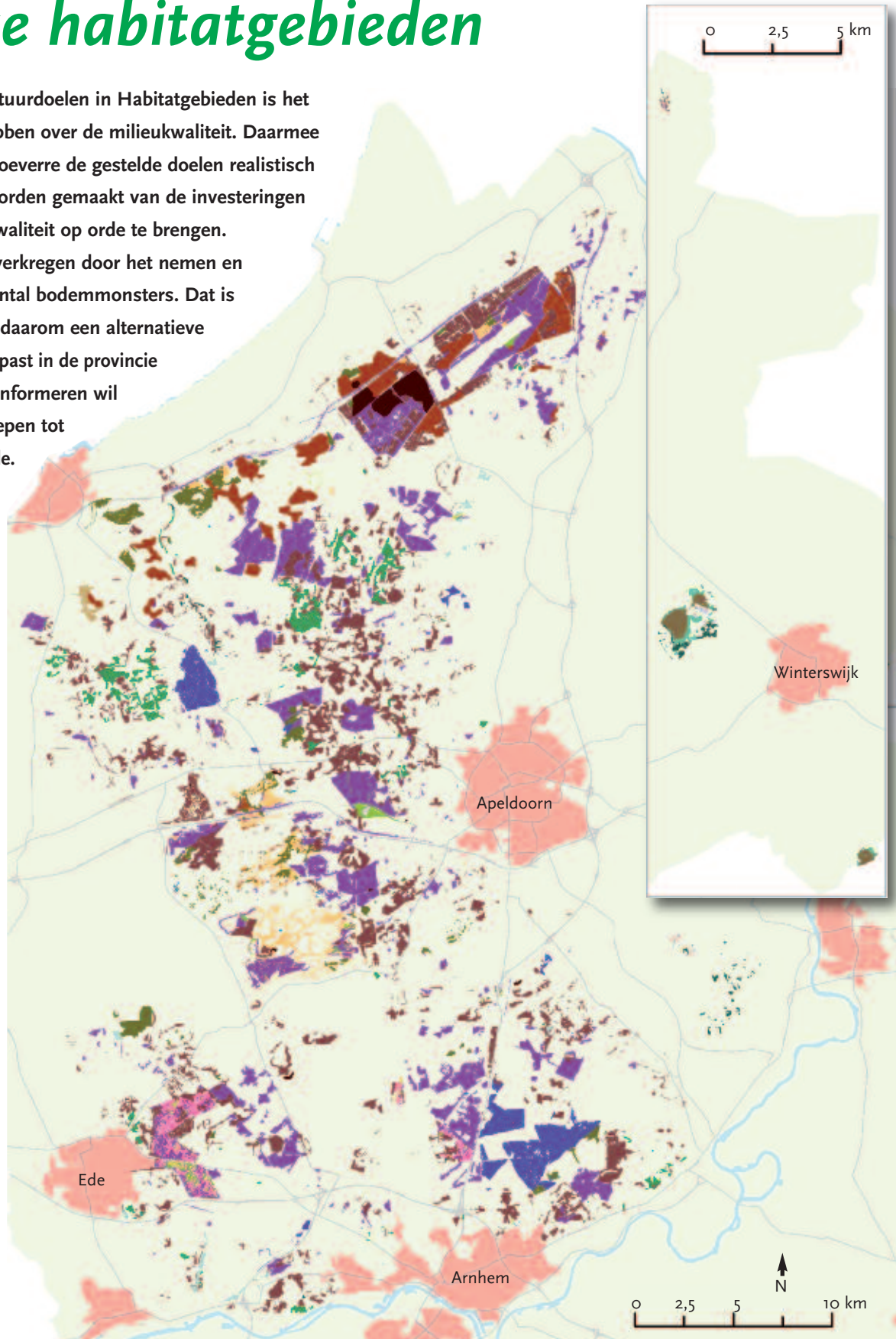


# Een verkennende studie naar de bodemkwaliteit van Gelderse habitatgebieden

Voor het bereiken van de natuurdoelen in Habitatgebieden is het van belang informatie te hebben over de milieukwaliteit. Daarmee kan beoordeeld worden in hoeverre de gestelde doelen realistisch zijn, en kan een schatting worden gemaakt van de investeringen die het vergt om de milieukwaliteit op orde te brengen. Die informatie kan worden verkregen door het nemen en analyseren van een groot aantal bodemmonsters. Dat is echter kostbaar. We hebben daarom een alternatieve methode ontwikkeld en toegepast in de provincie Gelderland (fig. 1). Behalve informeren wil dit artikel tegelijkertijd oproepen tot een discussie over de methode.

Fig. 1. Habitatgebieden in Gelderland gebruikt voor de berekeningen (met uitzondering van H3160, zure vennen).





Korenburgerveen (Vragenderveen) bij Winterswijk met op de voorgrond peilbuisen, habitatype H91Do 'hoogveenbossen' (foto: Wieger Wamelink).

Voor het schatten van de milieukwaliteit maken we gebruik van plantensoorten als indicatoren, analoog aan het veelgebruikte Ellenbergsysteem (Ellenberg et al., 1991). Maar anders dan bij Ellenberg, waar de indicatorwaarden zijn gebaseerd op expertkennis, zijn onze indicatorwaarden gebaseerd op metingen uit Nederland (Wamelink et al., 2005; Wamelink et al., 2007). Daartoe is een groot aantal vegetatieopnamen verzameld waarin metingen zijn gedaan van abiotische condities (tabel 1). Momenteel zijn er indicatorwaarden beschikbaar voor meer dan 1000 soorten en 18 abiotische variabelen. De abiotische condities (en daarmee de milieukwaliteit) in de habitatgebieden in Gelderland hebben we geschat door alle na 1995 gemaakte vegetatieopnamen in dat gebied te combineren met de in tabel 1 genoemde indicatorwaarden (kader 1 stap 1). De voor de verschillende habitattypen vereiste abiotische condities zijn eveneens geschat op basis van indicatorwaarden en vegetatieopnamen. Hiertoe is een voor Nederland representatief geachte set opnamen uit 'De Vegetatie van Nederland' (Schaminée et al., 1995) met behulp van het programma ASSOCIA (van Tongeren et al., 2008) tot een habitatype herleid, en is vervolgens op grond van de indicatorwaar-

den van de soorten voor elk habitatype een minimale en een maximale waarde per abiotische conditie berekend (kader 1 stap 3). Van elk van de Gelderse opnamen is bekend waar die ligt en dus ook welk habitatype op de plaats van die opname aanwezig zou moeten zijn (kader 1 stap 2). Door de uit de opname berekende abiotische condities te vergelijken met de randvoorwaarden (minimum en maximum) van het habitatype op die plek, kan worden gekeken in hoeverre de lokale condities inderdaad geschikt zijn voor het aangewezen habitatype (kader 1 stap 3). Als de abiotische condities niet voldoen aan de eisen van dat habitatype, dan wordt berekend hoe groot dit tekort is (kader 1 stap 4). Dit levert een absoluut milieutekort, bijvoorbeeld 0,6 pH eenheden. Om verschillende tekorten met elkaar te kunnen vergelijken hebben we de tekorten relatief gemaakt (kader 1 stap 5). Voor een uitgebreide beschrijving van de methode zie [www.delevendenatuur.nl](http://www.delevendenatuur.nl).

#### Het totale milieutekort

Alle habitattypen laten een milieutekort, d.w.z. onvoldoende milieukwaliteit, zien voor minstens één van de in tabel 1 genoemde abiotische condities. De grootste tekorten worden gevonden voor het calciumgehalte in de bodem, meer nog dan voor de bodem pH (fig. 2, zie ook [www.delevendenatuur.nl](http://www.delevendenatuur.nl)). Het calciumtekort wordt naar alle waarschijnlijkheid veroorzaakt door zure depositie en door verdroging, waardoor kwel van basenrijk grondwater het maaiveld niet meer kan bereiken. Dit laatste is bij voorbeeld het geval in de Renkumse beekdalen en in

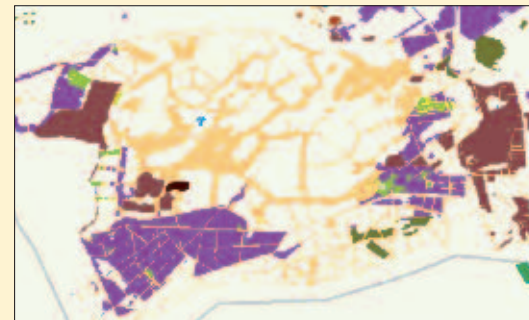
### Kader 1. Voorbeeldberekening van een milieutekort voor het habitatype Zandverstuivingen voor bodem pH, ergens op de Veluwe.

#### 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 habitatype (zandverstuivingen H2330).



**Stap 3.** Geef de abiotische range voor het habitatype 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 hier alleen berekend bij een te lage pH.

$$\text{Tekort} = \text{ondergrens goede pH (D}_{250}) - \text{berekende pH voor opname} = 4,7 - 4,1 = 0,6$$

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

$$\text{Relatieve tekort} = \text{Tekort} / (\text{ondergrens goede pH (D}_{250}) - \text{ondergrens matig ontwikkelde pH (D}_{050}) \times 100\%$$

$$\text{Relatieve tekort} = 0,6 / (4,7 - 4,0) \times 100\% = 85,7\%$$

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

**Tabel 1.** Op basis van indicatorwaarden van plantensoorten zijn de volgende abiotische variabelen berekend.

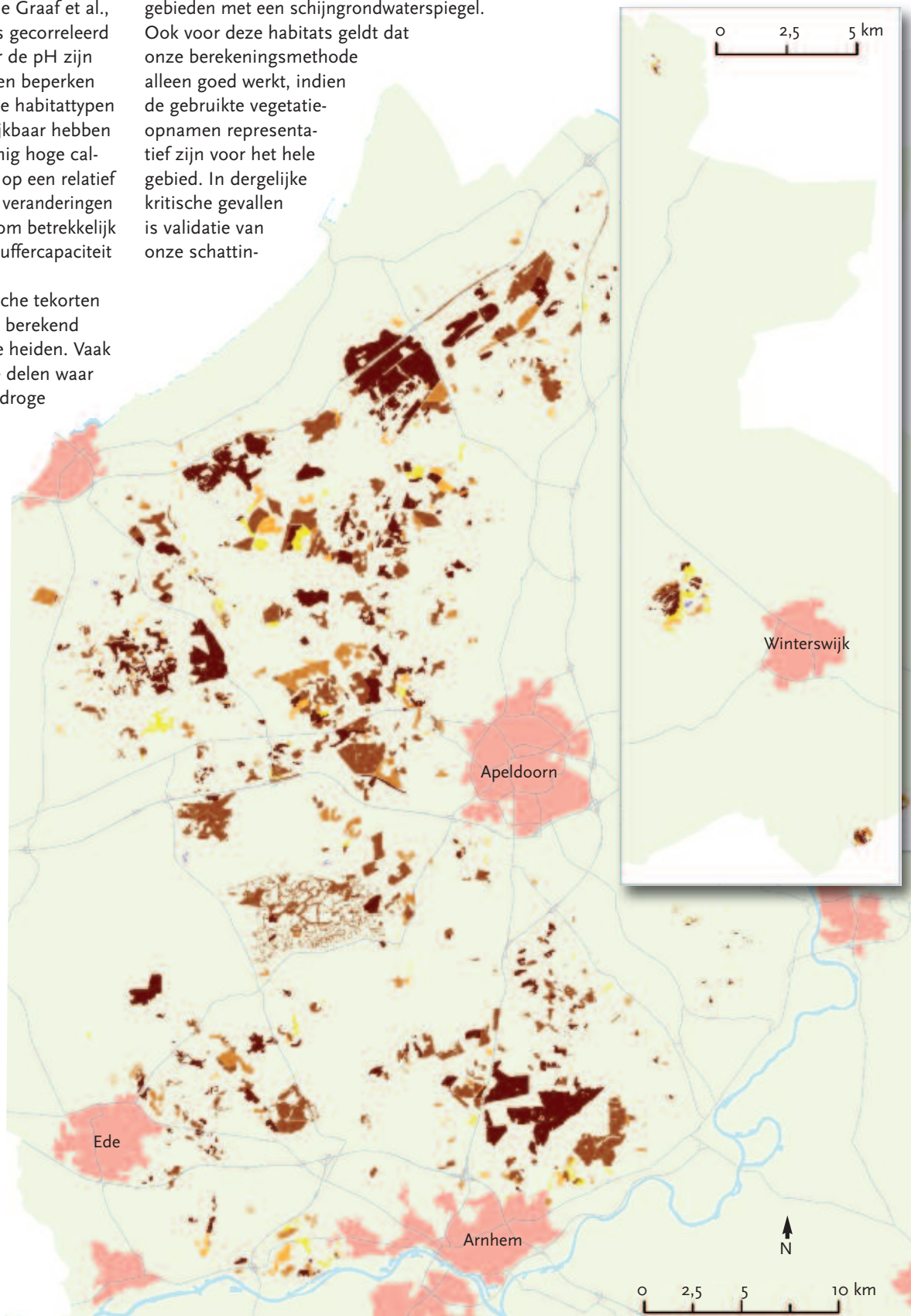
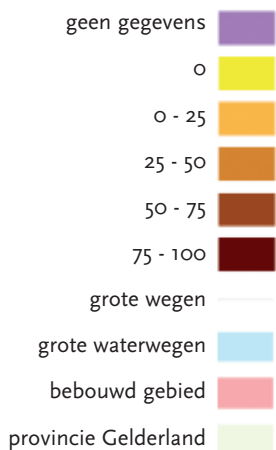
- bodem pH
- voorjaarsgrondwaterstand
- gemiddeld laagste grondwaterstand
- calciumgehalte
- totaal stikstofgehalte
- totaal fosfaatgehalte

delen van de venen in de Achterhoek. Beide processen zorgen voor de uitspoeling van calcium (uitloging van het calcium-adsorptiecomplex van de bodem) naar de diepere ondergrond. Dit proces vindt blijkbaar massaal plaats en wordt ook gestaafd door metingen in het veld (de Graaf et al., 2009). Het calciumgehalte is gecorreleerd met de pH. De tekorten voor de pH zijn echter relatief minder groot en beperken zich tot de wat meer basische habitattypen en de zandverstuivingen. Blijkbaar hebben veel systemen nog wel zodanig hoge calciumgehalten dat de pH nog op een relatief hoog niveau wordt gebufferd; veranderingen in de pH weerspiegelen daarom betrekkelijk laat de veranderingen in de buffercapaciteit van de bodem. Opvallend zijn de hydrologische tekorten op de Veluwe (fig. 3). Ze zijn berekend voor het habitattype vochtige heiden. Vaak gaat het hierbij om de lagere delen waar dit type in een mozaïek met droge heide voorkomt. Waar twee

habitattypen met elkaar verweven zijn, kan de methode leiden tot een overschatting van het tekort, omdat natte gebieden worden gemiddeld met droge gebieden. De natte heiden kunnen ook liggen aan de rand van vennen of andere natte heidegebieden met een schijngrondwaterspiegel. Ook voor deze habitats geldt dat onze berekeningsmethode alleen goed werkt, indien de gebruikte vegetatieopnamen representatief zijn voor het hele gebied. In dergelijke kritische gevallen is validatie van onze schatting

gen aan de hand van directe metingen noodzakelijk. Ook voor het totale N-gehalte en het totale P-gehalte in de bodem zijn tekorten berekend voor verschillende typen (een 'tekort'

**Fig. 2.** Percentage milieutekort per habitatgebied voor Calcium voor alle doorgerekende habitattypen.



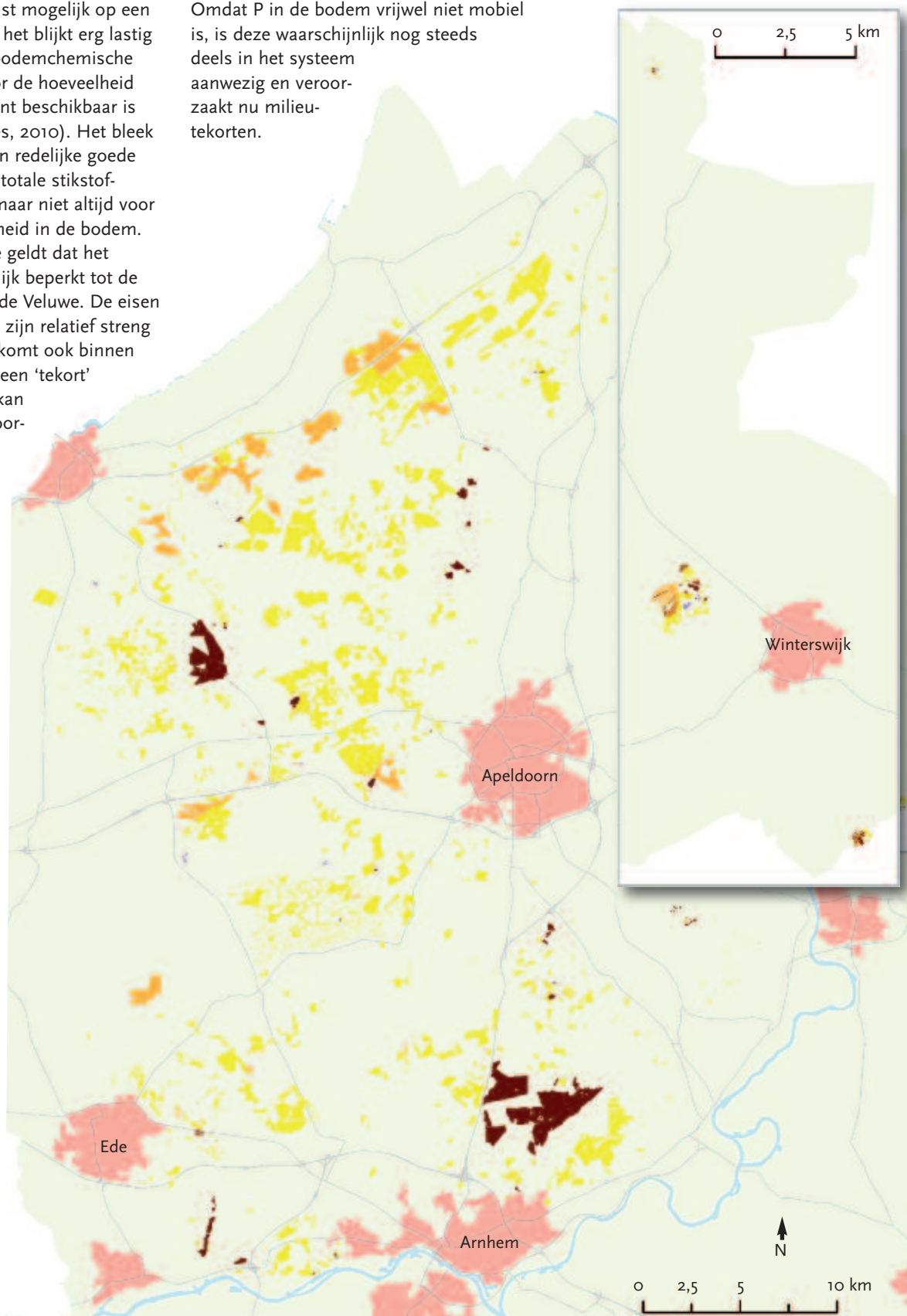
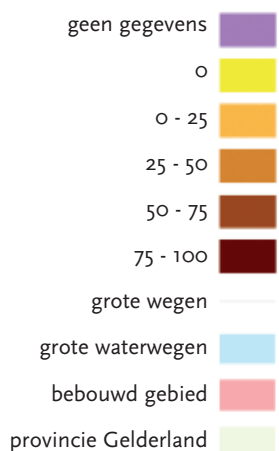
betekent hier een teveel aan N of P!). Voor het stikstofgehalte zijn deze tekorten voor veel typen relatief klein; veel gebieden vertonen geen tekorten voor het totale stikstofgehalte. Dit is een onverwacht resultaat gezien de hoge atmosferische depositie van stikstof. Het wijst mogelijk op een methodisch probleem; het blijkt erg lastig te zijn om een goede bodemchemische indicator te vinden voor de hoeveelheid stikstof die voor de plant beschikbaar is (van Dobben & de Vries, 2010). Het bleek dat de methode wel een redelijke goede voorspeller is voor het totale stikstofgehalte in de bodem, maar niet altijd voor de stikstofbeschikbaarheid in de bodem. 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 binnen andere typen wel eens een 'tekort' voor fosfaat voor. Dat kan worden verwacht op voor-

malige landbouwgronden of op plaatsen waar P met oppervlaktewater wordt aangevoerd. Op de Veluwe lijkt dat wat vreemd, maar vroeger heeft bosbemesting op de Veluwe plaatsgevonden, onder andere in het Speulderbos (Hommel et al., 1991). Omdat P in de bodem vrijwel niet mobiel is, is deze waarschijnlijk nog steeds deels in het systeem aanwezig en veroorzaakt nu milieutekorten.

### Wat nu ?

De resultaten geven aan dat in vrijwel alle habitatgebieden de abiotische condities onvoldoende zijn voor de aangewezen habitattypen. Daarmee zijn de doelstellin-

**Fig. 3.** Percentage milieutekorten per habitatgebied voor de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) voor alle door-gerekende habitattypen.



gen die in de aanwijzingsbesluiten van veel habitatgebieden zijn vastgelegd, namelijk verbetering van de kwaliteit of uitbreiding van het oppervlak van de habitattypen, moeilijk realiseerbaar. Waarschijnlijk zijn atmosferische depositie en verdroging de belangrijkste oorzaken. In de eerste plaats dienen die bestreden te worden via een brongerichte aanpak (vermindering van de depositie resp. de grondwateronttrekking en/of ontwatering), maar zolang die aanpak in onvoldoende mate mogelijk is (door maatschappelijke of technische belemmeringen) kunnen effectgerichte maatregelen overwogen worden.

Het oplossen van de verdrogingproblematiek vraagt om ingrepen in de waterhuishouding, die van invloed kunnen zijn buiten de natuurgebieden, bijvoorbeeld het herstel van kwelstromen zoals voorgesteld voor de Empese en Tondense heide (Jansen et al., 2008). Het aantal gebieden en de oppervlakte waarop dit plaats zou moeten vinden is relatief klein en daardoor lijkt dit haalbaarder. Ook voor de venen in de Oost Achterhoek zouden verdergaande maatregelen haalbaar kunnen zijn (www.synbiosys.alterra.nl, de Smidt et al., 2006). Tevens zouden de ingrepen in de beekdalen van de Veluwe succesvol kunnen zijn. Een voorbeeld

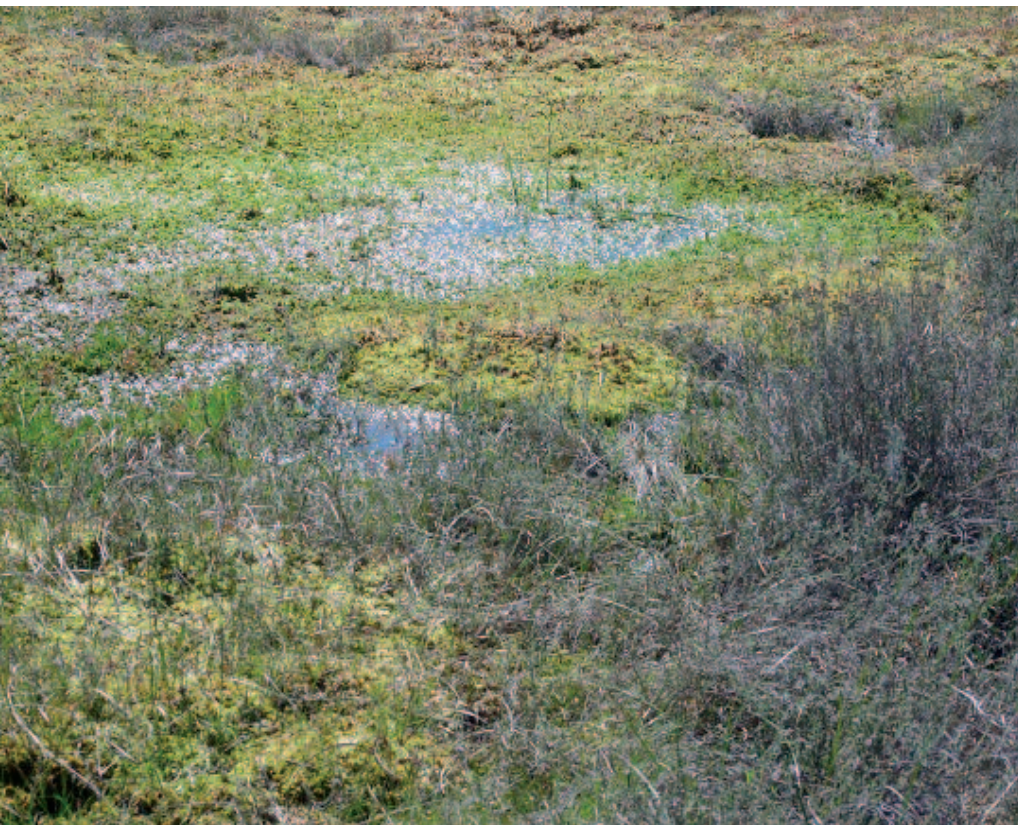
hiervan is het Renkums beekdal, waar door grootschalige bedrijfsverplaatsing een groot stroomdalgrasland kan ontstaan met een verbeterd ecohydrologisch systeem (www.renkumsbeekdal.info.nl).

Een voor de hand liggende oplossing voor de beperkte calciumvoorraad in de bodem is om weer te gaan bekalken, zoals dat vroeger ook gebeurde in de bossen (Wolf et al., 2006). Dit leidt echter onder de huidige omstandigheden tot verergering van de problematiek, omdat de opgebouwde nutriëntenvoorraad door bekalken wordt gemobiliseerd (Wolf et al., 2006). Het afvoeren van de nutriëntenvoorraden is in bossen waarschijnlijk onuitvoerbaar zonder het hele bos te vellen (Kuyper et al., 2004; Wamelink et al., 2009).

Er bestaat in Nederland brede consensus over het feit dat de slechte natuurkwaliteit op veel plaatsen een direct gevolg is van een slechte abiotische kwaliteit. Er zullen grote inspanningen (zowel maatschappelijk als financieel) nodig zijn om die kwaliteit te verbeteren. Daartoe zal het wel nodig zijn om hard aan te tonen dat die kwaliteit inderdaad onder de maat is. Wij hopen met onze methode daaraan een bijdrage te kunnen leveren.

## Literatuur

- Dobben, H. van & W. de Vries, 2010.** Relation between forest vegetation, atmospheric deposition and site conditions at regional and European scales. *Environmental Pollution* 158: 921-933.
- Ellenberg, H., H.E. Weber, R. Düll, V. Wirth, W. Werner & D. Pauli en, 1991.** Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18: 9-166.
- Graaf, M.C.C. de, R. Bobbink, N.A.C. Smits, R. van Diggelen & J.G.M. Roelofs, 2009.** Biodiversity, vegetation gradients and key biogeochemical processes in the heathland landscape. *Biological Conservation* 142: 2191-2201.
- Hommel, P.W.F.M., E.E.J.M. Leeters & J.G. Vrieling, 1991.** Veranderingen in bodem en vegetatie van het Speulderbos. *Staring Centrum Rapport* 104.1.
- Jansen, A.J.M., A.M.J. Sloot, S. Soede & M. van Ham, 2008.** Herstel van blauwgraslanden op de Empese en Tondense Heide? *De Levende Natuur* 209 (5): 197-204.
- Kuyper, Th.W., H.H. Bartelink, H.F. van Dobben, J.M. Klap & H. Weersink, 2004.** Behoud van natuurwaarden in droge, voedselarme bossen: hoe effectief zijn effectgerichte maatregelen? In: Duinen, G.J. van, R. Bobbink, Ch. van Dam, H. Esselink, R. Hendriks, M. Klein, A. Kooijman, J. Roelofs & H. Siebel (eds). *Duurzaam natuurherstel voor behoud van bio-*



Wooldse veen bij Winterswijk, habitatype H7120 'herstellende hoogvenen' (foto: Wieger Wamelink).



Wekeromse zand bij Wekerom, habitatype H2330 'zand

diversiteit 15 jaar herstelmaatregelen in het kader van het Overlevingsplan Bos en Natuur. Rapport EC-LNV 2004/305.

**Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & V. Westhoff, 1995.** De Vegetatie van Nederland. 1. Inleiding tot de plantensociologie: grondslagen, methoden en toepassingen. Opulus Press, Uppsala.

**Smidt, J.T. de, A.J.M. Jansen, J.M. Schouwe-naars & T. Verstrael, 2006.** Advies over het herstelplan Wooldse Veen en Witte Veen. Ministerie van LNV, directie IFZ/Bedrijfsuitgeverij.

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

**Wamelink, G.W.W., P.W. Goedhart, H.F. van Dobben & F. Berendse, 2005.** Plant species as predictors of soil pH: Replacing expert judgement with measurements. *Journal of Vegetation Science* 16: 461-470.

**Wamelink, G.W.W., P.W. Goedhart, J.Y. Frissel, R.M.A. Wegman, P.A. Slim & H.F. van Dobben, 2007.** Response curves for plant species and vegetation types. *Alterra Report* 1489.

**Wamelink, G.W.W., H.F. van Dobben & F. Berendse, 2009.** Vegetation succession as affected by decreasing nitrogen deposition, soil characteristics and site management:

a modelling approach. *Forest Ecology and Management* 258: 1762-1773.

**Wolf, R.J.A.M., W.J. Dimmers, P.W.F.M. Hommel, G.A.J. Jagers op Akkerhuis, J.G. Vrielink & R.W. de Waal, 2006.** Evaluatie effectgerichte maatregelen (EGM) in multifunctionele bossen - Bekalking en toevoegen van nutriënten. Deelrapport A3.2: evaluatie van de effecten op het bosecosysteem - een veldonderzoek naar vegetatie, humus en bodemfauna. *Alterra Rapport* 1337-5.

De achtergronden van dit artikel zijn in drie rapporten te vinden op [www.terra.wur.nl](http://www.terra.wur.nl), zoeken naar rapport 1781, 1836 en 1892.

### Summary

#### Soil quality for habitat areas insufficient

To preserve or enhance the quality of the habitat directive areas, the quality of the soil is one of the main factors. We assessed the soil quality for a large amount of habitat directive areas in the province of Gelderland in The Netherlands. We applied our newly developed indicator system for plant species to estimate the soil conditions based on the plant species composition for habitat directive areas.

The abiotic demands of the habitat types were estimated as well, for e.g. soil pH, nitrogen content of the soil or groundwater table. The calculated abiotic conditions of the soil were

compared with the demands of the habitat types, thus giving the suitability for a habitat type. This revealed that for all habitat directive areas at least for one of the assessed abiotic parameters the quality was insufficient. For instance the estimated soil pH was outside the range for the designated habitat vegetation type. For many areas the calcium content on the dry sandy soils was too low and the total nitrogen and phosphorus content too high. For the wet habitat types the groundwater table was too low.

### Dankwoord

Dit project is gefinancierd door de provincie Gelderland. Wij danken Dick van Hoffen van de provincie voor het meedenken en beschikbaar stellen van basisgegevens. De abiotische randvoorwaarden en de indicatorwaarden voor plantensoorten zijn ontwikkeld in het BO project 5235915 ecologische condities van het Ministerie van LNV.

Dr.ir. G.W.W. Wamelink, M. van Adrichem Msc. & Dr. H.F. van Dobben  
Alterra, Wageningen UR  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
[wieger.wamelink@wur.nl](mailto:wieger.wamelink@wur.nl)  
[marjolein.vanadrichem@wur.nl](mailto:marjolein.vanadrichem@wur.nl)  
[han.vandobben@wur.nl](mailto:han.vandobben@wur.nl)



verstuivingen' (foto: Wieger Wamelink).



Renkums beekdal bij Renkum, habitattype H6410 'Blauwgraslanden' (foto: Wieger Wamelink).