



Inrichtingsontwerp van het bodemmeetnet voor de natuur in de provincie Gelderland

Alterra-rapport 2313
ISSN 1566-7197

R.P.J.J. Rietra, D.J. Brus, G.W.W. Wamelink, R.H. Kemmers en J.C. Voogd

Inrichtingsontwerp van het bodemmeetnet
voor de natuur in de provincie Gelderland

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van provincie Gelderland
Projectcode [5234081]

Inrichtingsontwerp van het bodemmeetnet voor de natuur in de provincie Gelderland

Rietra, R.P.J.J., D.J. Brus, G.W.W. Wamelink, R.H. Kemmers en J.C. Voogd

Alterra-rapport 2313

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2012

Referaat

Rietra, R.P.J.J., D.J. Brus, G.W.W. Wamelink, R.H. Kemmers en J.C. Voogd, 2012. *Inrichting van het bodemmeetnet voor de natuur in de provincie Gelderland*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2313. 52 blz.; 9 fig.; 3 tab.; 21 ref.

De kwaliteit en de ontwikkeling van de natuur dient gemonitord te worden volgens een nieuwe landelijke systematiek in het kader van het Subsidie Stelsel Natuur (SNL). Daarnaast speelt de monitoring voor de Natura 2000-gebieden en specifiek voor de verdroging van de TOP-gebieden. In dit rapport wordt een ontwerp gegeven van het meetnet met de steekproefopzet in ruimte en tijd, de te meten parameters, bemonsterings- en analysemethode en meetlocaties. Hierbij is rekening gehouden met de verschillende beheertypen en hun oppervlakte en het belang van de bodemkwaliteit voor het type. Het ontwerp is zo opgezet dat het monitoringsprogramma over meerdere jaren kan worden uitgerold.

Trefwoorden: Gelderland, natuur, beheertypen, SNL, bodem, monitoring, abiotiek.

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.rapportbestellen.nl.

© 2012 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

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

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 2313

Wageningen, mei 2012

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel	9
2 Criteria voor ontwerp	11
2.1 Aansluiting bij SNL Natuurkwaliteit en Monitoring	11
2.2 Provinciale monitoring voor Natura 2000, TOP-lijst en EHS	13
2.2.1 Onderzoeksgebied	13
2.2.2 Prioritering	15
2.2.3 Mogelijke bemonstering- en analysemethoden	16
2.2.4 Aansluiten bij LMF	18
2.3 Inschatting van aantal bemonsteringslocaties	18
3 Inrichting van het bodemmeetnet	19
3.1 Ontwerp	19
3.2 Bemonstering- en analysemethoden	24
3.3 Criteria	24
3.4 Uitwerking gegevens	25
4 Discussie	27
Literatuur	29
Bijlage 1 Ecologische systeemanalyse	31
Bijlage 2 Voorbeelden van beheertypekaarten	41
Bijlage 3 Algemeen overzicht gebieden	47
Bijlage 4 Controle in het veld	51

Samenvatting

De kwaliteit en de ontwikkeling van de natuur moet gemonitord worden volgens een nieuwe landelijke systematiek. Binnen die systematiek is de toestand van de bodemkwaliteit (zuurgraad en trofie) van een aantal natuurtypen belangrijk. Hiervoor heeft provincie Gelderland om een ontwerp voor een bodemmeetnet gevraagd. In dit rapport wordt een ontwerp gegeven van het meetnet met de te meten parameters, bemonsterings- en analysemethode en bemonsteringslocaties. Voor acht beheertypen binnen Gelderland zijn er criteria voor zuurgraad en trofie. Deze acht beheertypen komen verspreid voor over Gelderland in zestien Natura 2000-gebieden en 38 TOP-lijstgebieden. Samen geeft dat meer dan 100 verschillende gebieden (strata). Het aantal meetpunten per stratum is gebaseerd op de ligging binnen of buiten de Natura 2000- en TOP-lijstgebieden, het beheertype en de grootte van een stratum. Aangenomen is dat de meetinspanning voor een bepaald beheertype arbitrair is en ingevuld wordt door de provincie. In dit voorstel wordt aangenomen dat de kleine veengebieden en schraal- en hooilanden intensiever worden bemonsterd dan de grote heidegebieden. Daarnaast wordt in dit voorstel een verdeling gehanteerd waarbij 80% van de meetinspanning wordt toebedeeld aan de natuur binnen de Natura 2000- en TOP-lijstgebieden en 20% aan de rest van de EHS. Op basis daarvan kan de meetinspanning objectief worden verdeeld over de beheertypen en gebieden. Op basis van de gemaakte inschatting van de kosten en het budget kunnen 1.000 locaties in de eerste periode van zes jaar bemonsterd worden, en nog eens 1.000 locaties in een tweede periode van zes jaar. Kleine strata zijn geclusterd zodat er uiteindelijk 82 strata overblijven. Bemonsteringslocaties zijn geloot binnen deze strata. De verdeling van de werkzaamheden over de jaren moet nog uitgewerkt worden. De bemonsteringsstrategie en de te analyseren parameters zijn zoveel mogelijk gebaseerd op al bestaande protocollen en gebruikelijke parameters.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De provincie heeft behoefte aan informatie over de kwaliteit- en kwaliteitsontwikkeling van de natuur binnen de EHS (Ecologische Hoofdstructuur). In 2021 moet de herijkte EHS voltooid zijn (Onderhandelingsakkoord, 2011). In het akkoord staat dat het rijk en de provincie een monitoringssystematiek uitwerken. Dit systeem is in ontwikkeling: de SNL-monitoring (SNL: Subsidiestelsel Natuur en Landschap). De beheerders/natuurorganisaties moeten daarbij o.a. inventarisaties uitvoeren voor vegetatie, flora en fauna. Daarnaast moeten afhankelijk van het beheertypen de belangrijkste standplaatsfactoren (abiotische omstandigheden: zuurgraad, grondwaterstand en voedselrijkdom), ruimtelijke condities en/of externe invloeden (bijvoorbeeld stikstofdepositie, overstromingen) in kaart gebracht worden (Werkgroep SNL natuurkwaliteit, 2011). De provincie heeft de taak om ervoor te zorgen dat de beheerders de benodigde gegevens verzamelen en heeft zelf de taak om de abiotische omstandigheden te monitoren. Een specifiek op de EHS gericht bodemkwaliteitsmeetnet kan daarin een grote bijdrage leveren.

De provincie heeft daarom besloten verder te verkennen hoe een nieuw bodemmeetnet moet worden ingericht dat zich richt op het in beeld brengen en houden van de bodemkwaliteit in de EHS op basis van het beheertype, Natura 2000-gebieden en TOP-lijstgebieden (Hoekstra et al., 2011). Bij de ontwikkeling van het nieuwe meetnet voor natuur wordt gekozen voor een projectmatige aanpak waarbij er ruimte blijft om veranderingen in metingen, speciale verzoeken voor metingen, frequentie van meten e.d. door te voeren. Aan Alterra is de opdracht verleend een voorstel voor dit nieuwe meetnet te maken, in overleg met de opdrachtgever.

1.2 Doel

In het voorstel wordt een plan voor een bodemmeetnet opgesteld dat twee doelen dient:

1. een representatief beeld krijgen van de milieukwaliteit van de in de provincie aanwezige natuurtypen. Voor dit doel kan er een representatieve steekproef genomen worden van de beheertypen waar de bodemkwaliteit (zuurgraad en trofie) een rol speelt.
2. de milieukwaliteit in beeld te brengen van de Natura 2000-gebieden en de TOP-lijstgebieden.

In de SNL-monitoringssystematiek is aangegeven bij welke natuurtypen criteria voor bodemkwaliteit bestaan zodat maar voor een beperkt deel van de natuur in Gelderland een bodemmeetnet gepland wordt.

Randvoorwaarden

Voor de ontwikkeling van het nieuwe bodemmeetnet zijn een aantal randvoorwaarden geformuleerd:

1. Het jaarlijkse budget van naar schatting 43 k€ bepaalt de inspanning binnen de jaarlijkse monitoring. Er wordt een zo optimaal mogelijke keuze gemaakt om te kunnen beantwoorden aan doelstellingen van het meetnet.
2. Er worden door de beheerders van natuurgebieden vegetatiekarteringen gemaakt in de kwetsbare beheertypen. De meetstrategie voor het bodemmeetnet moet hierbij zo goed mogelijk aansluiten. De provincie is verder verantwoordelijk voor monitoring van de GVG (grondwaterstand) en andere relevante abiotische informatie (bijvoorbeeld stikstofdepositie).
3. Er wordt nagegaan of er mogelijkheden zijn omtrent te haken bij het Gelders vegetatiemeetnet (en LMF), en de locaties die eerder bemonsterd zijn (Wamelink et al., 2010). Het is wenselijk maar niet noodzakelijk dat de bemonsteringslocaties die nu al binnen de EHS vallen gehandhaafd blijven.

2 Criteria voor ontwerp

2.1 Aansluiting bij SNL Natuurkwaliteit en Monitoring

Tabel 1

Overzicht van de beheertypen in de provincie Gelderland waarvoor het document 'Kwaliteitsklassen en monitoring' criteria geeft voor zuurgraad en trofie.

	Beheertype	Zuurgraad	Trofie*
N06.02	Trilveen	optimaal pH > 5; sub-optimaal 4,5<pH<5	optimaal: matig voedselarm, licht + matig voedselrijk a sub-optimaal: zeer voedselarm
N06.03	Hoogveen	optimaal pH > 5,7; sub-optimaal 5,5<pH<5,7	optimaal: matig voedselrijk a en b sub-optimaal: licht + zeer voedselrijk
N07.01	Droge heide	optimaal pH < 5; sub-optimaal 5<pH<5,5	optimaal: zeer voedselarm sub-optimaal: matig voedselarm
N07.02	Zandverstuiving	optimaal 4< pH < 5; sub-optimaal 3,5<pH<4 en 5<pH<5,5	optimaal: zeer voedselarm sub-optimaal: matig voedselarm
N10.01	Nat schraalland	optimaal pH > 5; sub-optimaal 4,5<pH<5	optimaal: zeer+matig voedselarm, licht+matig voedselrijk a sub-optimaal: matig voedselrijk b
N10.02	Vochtig hooiland	optimaal pH > 5,5; sub-optimaal 4,5<pH<5,5	
N11.01	Droog schraalgrasland	optimaal 4< pH < 5; sub-optimaal 3,5<pH<4 en 5<pH<5,5	optimaal: zeer voedselarm, sub-optimaal: matig voedselarm
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	optimaal pH < 5; sub-optimaal 5<pH<5,5	optimaal: zeer voedselarm, sub-optimaal: matig voedselarm

*matig voedselrijk a, en matig voedselrijk b zijn gradaties van trofie.

Momenteel is er een methodiek in ontwikkeling voor de monitoring van de kwaliteit van de beheertypen. De huidige beschrijving van de beheertypen door de werkgroep SNL-natuurkwaliteit en monitoring (2011) vormt de basis voor het monitoring- en evaluatiesysteem. Hierin wordt de biotische en abiotische kwaliteit van een beheertype beschreven. Bij de abiotische kwaliteit wordt gekeken naar de grondwaterstand, de stikstofdepositie, daar waar relevant naar de overstroming en kwel, en naar de bodemkwaliteit. Volgens het protocol van de SNL-monitoringssystematiek worden twee variabelen gemonitord voor de bodemkwaliteit: bodemzuurgraad en nutriëntenrijkdom. Of de bodemkwaliteit gemonitord wordt hangt af van het SNL-beheertype. Bijvoorbeeld bij N13.02 Wintergastenweide wordt bodemkwaliteit niet gevraagd, terwijl bij bijvoorbeeld N 10.01 Nat Schraalland de bodemkwaliteitstoestand wel belangrijk wordt geacht.

De uiteindelijke kwaliteit van een beheertype wordt uitgedrukt in goed, matig en slecht door de meetwaarden te vergelijken met de criteria die zijn opgesteld voor de beheertypen voor de biotiek en abiotiek, en is mede gebaseerd op het deel van het oppervlak dat zich in een bepaalde klasse bevindt. Deze finale schatting wordt per beheertype gemaakt.

Het opnemen van een bodemmeetnet in de SNL-monitoring is relevant omdat in de SNL-monitoring gevraagd wordt om informatie van de abiotische factoren pH en trofie. De trofie is daarbij nog niet gekwantificeerd. Hiervoor doen we in dit rapport een voorstel.

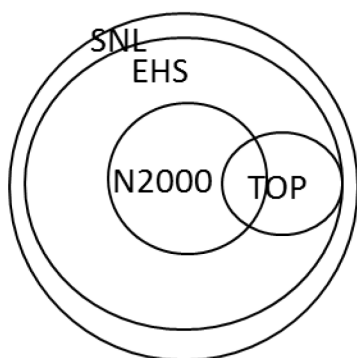
In tabel 1 staan de beheertypen die in de provincie Gelderland voorkomen waarvoor criteria zijn vastgesteld voor de bodemkwaliteit. De begrenzingen voor de zuurgraad en trofie per beheertype zijn overgenomen uit het document 'Kwaliteitsklassen en monitoring' (werkgroep SNL-natuurkwaliteit en monitoring, 2011). Die beheertypen komen zeer verspreid voor in provincie Gelderland.



Figuur 1

De voor het bodemmeetnet relevante beheertypen in de provincie Gelderland (voor verklaring codes zie tabel 1).

Provincie Gelderland heeft Alterra gevraagd een bodemmeetnet te ontwerpen voor de SNL-gebieden in Gelderland en daarbij rekening te houden met de ligging van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), de Natura 2000-gebieden en de TOP-lijstgebieden. De TOP-lijst is een lijst met natuurgebieden die extra aandacht krijgen van overheden. Het zijn voornamelijk gebieden waarin natuur hersteld wordt, bijvoorbeeld via anti-verdrogingsmaatregelen. De provincie beschikt over kaarten van de EHS, Natura 2000 en de TOP-lijstgebieden. De SNL-gebieden zijn gebieden waarvoor subsidie verleend kan worden. We gaan er in dit rapport van uit dat de SNL-gebieden samenvallen met de EHS. Mogelijk is dat een aantal gebieden buiten de EHS ook onder de SNL zal vallen, en omgekeerd dat een deel van de EHS niet onder de SNL valt. De Natura 2000gebieden vormen in Gelderland een deel van de EHS. De TOP-lijstgebieden liggen soms in Natura 2000 en soms niet. Schematisch is dit in figuur 2 weergegeven. In de volgende paragraaf wordt dit gebied voor het te ontwerpen bodemmeetnet gekwantificeerd.



Figuur 2

Schematische weergave. De Natura 2000-gebieden liggen binnen de EHS, en de EHS valt binnen de SNL *. De TOP-lijstgebieden liggen deels in Natura 2000-gebieden. Binnen de provincie liggen 21 Natura 2000-gebieden en ruim 50 TOP-lijstgebieden. Een beperkt aantal beheertypen komt voor in de verschillende gebieden, en in een deel daarvan zijn zuurgraad en/of trofie relevant.

*Enkele bijzondere gebieden (niet-subsidiabele gebieden zoals terreinen van defensie) liggen binnen de EHS, maar vallen niet binnen de SNL.

2.2 Provinciale monitoring voor Natura 2000, TOP-lijst en EHS

2.2.1 Onderzoeksgebied



Figuur 3

De voor het bodemmeetnet relevante beheertypen en de begrenzing van de TOP-lijstgebieden. De ligging is deels binnen Natura 2000 (grijs), en deels buiten Natura 2000.

Het doel is om de bodemkwaliteit van de natuur in de provincie Gelderland vast te stellen. Daarbij is het van belang om alle gebieden die onder de Subsidieregeling Natuur en Landschap (SNL) vallen, te betrekken in het provinciale meetnet. Voor de SNL is op dit moment een beheertypenkaart beschikbaar (2.561 km²). Dit komt overeen met de EHS (1.869 km²), behalve dat een klein deel van de beheertypen buiten de EHS ligt (683 km²). Binnen de EHS vallen de Natura 2000- en TOP-lijstgebieden. Ook die gebieden moeten betrokken worden. Over de gehele verzameling gebieden is een systematiek van beheertypen gelegd. In dit rapport worden ook de gebieden meegenomen die binnen de EHS liggen, maar mogelijk niet onder de SNL-regeling vallen omdat op dit moment nog niet duidelijk is welke gebieden dat zijn.

De 20 Natura 2000-gebieden hebben een gezamenlijke oppervlakte van 1.087 km². De EHS heeft een oppervlak van 1.869 km². De TOP-lijstgebieden zijn veel kleiner: een deel hiervan ligt binnen de Natura 2000 (42 km²) en een deel in de rest van de EHS (83 km²). Er is een groot verschil in de grootte van de Natura 2000-gebieden (of de delen die in de provincie Gelderland liggen): de Veluwe is met 861 km² de grootste, het Teeselinksven is met 0,26 km² de kleinste. Het aantal beheertypen binnen de Natura 2000-gebieden is groot. Zelfs voor het Teeselinksven worden twaalf verschillende beheertypen opgegeven. De 52 TOP-lijstgebieden liggen voor de helft binnen Natura 2000 en de andere helft ligt in de rest van de EHS.

In de onderstaande tabel 2 is de oppervlakte gegeven voor beheertypen die relevant zijn voor het bodemmeetnet (uit tabel 1). Het totale gebied voor het bodemmeetnet heeft een gezamenlijke oppervlakte van 214 km² in Natura 2000 en 9,6 km² in de TOP-lijstgebieden, waarbij een deel van het TOP-lijstgebied in Natura 2000 ligt (zie onderstaande tabel). In drie Natura 2000-gebieden liggen geen beheertypen die voor het bodemmeetnet relevant zijn. Het aantal unieke combinaties van beheertype, Natura 2000-gebied en TOP-lijstgebied is 184. De grootte varieert van een aantal m² tot 14.866 ha (= beheertype: droge heide, Natura 2000: Veluwe, geen TOP-lijstgebied). De helft van de unieke combinaties is kleiner dan 1,8 ha en 90% van de unieke combinaties is kleiner dan 34 ha.

Het aantal unieke combinaties, strata genoemd, is zeer groot en veel strata hebben een zeer klein oppervlakte (22 strata zijn kleiner dan 100 m²). In bijlage 2 (figuren 5 en 6) is onderzocht wat de betekenis is van de soms hele kleine strata. Het blijkt dat het soms onbedoelde onnauwkeurigheden zijn van GIS-kaarten. Het is niet goed om de kleine strata weg te laten. We zouden dan geen goede steekproef kunnen nemen.

Het is mogelijk om een deel van de kleine strata te combineren met andere strata door het te controleren op onzuiverheden van de kaarten. Bijvoorbeeld, een groot en een klein stratum met hetzelfde beheertype waarbij het ene deel net binnen, en het andere deel net buiten een TOP-lijstgebied ligt, terwijl beide wel binnen één Natura 2000-gebied liggen (voorbeeld in figuur 6 in bijlage 2) of twee strata met hetzelfde beheertype binnen een TOP-lijstgebied waarbij een deel binnen een Natura 2000-gebied ligt en een ander deel niet. Relatief eenvoudig zijn op die manier 66 strata te vervangen door 33 strata, zodat er van de 184 strata 151 overblijven. Ook dan blijven er nog teveel hele kleine strata over. Als het onzuiverheden zijn moeten ze handmatig, met de kaart erbij, gecombineerd worden met andere strata (paragraaf 3.1). Andere kleine strata die overblijven moeten bij voorkeur ook gecombineerd worden met andere strata.

Tabel 2

Natura 2000-gebieden in de provincie Gelderland met de voor het bodemmeetnet relevante oppervlakten (op basis van tabel 1), aantal beheertypen en TOP-lijstgebieden, en het oppervlak aan TOP-lijstgebied per Natura 2000-gebied.

	Natura 2000-gebied	Natura 2000 opp (ha)	Aantal Beheertypen	Aantal TOP-gebieden	TOP opp. (ha)
38	Uiterwaarden IJssel	161	3	1	2
53	Buurserzand & Haaksbergerveen				
56	Arkemheen				
57	Veluwe	17432	6	6	110
58	Landgoederen Brummen	100	4	2	88
59	Teeselinkven	0	2	1	0.3
60	Stelkampsveld	11	5	1	11
61	Korenburgerveen	82	4	0	0
62	Willinks Weust	4	3	1	4
63	Bekendelle	11	1	2	11
64	Wooldse Veen	7	1	1	7
65	Binnenveld	14	2	1	14
66	Uiterwaarden Neder-Rijn	33	2	1	0
67	Gelderse Poort	205	3	1	50
68	Uiterwaarden Waal	71	2	0	0
69	Bruuk	52	3	1	51
70	Lingegebied & Diefdijk-Zuid	35	3	1	22
71	Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem	8	2	1	7
76	Veluwerandmeren	4	3	1	1
142	Sint Jansberg				
	totaal Natura 2000	18229			379
	EHS excl. Natura 2000	3218			585

2.2.2 Prioritering

Alle plekken bemonsteren voor de gebiedsmonitoring is ondoenlijk en ook niet nodig. Om te komen tot een haalbare meetstrategie voor de monitoring per gebied en beheertype moet er geprioriteerd worden.

Er zijn mogelijkheden om prioriteiten te leggen:

1. Op basis van verschillen in druk
2. Variatie in ruimte
3. Verschillen in abiotisch uitgangstoestand
4. Verloop van tijd

Druk Vanuit de bekende problematieken (verdroging, verzuring, overschrijding kritische drempelwaarden stikstof, zie Wamelink et al., 2009) is het mogelijk om een selectie te maken van gebieden met een hogere prioriteit voor gebiedsmonitoring. De TOP-lijstgebieden vallen mogelijk samen met de gebieden waarin verdroging ook problemen geeft met trofie (als gevolg van afbraak van organische stof).

Ruimte Natura 2000-gebieden hebben een andere relevantie dan de rest van de EHS. De provincie stelt verder belangen bij de TOP-lijstgebieden. Veronderstelt mag worden dat de beheertypen binnen de Natura 2000-gebieden belangrijker zijn dan dezelfde beheertypen in de rest van de EHS. De relevantie van de TOP-lijst ten opzichte van Natura 2000 wordt in samenwerking met de provincie vastgesteld. Als de rest van de EHS opgedeeld moet worden, dan missen we daar nu nog een indeling voor.

Variatie in abiotische uitgangstoestand Slechts bij een aantal beheertypen is een bodemmeetnet relevant (zie tabel 1) of is het mogelijk gebleken om criteria op te stellen. In sommige gebieden kan de variatie gering zijn waardoor met een geringe meetinspanning de toestand bepaald kan worden. In andere gebieden is de variatie groot. Voor sommige vegetaties zijn de gradiënten binnen een type juist van belang. Er kan overwogen worden om bij die typen meerdere plekken te bemonsteren.

Tijd Nadat in een eerste meetronde gerapporteerd is dat er geen problemen zijn in een bepaald gebied (beheertype en/of Natura 2000-gebied), dan heeft dit gebied in een tweede meetronde minder prioriteit (bijvoorbeeld minder meetpunten). Een gebied dat wel problemen heeft kan dan een hogere prioriteit krijgen (meer meetpunten). Voor de SNL-monitoring is een rapportageperiode van zes jaar voorgesteld. Een herhaalde bemonstering van de bodem voor het meten van de bodemzuurgraad en trofie hoeft niet vaker dan één's per twaalf jaar plaats te vinden omdat die factoren in de bestaande natuur niet snel veranderen (behalve bij veranderingen, bijvoorbeeld van grondwaterstand, denk aan TOP-gebieden).

In hoofdstuk 3 maken we een keuze in de methoden om te prioriteren.

2.2.3 Mogelijke bemonstering- en analysemethoden

Parameters

De pH kan in verschillende extracten bepaald worden (in water, 0,01 M CaCl_2 of 1M KCl). De pH-bepaling in water lijkt vanzelfsprekend het meest op de pH in het veld. De bepaling wordt vaak in een zout extract uitgevoerd omdat die bepaling sneller en stabiel is (Houba et al., 1997). Analytisch gezien heeft de meting met een 1 M KCl daarom de voorkeur. De criteria zijn gegeven als pH-waarden in water. Op basis van een sterke relatie tussen beide methoden kan op basis van de pH in 1 M KCl omgerekend worden naar de pH in water (OVAM, 2008). Voor een vergelijking van de meetwaarden met de criteria is dus een iets minder herhaalbare analysemethode nodig of een omrekening met een bepaalde onzekerheid.

Er zijn verschillende methoden om trofie kwantitatief in te schatten op basis van bodemanalyses. In het document 'Kwaliteitsklassen en monitoring' is dit niet ingevuld. In bijlage 1 is een voorstel gedaan om de trofie te kwantificeren met bodemanalyses. In tabel 3 staan de gekozen parameters: P-verzadigingsgraad, C/N, C/P. De parameters zijn gekozen op basis van onderzoekservaring, o.a. in een aantal gebieden die ook in het huidige meetnet zijn opgenomen (Verhoeven et al., 1993; Kemmers et al., 2011) en recent bodembologisch onderzoek (Mulder en Elser, 2009). Een indeling naar trofie is mogelijk op basis van deze meetmethoden en is opgenomen in het indelingsysteem Waternood+ (Verhoeven et al., 1993; Runhaar et al., 2009). Voedselarme bodems zijn bodems met $\text{C/N} > 35$, en $\text{C/P} > 750$. Matig voedselrijk is daarbij $20 < \text{C/N} < 35$ en $300 < \text{C/P} < 700$. Zeer voedselrijk is daarbij $\text{C/N} < 20$ en $\text{C/P} < 300$. Deze kwantitatieve indeling geeft nog geen invulling aan de kwalitatieve indeling suboptimaal of optimaal zoals tabel 1.

De parameters zijn te bepalen via een robuuste bemonstering- en analysemethode. Die is hetzelfde als de methoden die gebruik zijn in het Bodemmeetnet Gelderland van 1997 tot 2010 (Rietra en Voogd, 2011), Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit, en als zodanig beschreven in het Handboek voor provinciale en landelijke meetnetten voor bodem en grondwater (2008).

Tabel 3*Overzicht parameters.*

parameter	methode
Totaal koolstof (C_{tot})	Bepalen van gloeiverlies*
Zuurgraad (pH)	Bepalen van pH in extract van 1 M KCl, 0,01 M CaCl_2 , of water
Totaal fosfor en stikstof (P_{tot} , N_{tot})	Bepalen van P en N tot na zwavelzuur/seleen destructie (kolloid gemalen grond)*
Anorganische fosfor (P_{ox})	Bepalen van extraheerbaar P na extractie met ammoniumoxalaat/oxaalzuur

afgeleide parameters	toelichting
$P_{\text{org}} = P_{\text{tot}} - P_{\text{ox}}$	Hoeveel fosfor in organische stof
$C/N = C_{\text{tot}}/N_{\text{tot}}$	C/N quotiënt
$C/P = C_{\text{tot}}/P_{\text{org}}$	C/P quotiënt

*ook andere combinaties van methoden zijn mogelijk: C en N op een elementanalyser, en P_{tot} via Aqua Regia.

In-situ metingen, veldmetingen en/of metingen in laboratorium

Overwogen kan worden of *in-situ* metingen, veldanalysemethoden of laboratoriummethoden het meest geschikt zijn voor het bodemmeetnet. Een methode heeft de voorkeur als ze goedkoper, sneller en nauwkeuriger is. Analyses aan een bemonsterde grond in een laboratorium hebben het voordeel dat de metingen herhaalbaar zijn, en het bekende procedures zijn die ook al geaccrediteerd zijn. Een veldanalyse heeft de voorkeur als een monsterconservering niet goed mogelijk is of invloed heeft op de analyse. De analyses van C_{tot} , N_{tot} , P_{tot} en P_{ox} zijn niet mogelijk in het veld. Hierdoor is in alle gevallen een analyse in een laboratorium nodig. Een *in-situ* pH-analyse van de bodemzuurgraad is mogelijk via een robuuste electrode in natte of natgemaakte grond. Als de grond al nat is en de electrode in de grond gestoken kan worden voor analyse is tijdswinst mogelijk vergeleken met een pH meting aan bemonsterde grond (in veld of laboratorium). Onbekend is of *in-situ* pH-metingen goed te vergelijken zijn met laboratoriumanalyses. De pH-analyse kan ook in het veld plaats vinden met bemonsterde grond. De procedure is dan vergelijkbaar met de meting in een laboratorium. De kosten van een pH-meting aan een bemonsterde grond in het veld zijn echter hoger dan een analyse in een laboratorium omdat de voorbereiding in een laboratorium veel gemakkelijker is.

Mengmonsters

De vraag kan gesteld worden of elk grondmonster geanalyseerd moet worden of dat mengmonsters van diverse steken grond gemaakt moet worden. Voor de kosten heeft het de voorkeur om mengmonsters te analyseren. De mengmonsters kunnen genomen worden van percelen of plots. De te bemonsteren gebieden verschillen allemaal sterk van vorm en grootte. Een eenvoudig aanpak is daarom om plots met een constante vorm en grootte te loten in de te onderzoeken gebieden. Deze methode is eerder ook gebruikt in het bodemmeetnet Gelderland, Bodemmeetnet Noord-Holland en het onderzoek Achtergrondwaarden 2000 (Brus et al., 2009).

Meenemen visuele/vegetatie-kenmerken in het veld bij selectie van bemonsteringsplot

Voorafgaand aan de bemonstering moet gecontroleerd worden of een gekozen locatie wel natuur is zoals bedoeld is voor het onderzoek, of anders gezegd, of het behoort tot het doelgebied. Als de locaties geloot worden via een GIS-procedure kan het bijvoorbeeld voorkomen dat de locatie op een parkeerterrein ligt (in een natuurgebied), of op een pad. In zo'n geval behoort de locatie niet tot het te bemonsteren beheertype waarvan we de zuurgraad en trofie van de bodem willen vaststellen.

Naast de bemonstering kunnen op een locatie ook andere vragen beantwoord worden:

1. Er kan een vegetatieopname plaatsvinden. In combinatie met de chemische analyse kan de vegetatiekennis helpen bij het verbeteren van de kennis van de relatie tussen vegetaties en abiotiek.
2. Een kwalitatieve vegetatieopname van een locatie kan plaatsvinden om vast te stellen of de beheertypekaart op die locatie juist is. Een protocol is dan nodig om hiermee om te gaan omdat bedacht moet worden hoe de beheertypekaart tot stand is gekomen, wat het doel is, en wanneer het wel of niet kan worden aangepast.

Bovenstaande vergt specialistische kennis van de veldmedewerker.

2.2.4 Aansluiten bij LMF

Het aansluiten bij bestaande meetnetten kan een belangrijke kostenbesparing geven. Provincie Gelderland neemt deel in het LMF (Landelijk Meetnet Flora en Fauna). De opzet voor het LMF is beschreven in Van der Peil et al. (2000). Hieruit blijkt dat de LMF-plots geen kanssteekproef vormen, d.w.z. ze zijn niet geloot volgens een goed gedefinieerde steekproefopzet, waardoor het niet mogelijk is de insluitkansen te berekenen. Hierdoor is het onmogelijk om op basis van het LMF model-vrije en zuivere schattingen van de bodemkwaliteit te verkrijgen. We adviseren daarom om niet aan te sluiten bij het LMF. Relevant is daarbij om te vermelden dat de voortgang van het LMF onzeker is.

2.3 Inschatting van aantal bemonsteringslocaties

Een inschatting van het aantal noodzakelijk bemonsteringslocaties is niet mogelijk op basis van de huidige vraagstelling. Er zijn namelijk geen eisen gesteld aan de nauwkeurigheid van de gewenste kennis van zuurgraad en trofie in de verschillende beheertype en gebieden. Het aantal bemonsteringslocaties wordt daarom bepaald door het budget. Het budget bepaalt daarmee het aantal deelgebieden waarover een aparte uitspraak gedaan kan worden.

De kosten voor de analyses in tabel 3 bedragen ongeveer € 95 per grondmonster (inclusief kolloid malen) bij Wageningen UR (<http://www.cblb.wur.nl/NL/>)¹. Als we uitgaan van één bemonstering per 1,5 uur kost de bemonstering en de analyse € 250 euro per locatie (incl. reistijd). De reistijd is daarbij grof geschat en is afhankelijk van de opzet van het meetnet. Als alle meetpunten per gebied in één jaar bemonsterd kunnen worden, dan zijn de reiskosten beperkt. Bij het bemonsteren van bodem in natuurgebieden moet bedacht worden dat er veel tijd nodig is voor het lopen. Bij een budget van k€ 43 voor bemonstering en analyses kunnen naar verwachting ongeveer 167 locaties per jaar bezocht worden.

¹ Bij aannahme dat op elke locatie hetzelfde meetpakket gehanteerd wordt. Behalve voor beheertype 10.02 'vochtig hooiland' zijn er criteria voor zuurgraad en trofie gesteld (zie tabel 1).

3 Inrichting van het bodemmeetnet

3.1 Ontwerp

Gemonitord worden de verschillende natuurtypen in de provincie Gelderland. Doelgebied is het EHS-gebied in de provincie Gelderland. Uiteindelijk is een beschrijving nodig van het aantal gebieden, en het oppervlak over de kwaliteitsklassen goed, matig of slecht. Hiervoor zijn schattingen van de gemiddelden van de bodemkenmerken gewenst per beheertype, per Natura 2000 en per TOP-lijstgebied. Het is niet nodig om voor alle combinaties van beheertypen en gebieden apart een gemiddelde te schatten. Mogelijk wel apart voor de beheertypen binnen het Natura 2000-deelgebied.

De natuurgebieden in Gelderland zijn ingedeeld op basis van beheertype, Natura 2000-gebied en TOP-lijstgebied. Dit leidt tot 184 combinaties, ook wel strata genoemd. Binnen elk van deze strata zijn volledig aselekt één of meer locaties geloot waarop een monster wordt gestoken. Speciale aandacht is besteed aan de verdeling van het aantal punten over de strata. De volgende aanpak is hierbij gevolgd. We zijn uitgegaan van een cyclus van 6 jaar, dus een stratum wordt eenmaal per zes jaar bemonsterd. Elk jaar worden gemiddeld 167 monsters gestoken en geanalyseerd in het laboratorium. Dit leidt tot een totaal van $6 \times 167 \approx 1.000$ monsterlocaties. Deze 1.000 monsters zijn verdeeld over de beheertypen (zie tabel 4). Deze keuze is arbitrair en is gemaakt op basis van het belang dat gehecht wordt aan de natuurtypen. De provincie kan ervoor kiezen de aantallen te veranderen.

Tabel 4

Verdeling van de meetinspanning (aantal meetpunten) over de relevante beheertypen in provincie Gelderland (zie bovenstaande tekst).

		Oppervlak (m ²)	Aantal punten
N06.02	Trilveen	40967	5 ²
N06.03	Hoogveen	1092165	20
N07.01	Droge heide	152094053	310
N07.02	Zandverstuiving	20364198	40
N10.01	Nat schraalland	2860776	125
N10.02	Vochtig hooiland	8591291	200
N11.01	Droog schraalgrasland	3219183	100
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	8912249	200
			1000

Verder is bij de verdeling als voorwaarde gehanteerd dat het totaal aantal monsters binnen de Natura 2000-gebieden en TOP-lijstgebieden 80% is van het totaal aantal monsters; met andere woorden 960 van de 1.200 monsterlocaties moeten binnen de Natura 2000 en TOP-lijstgebieden liggen. Wanneer de punten van een

² 5 per 40.967 m²: bij een bemonsteringsoppervlak van 10 m x 10 m = 17 m² per meetpunt wordt 1% van het gebied bemonsterd. Bij de andere beheertypen is het lager of veel lager dan 1% van het gebied.

bepaald beheertype evenredig naar oppervlakte worden verdeeld over de strata binnen dat beheertype, dan leidt dit tot een veel lager percentage binnen Natura 2000 en TOP dan dit gewenste percentage. Wanneer de oppervlakten van de strata binnen Natura 2000 en TOP met een factor 2 worden vermenigvuldigd, dan wordt dit percentage van 80% gerealiseerd. Dit betekent dat de bemonsteringsdichtheid in een bepaald beheertype binnen een Natura 2000- of TOP-lijstgebied tweemaal zo hoog is als in dit beheertype buiten Natura 2000- of TOP-lijstgebied. De verdeling van het totale aantal meetpunten over de beheertypen en over binnen-versus-buiten Natura 2000- en TOP kan aangepast worden. Met een rekenprogramma kunnen dan eenvoudig de bovengenoemde vermenigvuldigingsfactor en de aantallen per stratum herberekend worden. De huidige keuze leidt tot de volgende verdeling van de punten over het beheertype binnen en buiten Natura 2000-gebieden/TOP-lijstgebieden:

Tabel 5

Verdeling van de meetinspanning (aantal meetpunten) over de beheertype binnen en buiten Natura 2000-gebieden en TOP-lijstgebieden.

	Oppervlakte buiten Natura 2000- en TOP- lijstgebieden (m ²)	Oppervlakte binnen Natura 2000 en TOP- lijstgebieden (m ²)	Buiten Natura 2000- en TOP- lijstgebieden	Binnen Natura 2000- en TOP-lijstgebieden
N06.02	25.781	15.186	3	2
N06.03	316.517	775.648	4	16
N07.01	2.762.250	149.331.803	4	306
N07.02	126.831	20.237.367	0	40
N10.01	1.164.511	1.696.265	43	82
N10.02	3.883.935	4.707.356	77	123
N11.01	412.421	2.8067.62	9	91
N14.01	3.285.576	5.6266.73	60	140
			200	800

De meetinspanning van 1.000 bemonsteringslocaties per zes jaar kan verdeeld worden in 167 per jaar. In de tweede periode van zes jaar (jaar 7 t/m 12) wordt een nader te bepalen gedeelte van de meetlocaties van de eerste periode herbezocht. Dit leidt tot een rotatiesteekproef of supplemented panel (De Gruijter et al., 2006). Een dergelijke steekproefopzet in ruimte en tijd leidt in het algemeen tot nauwkeurigere schattingen van de gemiddelde bodemkwaliteit dan wanneer geen of alle meetnetpunten worden herbezocht (Brus en De Gruijter, 2011). Ook leidt een dergelijke steekproefopzet tot een groter onderscheidend vermogen van een toets op veranderingen in de gemiddelde bodemkwaliteit (Brus en Noij, 2008).

Tabel 6

Aantal meetpunten per Natura 2000-gebied per rapportageperiode van zes jaar (0= buiten Natura 2000). De namen van de Natura 2000-gebieden, die horen bij de gegeven codes, staan in tabel 2. Een aantal strata binnen Natura 2000-gebieden zijn geclusterd (zie tekst).

Natura 2000-gebied	0	38	57	58	60	61	62	64	65	66	67	68	69	70	71	76	58	61	70
																	60	63	71
																	62		
																	67		
beheertype																			
N06.02 Trilveen	3								2										
N06.03 Hoogveen	4					15		1											
N07.01 Droge heide	5		305																
N07.02 Zandverstuiving			40																
N10.01 Nat schraalland	72		15	2	1	3	1		6				25	1					
N10.02 Vochtig hooiland	148	12	14	13	2		1				2			7	2				
N11.01 Droog schraalgrasland	19	1	77														2	2	
N14.01 Rivier- en beek begeleidend bos	85	21	9	13	3					4	46	9						7	3

*resultaat: totaal 1.201 locaties, waarvan 468 buiten Natura 2000-gebieden en 733 bemonsteringslocaties in Natura 2000-gebieden.

De bovenstaande gehanteerde uitgangspunten resulteren in een bepaald aantal lotingen in Natura 2000-gebieden (zie tabel 6) en in TOP-lijstgebieden (zie tabel 7). De verdeling over de verschillende Natura 2000-gebieden en TOP-lijstgebieden, binnen een bepaald beheertype, is gedaan op basis van het oppervlakte van een gebied. Het blijkt nodig om binnen bepaalde beheertypen de strata te aggregeren om te voorkomen dat kleine gebieden geen kans hebben op bemonsteringslocaties. Dit is vooral nodig bij de TOP-lijstgebieden (zie onderschrift bij tabel 7).

In tabel 6 is te zien dat het Natura 2000-gebied de Veluwe (nr. 57) veel bemonsteringslocaties krijgt bij beheertype 'droge heide' en 'droog schraalgrasland'. Andere opvallende cijfers zijn: vijftien bemonsteringslocaties bij 'hoogveen' in Natura 2000-gebied nr. 61 (Korenburgerveen), en 25 bemonsteringslocaties bij 'nat schraalland' in Natura 2000-gebied nr. 69 (De Bruuk). Het gebied buiten de Natura 2000, in tabel 6 aangeduid met 0, krijgt bij enkele beheertypen (10.01 'nat schraalland', 10.02 'vochtig hooiland') toch veel bemonsteringslocaties door het relatief grote oppervlak in TOP-lijstgebieden die niet in Natura 2000-gebieden liggen.

Tabel 7

Aantal meetpunten per TOP-lijstgebied per rapportage-periode van zes jaar (0= buiten TOP-lijst). De namen van de TOP-lijstgebieden, die horen bij de gegeven codes, staan in bijlage 4. Per beheertype zijn een aantal TOP-lijstgebieden geaggregeerd (zie onderschrift: de code bestaat uit een combinatie van de codes van de afzonderlijke TOP-lijstgebieden).

	TOP	0	3	8	10	13	17	20	21	28	39	41	51	52	53	57	63	88	90	93	98
beheertype																					
N06.02		3								2											
N06.03		19																			
N07.01		309																			
N07.02		40																			
N10.01		46			25	1				10	3			4		13	2		2		
N10.02		98				4	2	2	11		11	2		18	2	3	5	1	2	1	1
N11.01		84		10							2						3				
N14.01		132	13										7	5	7				3		
	99	100	101	114	501	502	503	a	b	c	d	e	f	g	85a	h	92c	i	i		
N06.02																					
N06.03		1																			
N07.01														1							
N07.02																					
N10.01			3	1	15														1		
N10.02	2					6	3	21					2		4						
N11.01											2										
N14.01			5		1				2	3		7				2	6		7		

*resultaat: totaal 1.201 locaties waarvan 475 bemonsteringslocaties in TOP-lijstgebieden

a	101_114_517	f	8_10
b	114_517	g	8_30_31_33_57_63_74_85ab_88_90_93_99_99b_101
c	13_20	h	88_89_92_93
d	51_85b_90_92b_98	i	98_99
e	57_63_74	j	98_99_99b_100

De keuze resulteert in 272 metingen per zes jaar voor 50 TOP-lijstgebieden, oftewel gemiddeld zo'n vijf bemonsteringslocaties per TOP-lijstgebied. Het is duidelijk dat er geen nauwkeurige uitspraak gedaan kan worden over de gemiddelde bodemkwaliteit per TOP-lijstgebied na zes jaar. Na twaalf jaar is een betere uitspraak mogelijk.

Bij een andere keuze van de meetinspanning (aantal meetpunten per beheertype, verdeling wel/niet Natura 2000- en TOP-lijstgebieden) kunnen met een rekenmodule eenvoudig de aantallen aangepast worden. Bij de huidige keuze is het aantal kleine strata (zie ook paragraaf 2.2.1) waarbij geen meetpunten voorkomen groot (strata die te klein zijn om één of meer meetpunten te krijgen). Hierdoor is van te voren duidelijk dat een aantal Natura 2000- en TOP-lijstgebieden (de beheertype waarvoor het bodemmeetnet relevant is) uitgesloten wordt. Om dit bij voorbaat te voorkomen zijn alle zeer kleine strata samengevoegd met andere strata. De keuze die daarbij worden gemaakt zijn enigszins arbitrair. Als het onzuiverheden van de kaart zijn (zie ook paragraaf 2.2.1) is de kaart veranderd. De keuzes zijn vastgelegd in een bestand (Excel bestand 'aanpassing van strata'). Hierdoor is het aantal strata verkleind van 184 tot 81.

Verdeling van meetpunten in de ruimte

Het aantal gewenste meetpunten bij een aantal strata is groot. Bijvoorbeeld bij beheertype 'droge heide' in Natura 2000-gebied nr. 57 (Veluwe). Om er zeker van te zijn dat bij loting de locatie goed ruimtelijk verdeeld wordt, is het relevant om een ruimtelijke verdeling op te leggen. Dat kan door in dit voorbeeld de Veluwe op te delen in verschillende gebieden. Dat kunnen willekeurige zeshoekige polygonen zijn die ruimtelijk goed te verdelen zijn, maar dat kunnen ook gebieden zijn met een bepaalde betekenis (noordelijk deel, zuidelijk deel etc.). Dit kan in overleg met provincie Gelderland nog gekozen worden.

Verdeling van meetinspanning over de tijd

De bemonstering is dusdanig gepland dat in periode 1 (jaar 1 t/m jaar 6) dezelfde strata bemonsterd worden als in periode 2 (jaar 7 t/m 12). Het bemonsteringsritme moet in beide perioden hetzelfde zijn zodat hetzelfde stratum steeds na zes jaar weer opnieuw bemonsterd wordt. Dan kan de verandering na zes jaar berekend worden. Het aantal locaties kan in periode 2 aangepast worden, bijvoorbeeld door de aantallen in tabel 4 te veranderen. Dit is logisch als blijkt dat de toestand in het bepaalde beheertype 'goed' en de toestand van andere beheertype 'slecht'. Het is dan aan te bevelen om het oppervlak 'slecht zo goed mogelijk te kwantificeren door hieraan meer bemonsteringslocaties toe te kennen.

De verdeling van de 1.000 meetpunten per periode over de zes jaren moet nog nader ingevuld worden. Deze verdeling moet leiden tot ongeveer gelijke kosten per jaar. Ook moet bij deze verdeling goed gelet worden op de gevolgen voor de statistische verwerking. Alle meetpunten van een bepaalde rapportage eenheid moeten bij voorkeur in hetzelfde jaar bemonsterd worden. Geadviseerd wordt om dit te bespreken met de betrokkenen. Belangrijke om te overwegen is of de provincie het meest hecht aan uitspraken per beheertype of per gebied (Natura 2000-gebied/TOP-lijstgebied). Als de provincie relatief meer geïnteresseerd is in nauwkeurigheid per beheertype, dan heeft het de voorkeur om in elk jaar een ander beheertype te bemonsteren. Als de provincie steeds per regio de werkzaamheden wil afronden, dan worden per jaar meerdere beheertypen en Natura 2000-gebieden/TOP-lijstgebieden bemonsterd. Dat geeft ook de minste reiskosten, maar zorgt wel voor een minder nauwkeurige uitspraak per beheertype in de provincie omdat de factortijd meespeelt.

Lotingen

De bemonsteringslocaties zijn geloot via een procedure in GIS. In elk stratum wordt het gewenste aantal locaties geloot. Daarnaast zijn in elk stratum een aantal reservelocaties geloot. De gelote punten, inclusief de reservepunten, zijn in volgorde van loting opgenomen in de lijst. Dit is van belang voor het vervangen van gelote punten door reserve-locaties als er een punt afvalt. Voor een omschrijving van geldige redenen voor het afvallen van punten en hoe deze punten worden vervangen door reservepunten wordt een veldprotocol gemaakt. Ook is het van groot belang de veldmedewerkers hierover mondeling uitleg en instructies te geven. Een gelote XY-coördinaat is het centrum van een vierkant plot van 10 m x 10 m. In paragraaf 3.2 staan de redenen waarom een locatie alsnog afgekeurd kan worden bij bezoek in het veld. Deze controle kan deels ook vooraf via bestudering van de kaart gebeuren. De lotingen worden geleverd in een apart bestand (excel bestand 'gelote coördinaten meetnet 2012'). Op basis hiervan, en op basis van de planning in de tijd, kan een veld- en bemonsteringsinstructie met bijbehorende kaarten gemaakt worden.

Voordat daadwerkelijk tot implementatie van het meetnet wordt overgegaan, moeten de plots nog een keer opnieuw worden geloot om er voor te zorgen dat er geen overlap is met de grenzen, of overlap tussen locaties. Dit is mogelijk door het onderzoeksgebied te discretiseren in opnameblokken. Om in aanmerking te komen voor opname kan er worden gekozen voor een minimale oppervlakte van een opnameplot op de grens van een stratum.

3.2 Bemonstering- en analysemethoden

Controle locatie in het veld

Toestemming wordt gevraagd aan de eigenaar. Er wordt gecontroleerd of de gelote locatie wel tot het doelgebied behoort. Niet tot het doelgebied behoren wegen etc. (zie bijlage 4). De gehele bemonsteringseenheid (vierkant 10m x 10m) moet binnen het doelgebied vallen anders vervalt de locatie. Genoteerd wordt waarom een locatie vervalt. In dit geval is het eerstvolgende gelote reservepunt uit hetzelfde stratum toegevoegd aan de lijst met te bemonsteren locaties.

Bemonsteringsmethode

De bemonsteringsdiepte is van 0 tot 10 cm min maaiveld (cm – mv) (zie ook Handboek). De bemonsteringseenheid heeft een constant oppervlakte en constante vorm, namelijk een vierkant van 10 m x 10 m. Elke locatie is bemonsterd volgens een vierkantsgrid van 3 x 3 punten met een gridpuntsafstand van vijf5 m, en een vaste NZ-OW oriëntatie). Het middelpunt van het vierkant is de locatie van de gelote XY-coördinaten. Op de negen punten van het grid worden grondmonsters genomen met een edelmanboor. Het mengsel van de negen grondmonsters vormt één grondmonster voor het laboratorium. Om te komen tot een herhaalde bemonstering op dezelfde locatie in periode 1 en 2 is het gebruik van een metaalraketje nodig.

Analysemethoden

In paragraaf 2.2.3 is op basis van de analyse in bijlage 1 aangegeven dat de volgende parameters relevant zijn voor het meetnet: pH_{KCl} , de C/N quotiënt en de C/P quotiënt. Die laatste twee parameters zijn afgeleide parameters. Hiervoor is een chemische analyse nodig van organische C, N en P. De organische P wordt berekend als het verschil tussen totaal P en anorganische P, waarbij de hoeveelheid anorganisch P gemeten wordt met een oxaalzuurextract. De pH meting in 1 M KCl extract heeft een lichte voorkeur boven pH gemeten in water omdat die herhaalbaarder is.

Tabel 8

Overzicht analysemethoden voor grond.*

Verrichting/methode	Apparaat	parameters	afgeleide parameters
Bepalen van gloeiverlies	Gravimetrie	organische stof	C_{tot} $P_{org} = P_{tot} - P_{ox}$ $C/N = C_{tot}/N_{tot}$ $C/P = C_{tot}/P_{org}$
Bepalen van pH in 1 M KCl extract	potentiometrie	pH	
Bepalen van P en N tot na zwavelzuur/seleen destructie (kolloïd gemalen grond)	SFA	P_{tot} , N_{tot}	
Bepalen van extraheerbaar P na extractie met ammoniumoxalaat/oxaalzuur	ICP-AES	P_{ox}	

*ook een andere combinatie van methoden zijn mogelijk: C en N op een elementanalyser, en P_{tot} via Aqua Regia.

3.3 Criteria

Voor de zuurgraad zijn criteria gegeven in de werkgroep SNL monitoring en kwaliteit. Voor trofie zijn alleen kwantitatief criteria gegeven (zie tabel 1). Op basis van beschikbare gegevens kan wel een verwachting gegeven worden (zie onderstaande tabel). Het aantal metingen is echter in veel gevallen nog gering. Op basis hiervan zijn eerder kwalitatieve grenzen aangeven voor trofie (Verhoeven et al., 2003).

Voedselarm: $C/N > 35$, en $C/P > 750$.
Matig voedselrijk: $20 < C/N < 35$ en $300 < C/P < 700$.
Zeer voedselrijk: $C/N < 20$ en $C/P < 300$

De verwachting is dat de werkgroep kwaliteitsklassen van de SNL in de toekomst met een kwantitatieve invulling van de criteria voor trofie. Onderscheid moet dan gemaakt worden in zeer- en, matig voedselarm, en licht-, matig- en zeer voedselrijk.

Tabel 9.

Ranges voor omstandigheden van trofiegraad van de te monitoren beheertypen (op basis van archief BCN, Kemmers).

	C/N mol/mol	C/P mol/mol	P _{ox} mmol P kg ⁻¹
N06.02	28 < C/N < 36	1130 < C/P < 1200	0 < P _{ox} < 25
N06.03	48 < C/N < 76	1400 < C/P < 2025	2.2 < P _{ox} < 5
N07.01	26 < C/N < 34	700 < C/P < 1080	*
N07.02	15 < C/N < 23	325 < C/P < 725	0.5 < P _{ox} < 2
N10.01	15 < C/N < 29	200 < C/P < 635	0.5 < P _{ox} < 7
N10.02	13 < C/N < 33	370 < C/P < 850	7 < P _{ox} < 25
N11.01	21 < C/N < 23	380 < C/P < 600	0.5 < P _{ox} < 1.5
N14.01	12 < C/N < 18	145 < C/P < 520	0 < P _{ox} < 23

3.4 Uitwerking gegevens

De statistische opzet van het meetnet waarbij locaties zijn geloot volgens een gestratificeerde aselechte steekproef maakt het mogelijk om zuivere en modelvrije schattingen van de bodemkwaliteit, arealen van een bepaald vegetatietype enz. per deelgebied (rapportage-eenheid) te verkrijgen, inclusief nauwkeurigheid en/of betrouwbaarheid (Brus en De Gruijter, 1997). Ook kan per rapportage-eenheid de oppervlaktefractie worden geschat dat voldoet aan de criteria. Het kan gaan over het aantal van een beheertype per provincie, per Natura 2000-gebied of per TOP-lijstgebied. Daarnaast kunnen gebieden vergeleken worden en de verschillen gekwantificeerd worden. Na twaalf jaar kunnen ook veranderingen in deze statistische parameters geschat worden en kan statistisch getoetst worden of de veranderingen significant zijn. Het is van groot belang bij de statistische verwerking rekening te houden met de steekproefopzet. In een ontwerpgebaseerde aanpak van monitoring zijn de steekproefopzet en statistische verwerking aan elkaar gekoppeld (De Gruijter et al., 2006).

4 **Discussie**

Bij de opzet van een nieuw bodemmeetnet moeten keuzes gemaakt worden over de te meten parameters, de bemonsterings- en de analysemethoden, en de te bemonsteren eenheden. In de huidige rapportage worden hiervoor keuzes toegelicht in hoofdstuk 2 en er is een voorstel gemaakt in hoofdstuk 3. Het ontwerp van het nieuwe meetnet is nog niet helemaal compleet. Er ontbreekt nog een verdeling van de bemonsteringslocaties in periode 1 (jaar 1 t/m 6), een planning voor periode 2, en een veldwerkprotocol. De meetinspanning in periode 1 kan verdeeld worden over de zes verschillende jaren. Bij een verdeling over de jaren kan per jaar een beheertype worden bemonsterd verspreid over de provincie, of per jaar een gebied of regio met verschillende beheertypen.

De opzet bevat een voorstel voor het kwantificeren van de trofie via bodemanalyses. Dit is een aspect dat nog niet landelijk is afgesproken. Er is geen sterke voorkeur voor een pH in een 1 M KCl extract of water. Beide methoden zijn goed. De methode met KCl is analytisch beter maar heeft een omrekening nodig naar pH- water. De analysemethoden voor trofie zijn gekozen op basis van ervaring. Het ontbreekt aan wetenschappelijk onderzoek waarin de verschillende methoden zijn vergeleken.

De selectie van de gebieden wordt bemoeilijkt omdat de beheertypekaart, Natura 2000 en TOP-lijstkaart niet helemaal goed op elkaar aansluiten. Hiervoor zijn verschillende kleine strata geclusterd. Daarnaast zijn er strata met veel bemonsteringslocaties. Het is mogelijk om de loting binnen deze grote strata nog te verbeteren door een ruimtelijke verdeling op te leggen. Een verdeling van de bemonsteringen in de tijd is nog niet gemaakt.

Literatuur

Brus, D.J. en J.J. de Gruijter, 1997. Random sampling or geostatistical modelling. Choosing between design-based and model-based sampling strategies for soil. With discussion. *Geoderma* 80 (1/2): 1-59.

Brus, D.J. en I.G.A.M. Noij, 2008. Designing sampling schemes for effect monitoring of nutrient leaching from agricultural soils. *European Journal of Soil Science* 59: 292-303.

Brus, D.J., F.P.J. Lamé en R.H. Nieuwenhuis, 2009. National baseline survey of soil quality in the Netherlands. *Environmental Pollution* 157, 7, 2043–2052.

Brus, D.J. en J.J. de Gruijter, 2011. Design-based Generalized Least Squares estimation of status and trend of soil properties from monitoring data. *Geoderma* 164, 172-180

De Gruijter, J.J., D.J. Brus, M.F.P. Bierkens en M. Kotters, 2006. Sampling for natural resource monitoring. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

Hoekstra, J., 2011. Evaluatie Gelders Meetnet Bodemkwaliteit. Interne notitie van provincie Gelderland, november 2011, Arnhem.

Houba, V.J.G., J.J.G van der Lee en I. Novozamsky, 1997. Soil and plant analysis. Part1. Soil analysis procedures. Lecture notes, Wageningen University.

Platform meetnetbeheerders bodem- grondwaterkwaliteit, 2008. Handboek voor de provinciale en landelijke meetnetten bodem- en grondwaterkwaliteit. www.ipo.nl

Klimkowska, A., M.H.C. van Adrichem, J.A.M. Jansen en G.W.W. Wamelink, 2011. Bruikbaarheid van SNL-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden; Eerste fase. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 242.

Mulder, C. en J. J. Elser, 2009. Soil acidity, ecological stoichiometry and allometric scaling in grassland food webs. *Global Change Biology*, 2730-2738.

Peijl, M.J. van der, N.J.M. Gremmen, O.F.R. van Tongeren en M. de Heer, 2000. Ontwerp Landelijk Meetnet Flora - Milieu & Natuurkwaliteit (LMF - M&N). RIVM rapport 718101-001, Bilthoven.

Onderhandelingsakkoord decentralisatie natuur, 20 september 2011.
<http://www.gelderland.nl/eCache/DEF/19/356.html>

OVAM, 2008. Sustainable use of metal contaminated agricultural soils: Cultivation of energy crops as an alternative for classical agriculture. OVAM rapport D/2008/5024/111, Mechelen (<http://www.ovam.be>)

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

Wamelink, G.W.W., 2011. Toekomst van het Landelijk Meetnet Flora (LMF). Belang voor wettelijke rapportages over biodiversiteit. Alterra-rapport 2237, Wageningen.

Werkgroep SNL beheertypen, 2011. Kwaliteitsklassen en monitoring van de beheertypen. Versie mei 2011.

Provincie Gelderland, 2011. SNL Pilot Provincie Gelderland, in het gebied Zuidelijke IJsselvallei, versie 30 september 2011, Arnhem.

Kemmers, R.H., S.P.J. van Delft, M.C. van Riel, P.W.F.M. Hommel, A.J.M. Jansen, B. Klaver, R. Loeb, J. Runhaar en H. Smeenge, 2011. De landschapsleutel, een leidraad voor een landschapsanalyse. Alterra rapport 2140, Wageningen.

Rietra, R.P.J.J en J.C. Voogd, 2011. Ontwikkeling van de bodemkwaliteit in Gelderland. Trends van de bodemkwaliteit in Gelderland (1997-2010). Alterra rapport 1223, Wageningen.

Runhaar, J., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte, S.M. Hennekens, 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR - Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Verhoeven, J.T.A., R.M. Kemmers en W. Koerselman, 1993. Nutrients enrichment of freshwater wetlands. In: Vos, CC., P. Opdam. Landscape Ecology of a stressed environment. Chaphall & Hall, London.

Bijlage 1 Ecologische systeemanalyse

De vraag is wat, waarin en hoe te meten. De keuzes worden gemaakt via onderstaande systeemanalyse. Het onderdeel over fosfaat is nu sterk gerelateerd aan nieuwe natuur. Fosfaat speelt echter ook een belangrijke rol bij herstel van verdroogde gebieden: de TOP-lijstgebieden.

Voedingstoestand

In natuurgebieden komen zowel P- als N-beperkte vegetatietypen voor. Dit is vooral relevant onder laag productieve omstandigheden. Bij N-beperkte omstandigheden is het belangrijk de N-beschikbaarheid laag te houden en daarop te monitoren. Bij P-beperkte omstandigheden zijn lage P-beschikbaarheden juist relevant. Op voorhand is niet aan te geven onder welke condities van bodemtype, hydrologie etc. N- dan wel P-beperking zal optreden. Wel is in zijn algemeenheid iets te zeggen over verschillen in nutriëntenkringlopen onder uiteenlopende bodemomstandigheden. Het blijkt dat vooral de zuurgraad sterk bepalend is voor de aard van de nutriëntenkringloop.

Weliswaar is over stikstof het meest bekend, maar fosfaat staat sterk in de belangstelling, zeker waar het gaat om nieuwe natuur. Naar verwachting is deze voedingsstof in veel bodems door landbouwkundig gebruik sterk verhoogd. Fosfaat heeft een conservatief gedrag in die zin dat deze stof in de bodem sterk wordt gebonden of gefixeerd. Eenmaal aanwezig verdwijnt fosfaat nog maar langzaam. Stikstof is veel minder conservatief en verdwijnt vrij gemakkelijk weer uit de bodem door denitrificatie, uitspoeling of gewasopname. Bij de inrichting en het beheer van voormalige landbouwgronden voor natuurontwikkeling wordt daarom over het algemeen gestuurd op fosfaat met als filosofie dat als de fosfaattoestand op orde wordt gebracht via een inrichtingsmaatregel ook de stikstoftoestand wel goed zal zijn. Fosfaat kan dus als een soort indicator van de voedingstoestand van 'nieuwe natuur' worden gebruikt.

Bij het aangeven van de voedingstoestand hebben we ervan afgezien deze te typeren op het operationele niveau van beschikbaarheden. Beschikbaarheden zijn intensiteitsparameters die een gehalte of een concentratie van een voedingsstof op het meetmoment aangeven. Deze intensiteitsparameters zijn afhankelijk van condities als vocht, zuurgraad en temperatuur die sterk kunnen fluctueren. Een momentane meetwaarde van een voedingsstof is daarom weinig informatief. Wij hebben daarom gekozen voor capaciteitsparameters die gebaseerd zijn op voorraden in de bodem en daarom stabiel van karakter zijn.

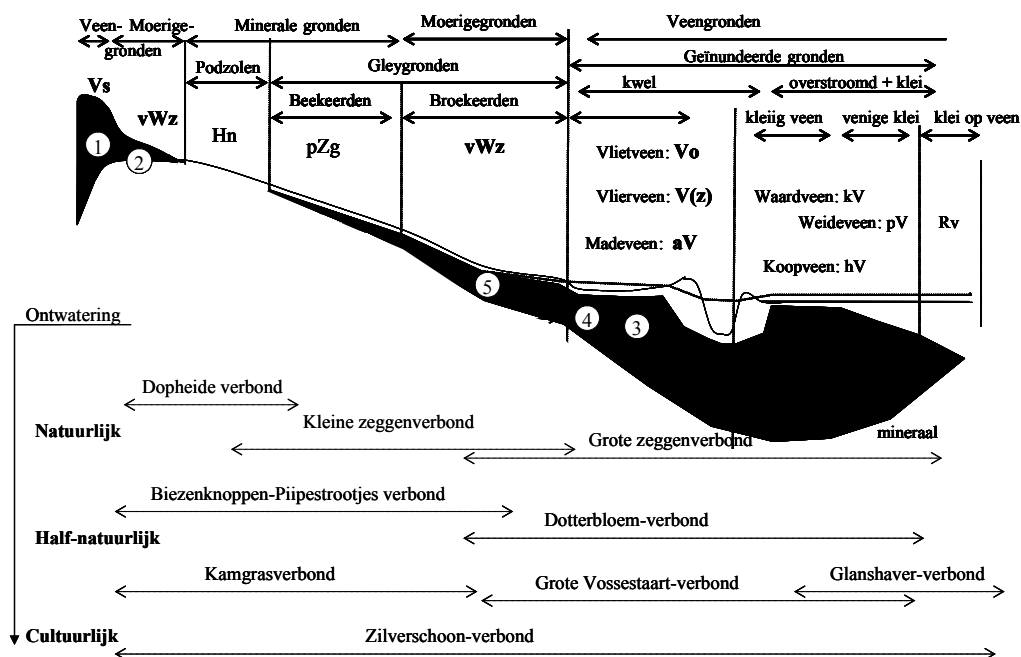
Stikstof

C/N verhouding

Vers strooisel heeft doorgaans een hoge C/N verhouding, omdat de planten geneigd zijn voedingsstoffen terug te trekken in overwinteringsorganen (knoppen, spruiten, wortels) voor het afsterven. Dit strooisel wordt door bacteriën en schimmels afgebroken en omgezet in energie, CO₂ en mineralen. De bij microbiële afbraak vrijkomende minerale stikstof (bruto N-mineralisatie) wordt deels weer opgenomen door micro-organismen voor synthese van lichaamseiwitten. Deze lichaamseiwitten worden via vraat weer doorgegeven naar hogere trofische niveaus in het bodemvoedselweb. Deze stikstofvastlegging door bodemorganismen wordt N-immobilisatie genoemd. Van moeilijk afbreekbare delen blijven residuen, deels in de vorm van uitwerpselen, als stabiele humus achter in de bodem. Het bodemleven vormt dus een belangrijk retentiemechanisme voor stikstof, waardoor de C/N-verhouding van de organische stof tijdens dit humificatieproces steeds lager wordt (Kemmers et al., 2011). Hoe ver dit proces doorgaat is afhankelijk van de activiteit van het bodemleven, waarvoor de zuurgraad, vochttoestand en temperatuur bepalend zijn.

Naarmate de C/N-verhouding lager is wordt de organisch stof sterker 'uitgekouwd' en stabiel van karakter. Het gedeelte van de minerale stikstof dat niet in het bodemvoedselweb wordt vastgelegd, komt beschikbaar voor de vegetatie. Dit wordt de netto N-mineralisatie genoemd. De netto N-mineralisatie is dus het verschil tussen bruto N-mineralisatie en N-immobilisatie. Het is deze minerale stikstof die voor biomassaproductie van de vegetatie beschikbaar is.

Een lage C/N-verhouding duidt dus op stabiele humus door een actief bodemleven met een sterke bruto N-mineralisatie en N-immobilisatie, maar een lage netto N-mineralisatie ($\text{g N-min. g N}_{\text{tot}}^{-1}$). Een hoge C/N-verhouding duidt op een weinig actief bodemleven met een geringe N-immobilisatie, maar een relatief hoge netto N-mineralisatie. Het is afhankelijk van de totale voorraad stikstof in de bodem hoeveel stikstof via netto mineralisatie beschikbaar komt voor de vegetatie.



Figuur 1.

Landschappelijke doorsnede van het pleistocene landschap met kenmerkende posities van veel voorkomende bodemtypen en de daarvan afhankelijke verspreiding van vegetatietypen in natuurlijke, half-natuurlijke en culturele omstandigheden.

Landschappelijke differentiatie

Onder natte en/of zure omstandigheden wordt de bodemactiviteit geremd waardoor organische stof met een hoge C/N verhouding accumuleert op de minerale bodem. Dit slecht afgebroken organische materiaal accumuleert op de minerale ondergrond, waardoor een duidelijke gelaagdheid in het (humus)profiel ontstaat. Dergelijke 'mor'-profielen zijn kenmerkend voor zure of natte gronden met een trage nutriëntenkringloop en een lage bruto N-mineralisatie. Grofweg gesproken zal dit het geval zijn op de hogere arme zandgronden, gekenmerkt door podzolbodems of (hoog)veengronden (figuur 1).

Onder vochtige en/of zuurgraadneutrale omstandigheden is sprake van een actief bodemleven waardoor een intensieve omzetting van organische stof tot stabiele humus met een lage C/N verhouding plaats vindt. Door het actieve bodemleven wordt deze stabiele humus gehomogeniseerd met de minerale ondergrond. Dergelijke 'mull'-profielen zijn kenmerkend voor zuurgraad neutrale en niet te droge gronden met een snelle nutriëntenkringloop en een hoge bruto N-mineralisatie en een sterke N-immobilisatie waardoor de netto N-mineralisatie gering is. Grofweg gesproken is dit het geval in de lagere delen van het landschap waar bodemverzuring geremd is door aanvoer van calciumhoudend grondwater. Doorgaans zijn dit de beekdalen,

gekenmerkt door beekeerd-, broekeerd- en laagveengronden. Daarnaast komt dit voor op gronden die door hun substraateigenschappen minder gevoelig zijn voor verzuring door een hoge zuurbuffercapaciteit. Het gaat dan om keileemgronden, oude kleien of rivierkleien.

Het bodemprofiel (incl. humusprofiel) is dus een landhoedanigheid die niet alleen indicatief is voor de zuur- en vochthuishouding, maar ook voor de stikstofhuishouding. De voedingstoestand voor stikstof kan dus bij benadering worden afgeleid uit de vochttoestand en de zuurgraad.

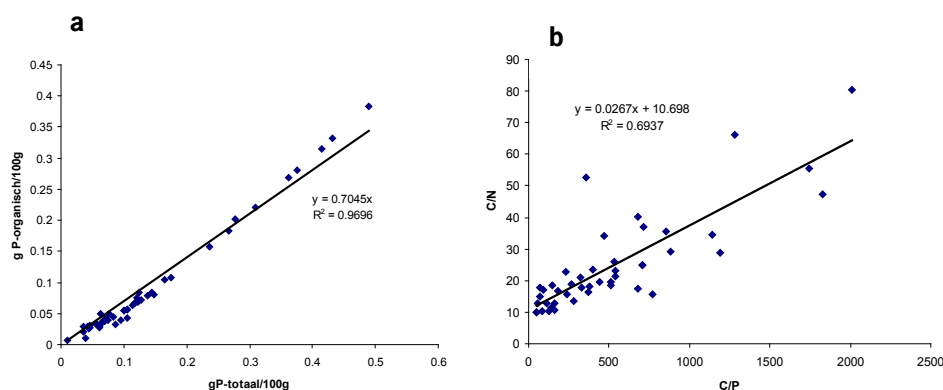
Door atmosferische stikstofdepositie is de afgelopen halve eeuw veel stikstof in de bodem geaccumuleerd via vastlegging door bodemorganismen. Het vermoeden bestaat dat de vegetatie op zuurgraad neutrale bodems met een lage C/N verhouding minder gevoelig is voor N-depositie dan die op zure bodems met een hoge C/N-verhouding. Het rijke bodemleven in de gronden met een lage C/N zorgt, door een sterk competitief vermogen, ervoor dat de stikstof vooral wordt geïmmobiliseerd. In gronden met een hoge C/N-verhouding en een weinig actief bodemleven wordt de minerale stikstof door depositie vooral geïmmobiliseerd door het bodemleven, of ten goede komen aan de vegetatie of uitspoelen. Hierdoor vervlakt de natuurlijke landschappelijke gradiënt van de C/N verhouding. De C/N verhouding is dus geen betrouwbare indicator voor de oorspronkelijke voedingstoestand van de bodem.

Fosfaat

Net zoals bij stikstof vormt strooisel een belangrijke bron van fosfor. In principe is fosfor aan dezelfde mobilisatie- en immobilisatie-processen door het bodemleven onderworpen en ontwikkelt de C/P verhouding in de bodem zich volgens dezelfde processen als bij stikstof. De C/P-verhouding vertoont daardoor meestal een goede correlatie met de C/N-verhouding (figuur 2). Een belangrijk aspect van de C/P-verhouding is dat hij niet wordt beïnvloed door atmosferische N-depositie. De C/P-verhouding is daarom een goede 'schaduw'parameter om de voedingstoestand van de bodem vast te kunnen stellen. Een ander verschil met stikstof is dat fosfor kan worden vastgehouden door anorganische componenten zoals Fe, Al en Ca. Fosfor kan dus zowel organisch als anorganisch zijn gebonden. IJzergebonden fosfaat kan onder natte (reducerende) omstandigheden worden gemobiliseerd door oplossen van ijzeroxiden door reductie. Bij benadering komt 30% van de fosfor in natuurgebieden voor in anorganisch gebonden vorm (figuur 2). Het organische fosfor kan het beste worden getypeerd via de C/P-verhouding. Om het 'beschikbare' anorganische fosfaat te meten zijn veel analyse methoden beschikbaar.

C/P-verhouding

Om de C/P-verhouding te bepalen moet het P-gehalte van de organische stof (P-organisch) worden bepaald. Ten onrechte wordt vaak een P-totaal analyse gebruikt om de C/P-verhouding te berekenen. Het P-organisch gehalte wordt meestal niet direct gemeten maar afgeleid uit het verschil tussen een P-totaal analyse (met oxidatie) en een P-totaal analyse zonder oxidatie.



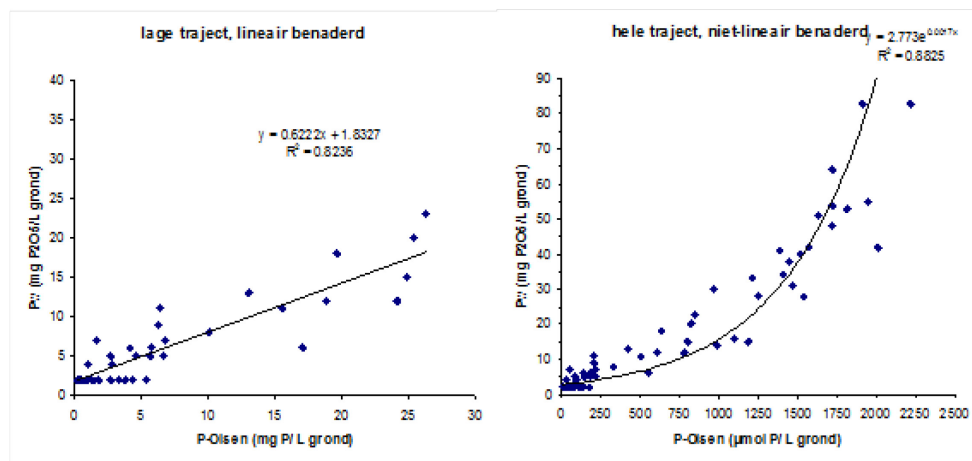
Figuur 2

a) Ongeveer 70% van de totale hoeveelheid fosfor in de bodem van natuurgebieden komt in organisch gebonden vorm voor. b) De C/N- en C/P-verhouding zijn redelijk gecorreleerd.

Anorganisch fosfaat

Er zijn een groot aantal fosfaatbepalingsmethoden in omloop om de anorganisch gebonden fosfaatfractie te bepalen. De meeste methoden leiden tot resultaten die positief met elkaar zijn gecorreleerd. Als met de ene methode een hoog P-gehalte wordt gevonden, dan wordt dat ook bij andere methoden gevonden. De relaties zijn echter niet altijd lineair. Figuur 3 laat het verband zien tussen P-Olsen en met water geëxtraheerd P (P-water: Pw).

De meest gangbare methoden om in natuuronderzoek de fosfaattoestand te beschrijven zijn P-Olsen en de fosfaatverzadingsgraad in combinatie met het waterextraheerbaar fosfaatgehalte: P-water. De abiotische randvoorwaarden voor de vegetatie (landbenodigdheden) worden vaak gebaseerd op een databestand met P-Olsen analyses uit het archief van B-ware en SBB (o.a. Hommel et al., 2006). Bij de P-Olsen analyse wordt vooral geredeneerd vanuit potentiële beschikbaarheid voor de plant. Voor de karakterisering van bodemeigenschappen (landhoedanigheden) kan beter gebruik worden gemaakt van de PSI-methode. Bij de PSI-methode vormt het chemisch gedrag van P in de bodem het vertrekpunt. Deze methode vraagt enige toelichting.



Figuur 3

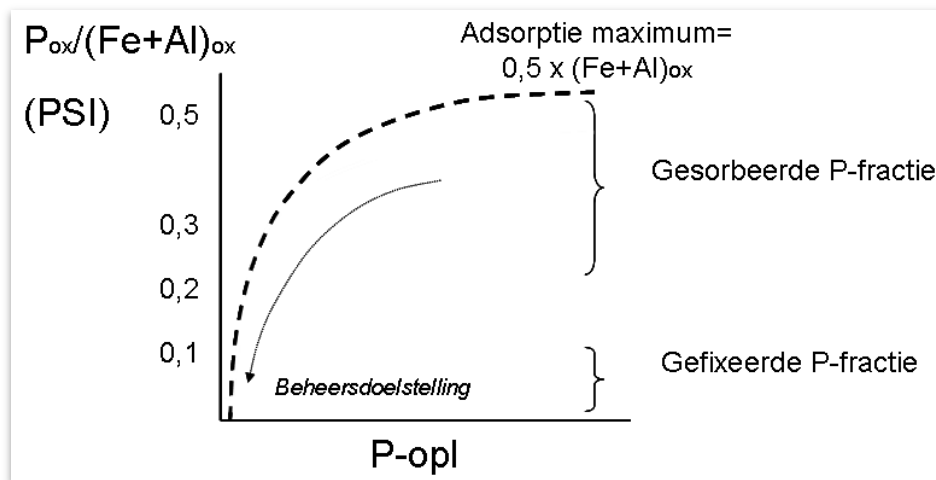
Verskillende methoden van fosfaatextractie leiden tot resultaten die positief maar vaak niet lineair zijn gecorreleerd.

Fosfaatverzadingsgraad

De fosfaatverzadigingsgraad wordt vastgesteld door naast fosfaat ook het met oxalaat extraheerbaar Fe- en Al-gehalte te bepalen in een grondmonster. De ratio $P/(Al+Fe)$ wordt de fosfaatverzadingsgraad genoemd en is een goede voorspeller van de fosfaatbeschikbaarheid in de bodemvochttoplossing (Pw). Deze methode is vooral aantrekkelijk op voormalige landbouwgronden waar door menselijke handelen extra P in het systeem is gebracht.

Bij een lage fosfaatverzadingsgraad is het fosfaat sterk gefixeerd en wordt de fosfaatconcentratie in het bodemvocht op een laag niveau gebufferd (figuur 4). Bij een fosfaatverzadingsgraad $< 5\%$ is fosfaat zo sterk geadsorbeerd aan Fe- en Al-oxiden dat nauwelijks fosfaat in de bodemvochttoplossing beschikbaar is voor de vegetatie, zodat gangbaar hooibeheer toereikend is. Bij $5\% < \text{fosfaatverzadingsgraad} < 15\%$ is er redelijk wat fosfaat beschikbaar en is een aantal jaren uitmijnen nodig om tot schrale omstandigheden te komen. Bij fosfaatverzadingsgraad $> 15\%$ is zoveel fosfaat beschikbaar dat overwogen kan worden om af te graven.

In gronden die altijd een natuurbestemming hebben gekend is de fosfaatverzadigingsgraad vrijwel altijd lager dan 5% en is deze methode minder differentiërend. Daar kan beter worden teruggevallen op het P- en Fe-oxalaat gehalte van de bodem.



Figuur 4

Sorptie-isotherm voor de beschrijving van het adsorptiegedrag van fosfaat in aanwezigheid van ijzer- en aluminiumoxiden.

In de praktijk blijken gronden waar de zuurgraad goed is gebufferd door aanvoer van calciumhoudend kwelwater ook hoge gehalten Fe-oxiden te bezitten dat via datzelfde kwelwater werd aangevoerd. Doorgaans zijn dit de beekdalen, gekenmerkt door beekkeerd-, broekeerd- en laagveengronden. Gronden met kleibodems (keileemgronden, oude kleien of rivierkleien) bevatten meestal veel aluminiumoxiden. In zowel Fe-rijke als Al-rijke gronden is door de grote fosfaatbindingscapaciteit de fosfaatbeschikbaarheid op een laag niveau gebufferd. Problemen met fosfaat in relatie tot natuur(ontwikkeling) zijn hier niet snel te verwachten. Daarentegen zijn vrijwel alle hogere zandgronden met een infiltratiekarakter (podzolen, gooreerden, stuifzanden) oppervlakkig ontijzerd waardoor ze een geringe fosfaatbindingscapaciteit bezitten. Hier zijn wel problemen met fosfaat te verwachten.

Criteria

In de sorptie-isotherm is op basis van de bindingssterkte en het sorptiemaximum een aantal trajecten te onderscheiden. Door uit te gaan van de verschillende trajecten kunnen verschillende drempelwaarden van de fosfaatverzadigingsindex (PSI) worden onderscheiden, waarbij verschillende beheerstrategieën mogelijk zijn voor natuurontwikkeling. In tabel 1 is aangegeven dat ontgronden is te overwegen bij hoge waarden van de PSI. In een tussengelegen traject is uitmijnen te verkiezen boven afgraven. Uitmijnen kan in dit traject tot een sterke daling van de fosfaatconcentratie leiden en een realistisch alternatief bieden om binnen een redelijke termijn via een overgangsbeheer te komen tot voedselarme condities zonder ontgronden. Bij lage waarden van de PSI kan met een traditioneel maai- en afvoerbeheer worden volstaan.

Tabel 1

Geschiktheid van gronden voor natuurontwikkeling in afhankelijkheid van de fosfaatverzadigings-index (PSI), het organisch stofgehalte en de aanwezigheid van klei.

PSI	Organische stofklassen (%)			
	0-8	9-22,5	>22,5	
			met klei	zonder klei
> 0.3	Ongeschikt/Afgraven			
0.2 - 0.3	Kansrijk na uitmijnen			Afgraven
0.05 - 0.1	geschikt			kansrijk na uitmijnen
<0.05	geschikt			

Omdat de fosfaatverzadigingsgraad en het Pw-getal via de sorptie-isotherm aan elkaar gerelateerd zijn kunnen ook drempelwaarden voor het Pw-getal worden gegeven (tabel 2).

Tabel 2

Grenswaarden voor Pw-getal in de uitgangssituatie bij natuurontwikkeling.

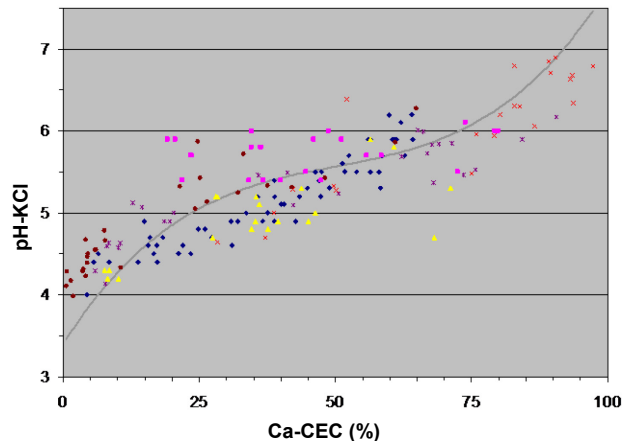
Pw	Omschrijving	Toelichting
≤ 5	Zeer gunstig	Voldoet in uitgangssituatie
5-10	Gunstig	Uitgangssituatie minder gunstig, verlagen door vershraling kansrijk
10-20	Redelijk	Uitgangssituatie minder gunstig, verlagen door uitmijnen kansrijk
>20	Ongunstig	Uitgangssituatie ongunstig, weinig perspectief voor uitmijnen of vershraling, overwegen af te graven

Basen- en zuurtoestand

Zuurbuffering

Op de hogere zandgronden zijn de hydrologisch positionele factoren van een standplaats sterk bepalend voor de basentoestand en de zuurgraad van de bovengrond. In andere grondsoorten kunnen ook substraateigenschappen sterk medebepalend zijn voor de zuurgraad.

De zuurgraad van de bodem wordt gereguleerd door verschillende processen. De aanwezigheid van kalk als substraat zorgt voor de buffering van de pH op een hoog niveau ($\text{pH} > 7$). De aanwezigheid van humus en/of kleideeltjes zorgen in kalkloze gronden voor buffering van de pH. Deze bodembestanddelen zijn negatief geladen, waardoor positief geladen ionen zich kunnen hechten aan dit zgn. kationenadsorptiecomplex (CEC) van de bodem. Het adsorptiecomplex is in evenwicht met de samenstelling van het bodemvocht. Als dit bodemvocht veel Ca^{2+} ionen (kwelwater) bevat dan is het adsorptiecomplex vooral bezet met Ca^{2+} - ionen. We spreken dan van een hoge basenbezetting of Ca-verzadiging van het adsorptiecomplex. Ook kan extra zuurbuftercapaciteit door kwelwater worden aangevoerd door HCO_3^- ionen.



Figuur 5

Verband tussen bodemzuurgraad en Ca-verzadiging gebaseerd op bodemmonsters uit een groot aantal natuurlijke schrale graslanden.

Door zuurproducerende processen (o.a. decompositie of zure regen) kunnen Ca^{2+} ionen worden verdrongen door H^+ ionen en uitspoelen waardoor bodemverzuring kan optreden. Het is afhankelijk van de adsorptiecapaciteit en de basenbezetting van het adsorptiecomplex hoe snel dit proces verloopt. Omdat H^+ en Ca^{2+} ionen met een verschillende sterkte worden gebonden verloopt het proces van ionenwisseling niet lineair. De pH daalt minder snel dan de Ca-verzadiging. Uit figuur 5 blijkt bijvoorbeeld dat de pH van de bodem in het traject $25\% < \text{Ca} - \text{CEC} < 75\%$ gebufferd is rond een waarde $\text{pH} = 5,5$.

Als de zuurbuftercapaciteit door ionenwisseling is verbruikt, wordt de buffering overgenomen door aluminiumsilicaten. Door verwerking gaat dit mineraal in oplossing waarbij Al^{3+} in oplossing komt, maar de pH niet wezenlijk onder een waarde van 3 zal dalen. Bij mineraalrijke zandgronden of leem- en kleigronden kunnen door verwerking extra kationen vrijkomen, waardoor de zuurbuftercapaciteit groter is dan van mineraalarme of leemarme zandgronden. De pH wordt in gronden met een grotere zuurbuftercapaciteit op een hoger niveau gebufferd, waardoor ze een minder zuur karakter hebben.

De basentoestand van de bodem kan dus het best worden uitgedrukt door een combinatie van een intensiteitsparameter (pH) en een capaciteitsparameter (Ca/CEC). Een pH waarde van 5,5 in combinatie met een $\text{Ca}/\text{CEC} = 75\%$ geeft meer informatie over de basentoestand dan alleen de pH-waarde.

Wat, waar te meten

De tot nu toe beschreven kandidaat variabelen voor monitoring zijn niet onder alle omstandigheden even belangrijk omdat ze voor een betreffend systeem niet relevant zijn of naar verwachting in de tijd niet zullen veranderen. Te verwachten veranderingen zijn te relateren aan de gangbare milieuproblematiek of maatregelen die deze bedreigingen trachten tegen te gaan. Te verwachten trends waardoor de beschreven variabelen kunnen veranderen zijn: vernatting, verdroging, verzuring, vermesting (N-depositie, P aanvoer via overstroming), opwarming.

Omdat aan de verschillende componenten (habitats) van het landschap verschillende 'kengetallen' kunnen worden toegewezen om hun gezondheidstoestand in termen van basen- en zuurtoestand of trofiegraad aan te geven, reageren ze niet op dezelfde manier op de bedreigingen. Omdat hydrologische positie en substraateigenschappen de belangrijkste factoren voor de ecosysteemontwikkeling zijn, ligt het voor de hand de gevoeligheid van habitats voor bedreigingen in verband te brengen met deze factoren (tabel 3).

In tabel 3 is onderscheid gemaakt tussen infiltratie en kwelgebieden op zandige en venige gronden. Kleigronden worden beschouwd zonder onderscheid naar kwel of infiltratie, omdat het kleisubstraat van nature een hoge basenverzadiging heeft en een geringe verwerkingssnelheid heeft. Per gebiedskarakteristiek zijn de te monitoren variabelen aangegeven.

Tabel 3

Overzicht van te monitoren variabelen in afhankelijkheid van hydrologische omstandigheden en substraateigenschappen. A: altijd; B: aanbevolen.

Te monitoren variabele	Infiltratiegebied				Kwelgebied				Kleigronden		Nieuwe natuur
	Zandig		Venig		Zandig		Venig				
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
Zuurgraad											
Ca/CEC	-	-	-	-	x	-	x	-	x	-	x
pH-KCl	-	-	-	-	x	x	x	x	-	x	x
Trofiegraad											
C/N	x	-	x	-	x	-	x	-	-	x	-
C/P	-	x	-	x	-	x	-	x	-	-	-
PSI	-	-	x	-	x	-	x	-	-	x	x
Pw	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	x

De informatie in tabel 3 is vertaald naar de te monitoren beheertypen in de provincie Gelderland (tabel 4).

Tabel 4

Overzicht van te monitoren variabelen in afhankelijkheid van hydrologische omstandigheden en substraateigenschappen. A: altijd; B: aanbevolen; <>: range in handboek SNL gegeven; # kwalitatieve duiding van range.

			SNL handboek		Advies bodem meetnet A: altijd; B: aan te bevelen						Opmerkingen systeemkenmerken	
Beheertype		Opp. N2000	Opp. buiten N2000	pH	trofie	Ca/CEC	pH	C/N	C/P	PSI	Pw	
N06.02	Trilveen	2	3	<>	#	A	A	A	B	A	A	Veen en kwel
N06.03	Hoogveen	78	34	<>	#			A	B	A	A	Veen, infiltratie
N07.01	Droge heide	15055	375	<>	#			A	B			Zand infiltratie
N07.02	Zandverstuiving	2026	14	<>	#		A	A	B			Winddynamiek
N10.01	Nat schraalland	108	197	<>	#	A	A	A	B	A	B	Moerig infiltratie/kwel
N10.02	Vochtig hooiland	186	894	<>	#	A	A	A	B	A	B	Zandig,moerig,klei
N11.01	Droog schraalgrasland	250	117	<>	#	A	A	A	B	A	B	Basenrijk zand
N14.01	Rivier- en beekbos			<>	?		A			A		Waterdynamiek

Kengetallen voor zuurgraad en voedingstoestand

Infiltratiegebieden

Kengetallen zuurgraad: age pH en basenverzadiging, zowel voor zandig als venig.

- Blijft wat er ook gebeurt laag, hoeft dus niet te worden gemonitord. Ook al wordt zuurdepositie teruggedrongen, dan leidt dat niet tot veranderingen die in de gebruikte maatlat tot uiting komen.

Kengetallen trofiegraad: hoge C/N en C/P, geringe P-buffercapaciteit, potentieel hoge PSI en Pw.

- Bij *verzuring* geen veranderingen in C/N/P te verwachten, geen verandering in P-buffercapaciteit; oplossen Fe-oxiden door verzuring gecompenseerd door extra Al via verwerking.
- Bij voortgaande *vermesting* (N-dep) dalende C/N, gelijkblijvende C/P, toename PSI (bij P-input).
- Bij *verdroging* in venige delen dalende C/N en C/P, stijging P-buffercapaciteit door oxidatie van Fe-oxiden (hoewel betrekkelijk Fe-arm), daling PSI.
- Bij *vernatting* in venige delen stijgende C/N en C/P, daling P-buffercapaciteit door reductie Fe-oxiden, stijging PSI.

Kwelgebieden

Kengetallen zuurgraad: hoge pH en basenverzadiging.

- Bij *verdroging* (wegvallen kwel) en zuurdepositie daling pH en basenverzadiging. Probleem dat pH gebufferd is rond 5,5; in combinatie met basenverzadiging betere indicatie.

Kengetallen trofiegraad: lage C/N en C/P, grote P-buffercapaciteit (PBC), potentieel lage PSI en Pw.

- Bij *verzuring* stijgende C/N en C/P, dalende PBC (oplossen Fe-ox), stijgende PSI en Pw.
- Bij *vernatting* dalende PBC, stijgende PSI en Pw.
- Bij *verdroging* dalende C/N en C/P, stijgende PBC, dalende PSI en Pw.
- Bij *opwarming*.

Kleigronden

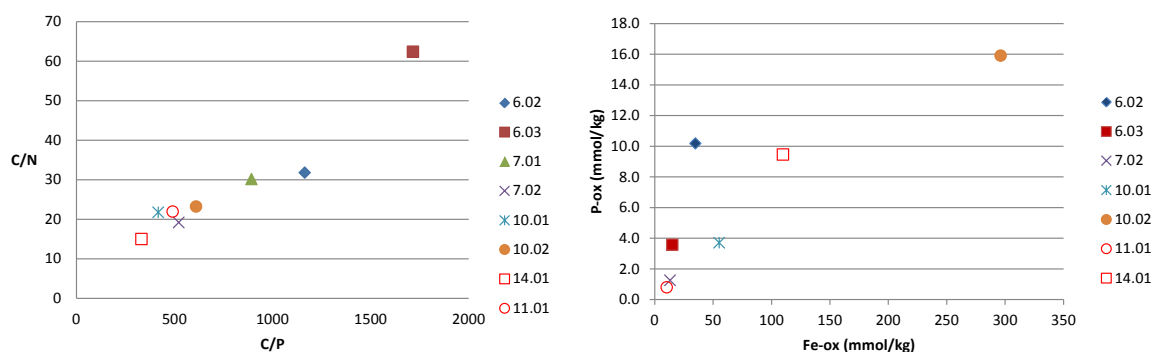
Kengetallen zuurgraad: hoge pH en basenverzadiging.

- Vrij ongevoelig voor verzuring, vernatting en verdroging. Vernatting in combinatie met infiltratie van het neerslagoverschot kan tot enige verzuring leiden.

Kengetallen trofiegraad: lage C/N en C/P hoge PCB, lage PSI.

- Vrij ongevoelig voor milieubedreigingen.

In figuur 6 zijn voor de te monitoren beheertypen de kengetallen voor de trofiegraad aangegeven, gebaseerd op gegevens uit diverse publicaties en het persoonlijk archief van Kemmers. In tabel 5 zijn de standaardfouten van de gemiddelden opgenomen.



Figuur 6

Kengetallen voor de voedingstoestand van de te monitoren beheertypen in Gelderland.

Tabel 5

Gemiddelden en standaardfout van de kengetallen van de te monitoren beheertypen in Gelderland.

Beheertypen		n	C/N	C/P	PSI	Fe _{ox}	P-ox
N06.02	Trilveen	6	32	1164	0.14	35	10.2
N06.03	Hoogveen	4	62	1716	0.16	15	3.6
N07.01	Droge heide	4	30	893			
N07.02	Zandverstuiving	6	19	522	0.06	13	1.3
N10.01	Nat schraalland/kwel	22	22	418	0.05	55	3.7
N10.02	Vochtig hooiland	9	23	610	0.04	296	15.9
N11.01	Droog schraalgrasland	4	22	491	0.02	10	0.8
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	215	15	332	0.03	110	9.5
			se				
N06.02	Trilveen		4	34	0.14	16	13.5
N06.03	Hoogveen		14	311	0.01	2	1.4
N07.01	Droge heide		4	194			
N07.02	Zandverstuiving		4	199	0.03	12	0.8
N10.01	Nat schraalland/kwel		7	216	0.02	58	3.2
N10.02	Vochtig hooiland		10	238	0.02	186	9.1
N11.01	Droog schraalgrasland		1.2	108	0.00	2	0.4
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos		3.2	188	0.03	89	13.1

Op basis van de standaardfouten uit tabel 5 zijn in tabel 6 en paragraaf 3.3 de ranges aangegeven waarbinnen de verschillende parameters van de voedingstoestand van de beheertypen zich moeten bevinden.

Tabel 6

Ranges voor optimale omstandigheden van zuurgraad en trofiegraad van de te monitoren beheertypen (ranges volgens archief BCN, Kemmers).

	Kengetallen zuuroestand		Kengetallen trofiegraad			
	pH _{KCl}	pH H ₂ O **	C/N	C/P	P _{ox}	Fe _{ox}
N06.02	3,7 < pH _{KCl} < 6,4	2,9 < pH < 5,6	28 < CN < 36	1130 < CP < 1200	0 < Pox < 25	20 < Fe _{ox} < 50
N06.03	2,8 < pH _{KCl} < 3,2	1,9 < pH < 2,3	48 < CN < 76	1400 < CP < 2025	2.2 < Pox < 5	13 < Fe _{ox} < 17
N07.01	*		26 < CN < 34	700 < CP < 1080	*	
N07.02	3,4 < pH _{KCl} < 3,8	2,5 < pH < 3,0	15 < CN < 23	325 < CP < 725	0.5 < Pox < 2	1 < Fe _{ox} < 25
N10.01	4,2 < pH _{KCl} < 6,2	3,4 < pH < 5,4	15 < CN < 29	200 < CP < 635	0.5 < Pox < 7	10 < Fe _{ox} < 82
N10.02	4,4 < pH _{KCl} < 5,0	3,6 < pH < 4,2	13 < CN < 33	370 < CP < 850	7 < Pox < 25	110 < Fe _{ox} < 475
N11.01	3,5 < pH _{KCl} < 5,1	2,7 < pH < 4,3	21 < CN < 23	380 < CP < 600	0.5 < Pox < 1.5	12 < Fe _{ox} < 14
N14.01	2,8 < pH _{KCl} < 4,8	1,9 < pH < 4,0	12 < CN < 18	145 < CP < 520	0 < Pox < 23	20 < Fe _{ox} < 200

* nog af te stemmen

**De pH in 1 M KCl is sterk gerelateerd aan de pH die gemeten kan worden in water. De pH H₂O is hier geschat met een regressievergelijking. De relatie is eerder vastgesteld als: pH_{KCl} = 1,02 pH_{H₂O} - 0,92 of pH_{H₂O} = 1,9 + 0,79 pH_{KCl} (OVAM, 2008). Die relatie is vrijwel identiek aan de relatie in Runhaar et al. (2009): of pH_{H₂O} = 1,8 + 0,77 pH_{KCl}.

Bijlage 2 Voorbeelden van beheertypekaarten



Figuur 1

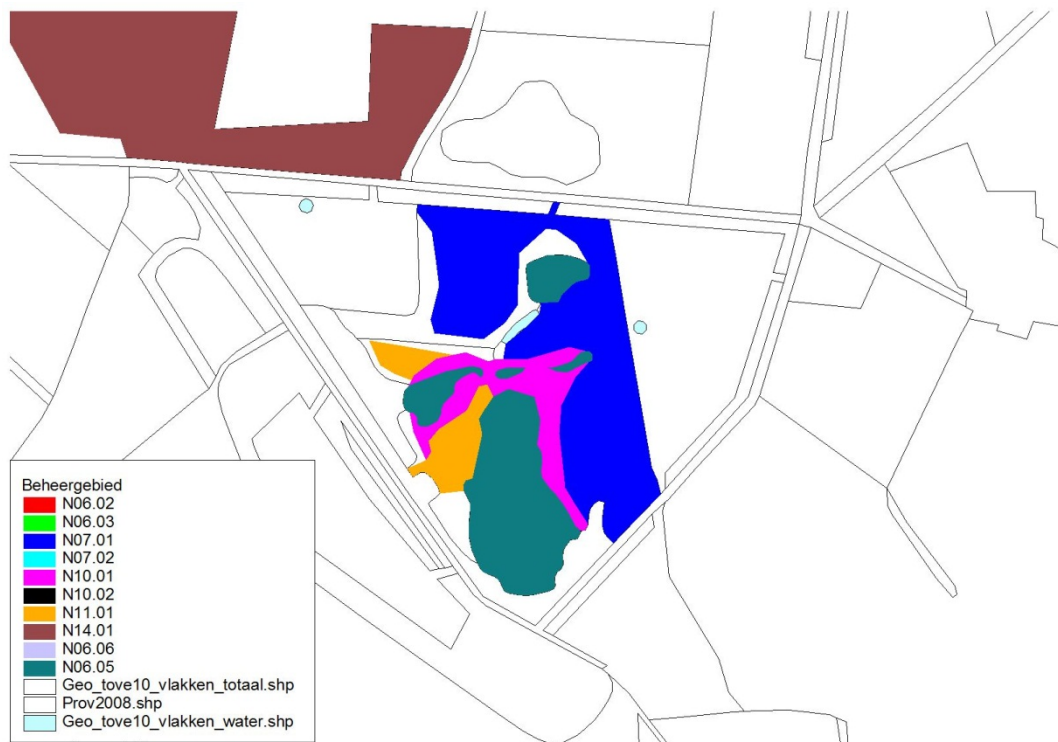
Uitsnedes van relevante beheertypen in noordelijk deel van N2000 gebied Landgoederen Brummen (Empese en Tondense Heide).

In de figuren 1, 2 en 3 zijn van enkele voor de auteurs bekende natuurgebieden de beheertypekaarten gegeven. Deze kaarten zijn bekeken door de auteurs. De kaarten geven in detail de vegetatietypen weer zoals ze ook aangetroffen zijn door de auteurs. In figuur 3 valt op dat het zuidwestelijk deel van beheertype 10.01 heringerichte natuur is. Aangezien dit terreindeel al ingericht is valt het volgens de provincie onder het genoemde beheertype, en niet onder de noemer 'nieuwe natuur'.



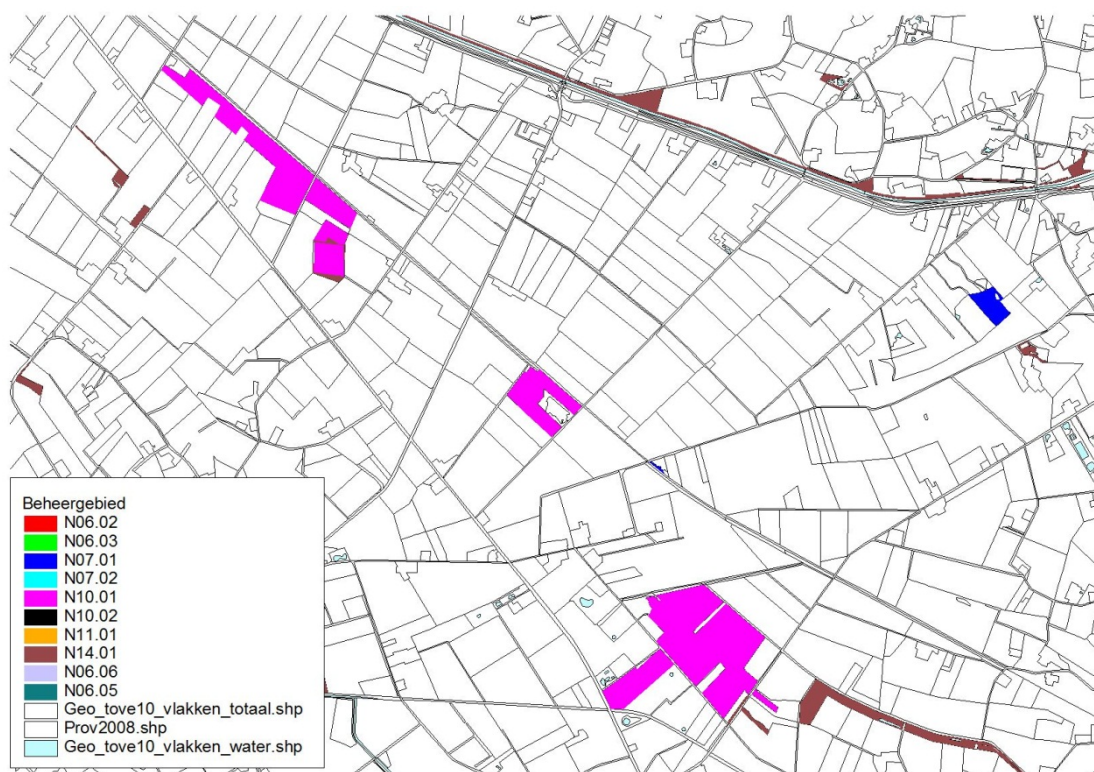
Figuur 2

Uitsneden van relevante beheertypen in Bruuk (nabij Groesbeek).



Figuur 3

Uitsneden van relevante beheertypen bij Stelkampsveld.



Figuur 4

Uitsneden van relevante beheertypen bij Koolmansdijk.



Figuur 5

Voorbeeld van een onzuiverheid in de kaart: een kleine eenheid (blauw) met één beheertype met grens van Natura 2000gebied Bekendelle (code 63), en TOP-lijstgebied (Bekendelle, code 99b).

Het aantal unieke combinaties, of strata, is dusdanig groot, en het oppervlak is vaak dusdanig klein dat het nodig is om te kijken of we hier met onbedoelde onnauwkeurigheden te maken hebben. In figuur 5 is een willekeurig klein stratum op kaart gezet. Het blijkt dat dit kleine stratum, van zo'n 1.000 m², bestaat uit een onbedoelde eenheid. We zien in figuur 5 dat de begrenzing van het TOP-lijstgebied iets ruimer is dan die van het Natura 2000-gebied. Dit heeft voor de beheertypen (tabel 1) die relevant zijn voor het bodemmeetnet geen effect. Wel effect heeft de, waarschijnlijk grove, begrenzing van het TOP-lijstgebied omdat het een perceel doorsnijdt (blauw gekleurd in het kaartje). Hierdoor valt een deel van het beheertype binnen, en een ander deel klein buiten het TOP-lijstgebied.



Figuur 6

Voorbeeld van een onzuiverheid in de kaart: een hele kleine eenheid (rood) van één beheertype met grens TOP lijst gebied (Veluwezoom-Renkumse beekdal, code 85a). Het geheel ligt binnen Natura 2000-gebied de Veluwe (code 57).

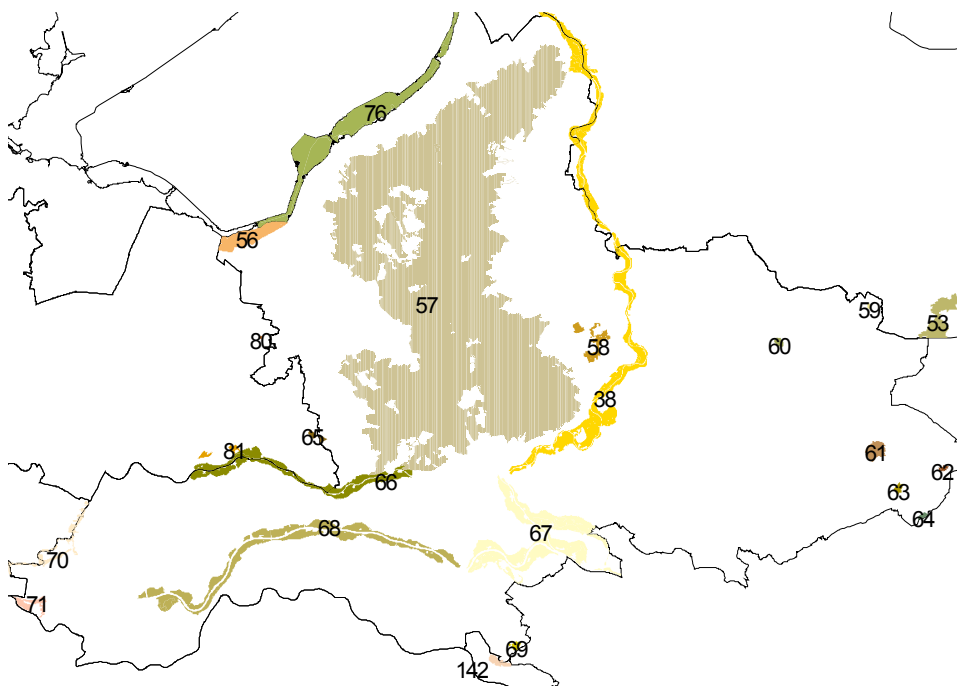
In figuur 6 is willekeurig een heel klein stratum op kaart gezet. Het is een stukje 'Rivier- en beekbegeleidend bos' in het Renkums beekdal. Het beekdal maakt deel uit van het TOP-lijstgebied Veluwezoom Renkumse beek. Het kleine stukje bos is dusdanig in kaart gebracht dat een deel binnen (200 m²) en een deel buiten het TOP-lijstgebied (1.000 m²) ligt. Dit kleine stukje van 200 m² is het enige stukje 'Rivier- en beekbegeleidend bos' binnen het TOP-lijstgebied Veluwezoom Renkumse beek. Het stratum 'Rivier- en beekbegeleidend bos' binnen Natura 2000-gebied de Veluwe bevat naast de genoemde 1000 m² nog meer gebiedjes.

Bijlage 3 Algemeen overzicht gebieden

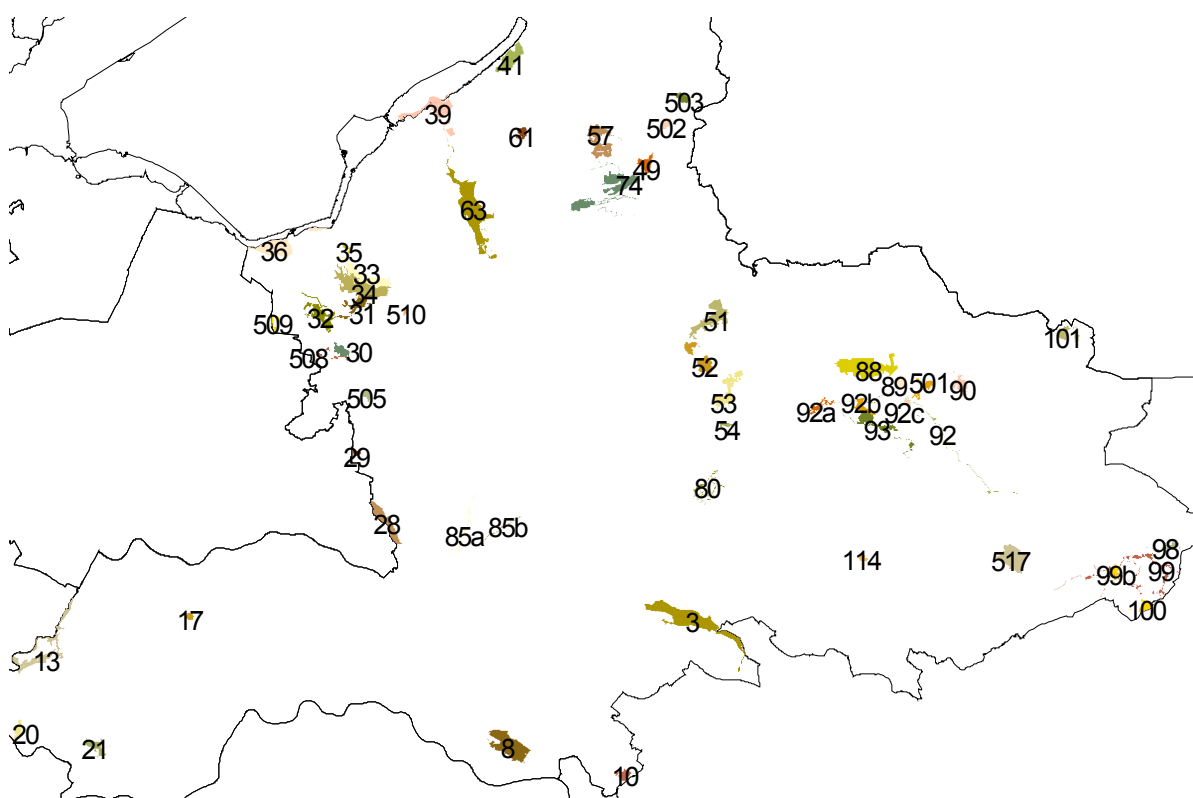
Tabel 1

Natura 2000-gebieden in provincie Gelderland, oppervlakte en het aantal beheertypen en TOP-lijst-gebieden per Natura 2000-gebied.

	Natura 2000-gebied	Natura 2000 Opp. (ha)	Aantal beheertypen	Aantal TOP-gebieden	TOP Opp. (ha)
38	Uiterwaarden IJssel	5440	30	1	18
53	Buurserzand & Haaksbergerveen	0.1	1	0	
56	Arkemheen	1363	9	1	517
57	Veluwe	86143	43	7	1178
58	Landgoederen Brummen	661	29	2	472
59	Teeselinkven	26	12	1	26
60	Stelkampsveld	102	16	1	95
61	Korenburgerveen	478	21	0	
62	Willinks Weust	66	13	1	62
63	Bekendelle	97	12	2	93
64	Wooldse Veen	66	8	1	66
65	Binnenveld	48	4	1	47
66	Uiterwaarden Neder-Rijn	1513	20	2	6.1
67	Gelderse Poort	5674	26	1	1052
68	Uiterwaarden Waal	4546	20	0	
69	Bruuk	98	9	1	96
70	Lingegebied & Diefdijk-Zuid	393	20	1	337
71	Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem	381	15	1	56
76	Veluwerandmeren	1633	16	1	63
142	Sint Jansberg	11	2	0	
	totaal Natura 2000	108749	16	25	4190
	EHS excl. Natura 2000	147424	59	27	8307



Figuur 1 Ligging van Natura 2000gebieden in Gelderland (nummers corresponderen met bovenstaande tabel).



Figuur 2

Ligging van TOP-lijstgebieden in Gelderland (nummers corresponderen met onderstaande tabel).

Tabel 2

TOP-gebieden in provincie Gelderland. Gegeven is het totale oppervlak per TOP-gebied, het aantal beheertypen per TOP-gebied, en het aantal Natura 2000-gebieden waarin het TOP-gebied ligt (0= ligt buiten Natura 2000; 1= het TOP-gebied ligt geheel binnen één Natura 2000-gebied).

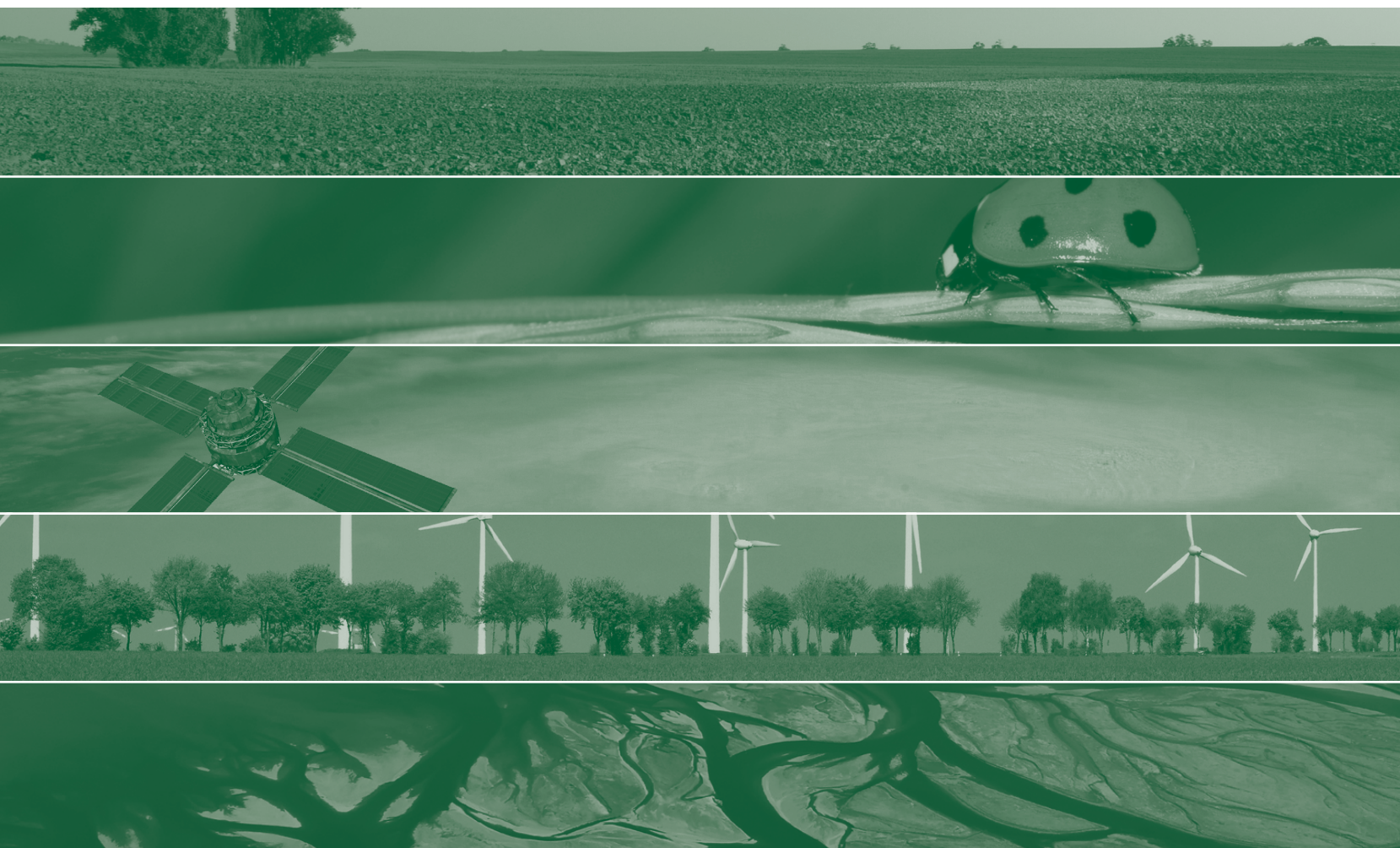
	top	Top-gebied opp (ha)	beheer count	Natura 2000 count
3	Rijnstrangen	1065.5	17	1
8	Hatertse- Overasseltse en Wijchense ven	624.0	20	0
10	Bruukhrgebied	106.4	9	1
13	Nieuwe zuiderlingedijk	412.3	19	1
17	Kleiputtenburen	47.1	7	0
20	Boezem van Brakel - binnendijks	68.5	10	1
21	Lieskampen	150.3	9	0
28	Binnenveld	323.5	8	1
29	Allemanskamp	31.2	3	0
30	Erica	129.2	18	0
31	Appelse beek/ Rubberbeek	208.1	18	0
32	Zwartebroek brede beek	330.8	22	0
33	Veldbeek	363.5	19	0
34	Appelse kruishaarse heide	642.2	14	0
35	Halvinkhuizerveld	27.8	10	0
36	Arkemheen putterpolder	519.6	9	1
39	Hierdense beek	418.3	20	2
41	Doornspijk (horsterbeek)	367.2	8	0
49	Vossenbroek	132.5	10	0
51	Appense veld	457.9	18	0
52	Lampenbroek Empesche en Tondensche heide	276.5	18	1
53	Voorstonden	363.1	24	1
54	den bosch Landgoederen IJsselvallei	45.3	6	0
57	Wisselse veen	456.9	22	1
61	Mosterdveen	85.9	6	1
63	Dal staverdensebeek	895.6	31	1
74	Vaassense beken	556.8	18	1
80	Faisantenbos	68.9	14	1
88	Grote veld	854.2	19	0
89	Wildenborch (NBwetgebied)	74.3	12	0
90	Stelkampsveld	171.7	19	1
92	Baakse beek	66.2	24	0
93	Lindense laak	222.4	23	0
98	Willinks weust	81.6	17	1
99	Boven slinge	279.0	26	1
100	Wooldse_veen	89.6	13	1
101	Teesselinkven	150.9	19	1
114	Zumpe (NBwet gebied)	53.7	13	0
501	Hagenbeek	108.9	17	0
502	Vemderbroek	78.3	5	0
503	Gulbroek	89.4	8	0
505	De Buzerd	58.5	9	0
508	Landgoederen Kallenbroek	43.1	14	0
509	Hoevelakense bos	21.0	6	0
510	Wilbrinksbos	27.5	6	0
517	Aaltense_goor	496.0	10	0
85a	Hen veluwezoom Renkumse beek	43.9	10	2
85b	Hen veluwezoom Heelsumsebeek	20.5	8	2
92a	Baakse beek - Hackfort	94.7	22	0
92b	Baakse beek - Vorden	77.9	15	0
92c	Baakse beek - Medler	31.1	9	0
99b	Bekendelle	89.3	14	1
total		12498.7		

Bijlage 4 Controle in het veld

Tot het doelgebied behoren de natuurgebieden in de provincie Gelderland. Op basis van de GIS-kaarten van de provincie Gelderland zijn locaties geloot. Hierbij kan het voorkomen dat de locaties geloot worden op verharde bodems, wegen en andere plekken die niet tot het doelgebied behoren. Hieronder zijn de voorwaarden genoemd waar locatie in het veld op gecontroleerd moeten worden. Een locatie die niet tot het doelgebied behoort wordt niet bemonsterd en overgeslagen.

Niet tot het doelgebied behoren:

- bebouwde kommen, industrieterreinen, parkeerterreinen
- (boerderij)erven
- wegen, spoorlijnen (incl. bermen, zie hieronder)
- sloten (slootkanten, zie hieronder)
- locaties onder hoogspanningsleidingen, afasteringen (zie hieronder)
- puinhoudende locaties
- opgespoten terreinen
- recreatieterreinen met een relatief intensieve gebruiksfunctie (sportvelden, kampeerterreinen)
- locaties die worden verdacht van bodemverontreiniging en als zodanig zijn geregistreerd
- overige locaties verontreinigd door punt- of lijnbronnen



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