209.05	465.95	H3270	36	0	0	*	82	0	0	0	0
171943	208.27	455.03	H6510_A	0	0	81	12	43	13	33	0	100
171977	131.14	425.05	H3270	0	0	3	*	100	0	0	46	100
171982	186.09	431.38	H3150	*	*	*	*	*	*	*	*	*
171985	132.17	425.44	H3150	*	*	*	*	*	*	*	*	*
172003	203.02	430.3	H6510_A	0	0	7	15	61	0	0	0	49
172004	203.19	430.03	H6120	0	0	10	0	0	60	0	0	100
172005	203.19	430.03	H6120	0	0	24	0	0	78	0	0	100
172006	207.43	429.11	H3270	0	0	0	*	100	0	0	0	100
172036	177.1	485.29	H9190	19	0	50	0	0	0	0	100	100
172043	177.09	482.58	H9120	79	0	0	0	0	0	0	100	0
172044	176.67	483.63	H9190	92	0	0	0	0	0	0	100	93
172045	173.33	483.09	H2310	54	0	0	0	0	0	0	100	100
172046	190.76	483.07	H4030	100	0	0	0	0	0	0	22	100
172047	190.84	483.03	H4030	100	0	0	0	0	0	0	28	100
172050	177.44	483.89	H2310	77	0	0	0	0	0	0	100	100
172051	178.88	484.74	H9190	94	0	0	0	0	0	0	74	25
172053	172.73	482.25	H2310	96	0	0	0	0	0	0	0	100
172054	190.65	483.46	H4030	60	0	0	0	0	0	0	100	100
172055	190.39	481.82	H4030	43	0	0	0	0	0	0	0	100
172058	179.46	485.09	H2310	94	0	0	0	0	0	0	0	100
172061	190.42	483.75	H2310	4	0	0	0	0	0	0	63	100
172063	190.41	483.86	H2310	0	100	100	0	0	100	0	100	100
172071	191.91	482.8	H4030	0	100	2	0	0	100	0	100	100
172079	192.09	483.59	H6410	0	0	16	0	0	0	0	5	0
172080	192.1	483.57	H6410	0	0	95	0	0	100	0	34	12
172088	192.19	484.67	H3160	*	*	*	*	*	*	*	*	*
172089	191.69	483.08	H6410	100	0	0	0	0	0	0	0	0
172090	192.1	483.54	H6410	100	0	0	0	0	0	0	0	0
172092	192.95	481.38	H4030	98	0	0	0	0	0	0	47	100
172117	205.98	452.97	H91E0_B	0	0	100	32	100	0	0	100	0
172118	205.91	452.94	H91E0_B	0	0	100	48	100	0	0	100	100

Indicatorwaarden

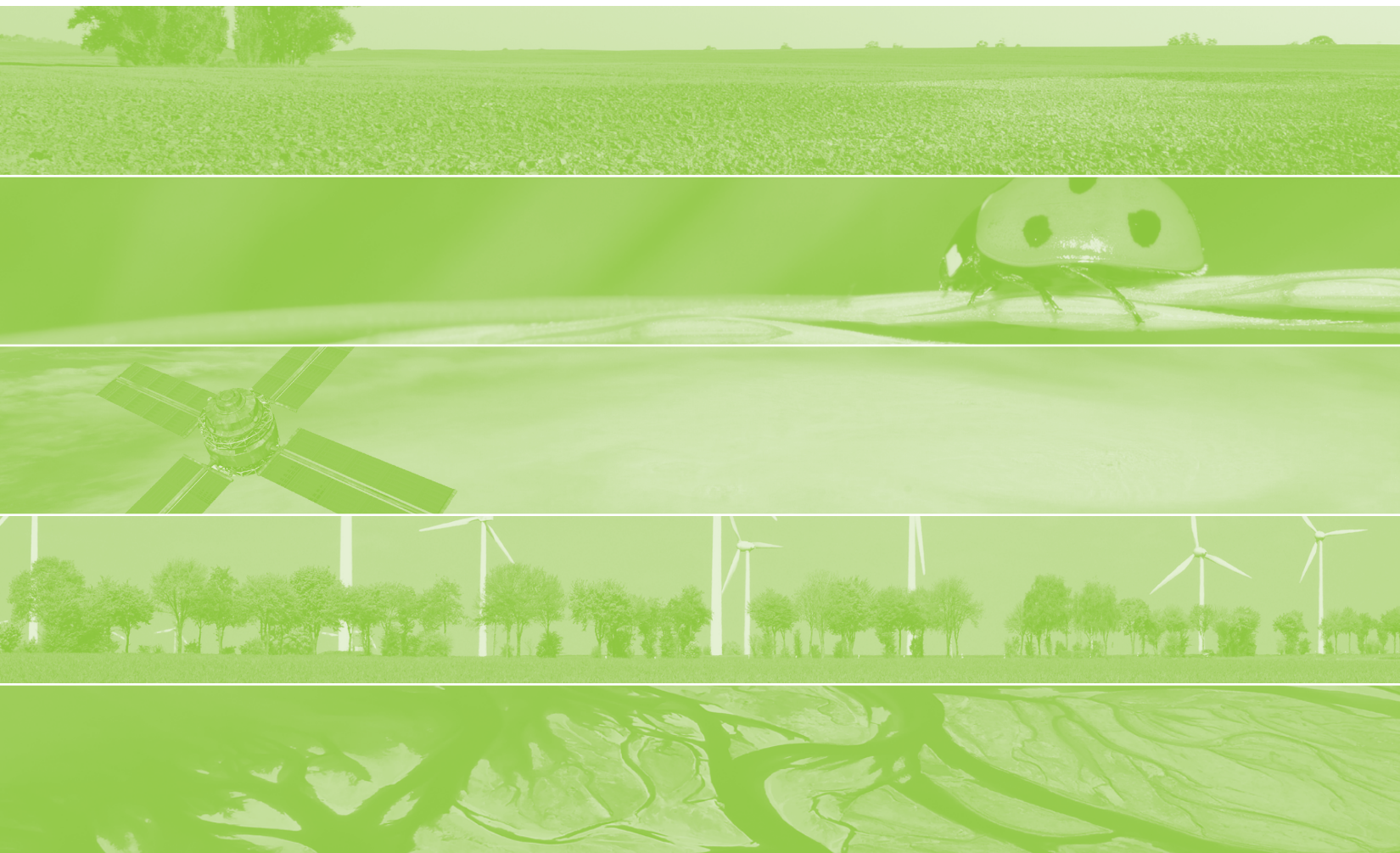
nr	xcoord	ycoord	habitat	Ca	K	Mg	NH4	NO3	Ntot	pH	PO4	Ptot
164881	175.54	452.07	H9120	100	0	0	0	0	0	0	0	0
164892	175.77	451.57	H9120	88	0	0	0	0	0	0	5	0
165838	197.5	495.68	H4030	79	0	0	0	0	0	0	56	85
165844	185.19	443.61	H9120	0	0	25	0	0	0	0	95	0
165855	184.18	442.64	H9120	72	0	0	0	0	0	0	100	0
166463	177.2	433.54	H6510_A	100	0	0	3	0	0	93	0	0
166472	148.07	426.48	H6510_A	100	0	0	3	0	0	57	0	0
166588	177.86	475.92	H4030	10	100	0	0	0	0	0	100	100
166617	243.02	444.96	H4010	0	0	34	0	0	0	0	0	0
167861	197.73	432.45	H91F0	*	*	*	*	*	*	*	*	*
167865	161.66	433.84	H6510_A	100	0	0	3	0	0	43	0	0
167867	196.52	431.07	H6120	100	0	3	0	0	2	0	0	0
167868	196.71	431.62	H6120	100	0	2	0	0	1	0	0	0
167869	198.33	432.5	H6120	98	0	18	0	0	16	0	0	0
167940	190.85	429.76	H6430_A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
167944	194.95	431.48	H91E0_A	0	0	0	*	55	0	0	51	0
167982	171.11	472.82	H4030	47	100	0	0	0	0	0	100	100
167983	178.29	472.81	H2330	75	0	0	0	0	19	0	0	19
167984	177.76	472.96	H4030	46	100	0	0	0	0	0	100	100
167985	178.41	472.17	H4030	34	100	0	0	0	0	0	100	81
167986	196.26	456.76	H9120	68	40	0	0	0	0	0	100	0
167987	196.15	460.59	H2310	31	0	0	0	0	0	0	0	88
168000	198.89	457.2	H9120	57	0	0	0	0	0	0	65	0
168004	197.28	460.76	H4030	60	0	0	0	0	0	0	100	89
168023	211.22	456.95	H91F0	*	*	*	*	*	*	*	*	*
169857	202.16	495.17	H91F0	*	*	*	*	*	*	*	*	*
170123	192.52	480.35	H4030	79	0	0	0	0	0	0	0	83
170136	205.57	458.58	H6230	73	0	0	0	0	0	0	16	0
170147	203.63	460.85	H4010	100	0	0	0	0	0	40	0	0
170148	202.7	461.4	H4010	100	0	0	0	0	0	0	0	0
170210	241.14	463.91	H4010	20	0	32	0	0	0	0	0	0
170227	241.23	463.77	H4010	100	0	0	0	0	0	25	0	0
171698	158.13	443.65	H6430_A	*	*	*	*	*	*	*	*	*
171718	191.49	446.99	H9120	65	0	0	0	0	0	0	0	0
171724	194.05	447.68	H9120	100	0	0	0	0	0	0	0	0
171746	191	449.4	H4030	86	0	0	0	0	0	0	0	79
171747	193.62	446.78	H4030	87	0	0	0	0	0	0	0	75
171749	193.19	449.24	H4030	67	0	0	0	0	0	0	0	91
171750	195.77	449.18	H4030	64	0	0	0	0	0	0	100	95
171751	196.76	449	H4030	60	0	0	0	0	0	0	56	94
171752	177.29	450.8	H4030	70	0	0	0	0	0	0	0	81
171753	176.83	451.25	H4030	69	0	0	0	0	0	0	6	85
171754	176.12	450.86	H4030	67	0	0	0	0	0	0	0	98
171758	198.49	449.4	H4030	45	0	0	0	0	0	0	3	100
171759	199.16	448.26	H4030	68	0	0	0	0	0	0	0	89
171761	190.12	463.91	H4030	72	0	0	0	0	0	0	17	83
171762	191.19	464.88	H4030	79	0	0	0	0	0	0	0	83
171763	192.25	464.68	H4030	40	0	0	0	0	0	0	0	100

nr	xcoord	ycoord	habitat	Ca	K	Mg	NH4	NO3	Ntot	pH	PO4	Ptot
171764	192.99	462.8	H2330	86	0	0	0	0	33	26	0	18
171769	196.16	447.17	H9120	0	0	15	0	0	0	0	35	0
171770	196.17	447.19	H9120	0	0	36	0	0	100	0	80	0
171772	196.45	447.82	H9120	0	0	5	0	0	0	0	100	0
171790	208.19	467.43	H6120	100	0	1	0	0	17	0	0	0
171793	209.05	465.95	H3270	0	0	0	*	35	0	0	0	0
171943	208.27	455.03	H6510_A	100	0	0	2	0	0	100	0	0
171977	131.14	425.05	H3270	64	0	0	*	34	0	0	10	0
171982	186.09	431.38	H3150	*	*	*	*	*	*	*	*	*
171985	132.17	425.44	H3150	*	*	*	*	*	*	*	*	*
172003	203.02	430.3	H6510_A	100	0	0	5	0	0	10	0	0
172004	203.19	430.03	H6120	100	0	6	0	0	0	0	0	0
172005	203.19	430.03	H6120	100	0	6	0	0	12	0	0	0
172006	207.43	429.11	H3270	0	0	0	*	33	0	8	0	0
172036	177.1	485.29	H9190	55	0	3	0	0	0	0	0	0
172043	177.09	482.58	H9120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
172044	176.67	483.63	H9190	0	0	34	0	0	0	0	30	30
172045	173.33	483.09	H2310	35	74	0	0	0	0	0	100	96
172046	190.76	483.07	H4030	0	0	0	0	0	10	0	0	100
172047	190.84	483.03	H4030	0	0	0	0	0	0	0	0	100
172050	177.44	483.89	H2310	59	0	0	0	0	0	0	17	75
172051	178.88	484.74	H9190	92	0	0	0	0	0	0	100	0
172053	172.73	482.25	H2310	67	0	0	0	0	0	0	57	71
172054	190.65	483.46	H4030	77	0	0	0	0	0	0	0	86
172055	190.39	481.82	H4030	72	0	0	0	0	0	0	0	95
172058	179.46	485.09	H2310	84	0	0	0	0	0	0	74	50
172061	190.42	483.75	H2310	0	0	0	0	0	0	0	0	100
172063	190.41	483.86	H2310	0	0	0	0	0	46	0	0	100
172071	191.91	482.8	H4030	0	0	0	0	0	61	0	0	100
172079	192.09	483.59	H6410	100	0	0	0	0	0	3	0	0
172080	192.1	483.57	H6410	38	0	0	0	0	0	0	0	0
172088	192.19	484.67	H3160	*	*	*	*	*	*	*	*	*
172089	191.69	483.08	H6410	100	0	0	0	0	0	0	0	0
172090	192.1	483.54	H6410	100	0	0	0	0	0	0	0	0
172092	192.95	481.38	H4030	70	0	0	0	0	0	0	0	96
172117	205.98	452.97	H91E0_B	100	0	0	16	25	0	0	74	0
172118	205.91	452.94	H91E0_B	45	0	0	13	23	0	0	84	0

Bijlage 5 Aantal waarnemingen per abiotische parameter in de landelijke database

Het aantal waarnemingen in de Gelderse database is 547.

abiotische parameter	aantal waarnemingen
GVG	1188
GLG	1800
GHG	1999
N-totaal	1381
NOX	472
NH4	622
P-totaal	3175
PO4	815
K	3089
Mg	334
pH H2O	5423



Alterra is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen negen gespecialiseerde en meer toegepaste onderzoeksinstituten, Wageningen University en hogeschool Van Hall Larenstein hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 40 vestigingen (in Nederland, Brazilië en China), 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de vooraanstaande kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen natuurwetenschappelijke, technologische en maatschappijwetenschappelijke disciplines vormen het hart van de Wageningen Aanpak.

Alterra Wageningen UR is het kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

Meer informatie: www.alterra.wur.nl