



Milieutekorten in Gelderse habitatgebieden; nulmeting op basis van vegetatieopnamen

G.W.W. Wamelink
M.H.C. van Adrichem
H.F. van Dobben



Milieutekorten in Gelderse habitatgebieden; nulmeting op basis van vegetatieopnamen



In opdracht van van de provincie Gelderland.

**Milieutekorten in Gelderse habitatgebieden; nulmeting op basis
van vegetatieopnamen**

**G.W.W. Wamelink
M.H.C. van Adrichem
H.F. van Dobben**

Alterra-rapport 1892

Alterra, Wageningen, 2009

REFERAAT

Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem & H.F. van Dobben, 2009. *Milieutekorten in Gelderse habitatgebieden; nulmeting op basis van vegetatieopnamen*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1892. 92 blz.; 39. fig.; 4 tab.; 21 ref.

In opdracht van de provincie Gelderland heeft Alterra de milieukwaliteit en de eventuele milieutekorten voor de habitattypen in beeld gebracht. Hiervoor is een eerder ontwikkeld en getest systeem gebruikt, waarbij de bodemomstandigheden van de habitattypen worden berekend op basis van vegetatieopnamen. Vervolgens is de berekende bodemkwaliteit vergeleken met de eisen die de habitattypen stellen aan de bodem. Milieutekorten, dwz een onvoldoende milieukwaliteit, werden vooral geconstateerd voor het calciumgehalte (te laag) en fosforgehalte (te hoog) van de bodem, maar ook voor het stikstofgehalte (te hoog) en pH (te laag). Voor de natte typen is de grondwaterstand vaak een probleem (te droog). Wanneer alle bodemcondities worden bekeken dan blijkt dat voor alle habitattypen voor nagenoeg alle gebieden de milieukwaliteit onvoldoende is. Dit betekent dat bijna overal de habitattypen in de provincie Gelderland niet goed ontwikkeld voor kunnen komen en dat maatregelen nodig zijn om de bodemkwaliteit te verbeteren.

Trefwoorden: abiotiek, calcium, fosfaat, fosfor, Gelderland, grondwaterstand, habitatgebieden, inventarisatie, Korenburger veen, milieutekorten, natura2000, pH, stikstof, vegetatieopnamen, Veluwe, verdroging, vermessing, verzuring

ISSN 1566-7197

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

© 2009 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: info.alterra@wur.nl

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

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

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
Verklarende woordenlijst	13
1 Inleiding	15
2 Materiaal en methode	17
2.1 Vegetatieopnamen	17
2.2 Bepaling van het milieutekort per vegetatieopname	17
2.3 Berekening van het gemiddelde tekort per habitatgebied en het overall milieutekort	19
2.4 Zoekkaarten voor nieuwe habitatgebieden	20
3 Resultaten	21
3.1 Milieutekort per vegetatieopname	21
3.2 Milieutekort per habitatgebied	21
3.3 Milieutekort per abiotische groep	50
3.4 Overall milieutekort per habitatgebied	55
3.5 Zoekkaarten voor nieuwe habitatgebieden	62
4 Discussie	75
5 Conclusies	79
Literatuur	81
<i>Bijlagen</i>	
1 Samenvatting van de ontwikkelde methode zoals die hier is toegepast	83
2 Samenvatting van de test van de methode zoals die hier is toegepast	85
3 Fortran programma voor de berekening van de milieutekort	87

Woord vooraf

Dit rapport is het derde en afsluitende deel over de bodemkwaliteit van de natuur in Gelderland. In het eerste deel, dat in nauwe samenwerking met een vergelijkbaar onderzoek van het IPO is uitgevoerd, is de methodiek van de bodemmeetlat ontwikkeld en toegelicht. In het tweede deel zijn een aantal relaties tussen vegetatieopnamen en fysiologisch respons beter geïkt. In dit laatste deel wordt de methodiek toegepast voor de Natura 2000 gebieden in Gelderland. De verkregen informatie over de bodemkwaliteit is gebaseerd op vegetatieopnamen uit het Gelderse vegetatiemeetnet. De resultaten vormen de nulmeting voor de actuele situatie.

Sinds het uitkomen van het eerste rapport zijn de respons-curves die ten grondslag liggen aan de meetlat bodemkwaliteit ook de nieuwe standaard geworden voor de beschrijving van de natuurdoeltypen. Zo is op nationaal niveau eenduidigheid over de kwantitatieve normstelling voor de bodemkwaliteit van de EHS. Dat maakt een rationele discussie mogelijk over de inzet van middelen voor herstelmaatregelen op basis van een eenduidige analyse van aard en omvang van de te nemen maatregelen. Zo kan ook door het gebruik van de meetlat tegemoet worden gekomen aan de kritiek die de algemene rekenkamer had op het ontbreken van de kwalitatieve doelen voor het natuurbeleid.

In dit rapport zijn voor het Natura 2000 gebied Veluwe de verschillen met de doelkwaliteit van de verschillende Habitat-typen in beeld gebracht. De doelkwaliteit is de bodemkwaliteit die kenmerkend is voor de habitat-typen en die nodig is voor een duurzaam voortbestaan daarvan.

Een paar opvallende resultaten van de nulmeting voor de Veluwe zijn het vrijwel overal aanwezige kalktekort. Dit maakt het opnemen van kalken als beheersmaatregel in het beheerplan voor de Veluwe absolute noodzaak. Zolang de oorzaak voor het verdwijnen van de kalk: een nog steeds veel te hoge zuurvormende depositie nog niet is weggenomen, zal deze effectgerichte maatregel nodig zijn om de instandhoudingsdoelstelling te realiseren. Wat ook opvalt is, dat er over grote delen van de Veluwe te veel fosfaat in de bodem zit. Waarschijnlijk een resultaat van de bemesting in de crisisjaren van de 20e eeuw. Bij herstelprojecten zal dit fosfaatprobleem dan ook steeds de nodige aandacht vereisen bij de keuze van de te nemen maatregelen. Speciaal voor de Veluwe zal de nulmeting ook gebruikt worden bij de locatiekeuze voor het uitbreiden van heidevegetaties.

Om de betrouwbaarheid en het detailniveau van de informatie over bodemkwaliteit nog te vergroten, zal in de loop van 2009 nog een aanvullend onderzoek worden uitgevoerd, waarbij eenmalig bodemanalyses worden uitgevoerd bij een groot aantal van de vaste meetpunten van het Gelderse vegetatiemeetnet. De extra data zullen ook worden toegevoegd aan het referentiebestand van Alterra. Het moge duidelijk zijn dat het volgen van deze werkwijze tot een steeds bredere toepassing van de "bodemmeetlat" leidt, zowel bij monitoring als het plannen van herstelmaatregelen.

Dick van Hoffen

Samenvatting

De provincie Gelderland wil in het kader van het ILG de huidige toestand van de habitattypen bepalen. Een van de kwaliteitsfactoren is de bodem. Deze kwaliteit kan onvoldoende zijn om de aanwezige habitattypen of de gewenste typen goed ontwikkeld voor te laten komen. In dit onderzoek wordt aangegeven wat de abiotische kwaliteit is van de habitatgebieden. Daarnaast is onderzocht of er op de Veluwe gebieden aan te wijzen zijn, buiten de al gedefinieerde habitattypen, waar habitattypen ontwikkeld zouden kunnen worden op basis van de geschiktheid van de abiotiek.

Berekenen van de abiotiek

Voor het berekenen van de abiotiek wordt gebruik gemaakt van vegetatieopnamen. Op basis van de soorten in de opname wordt de abiotiek berekend. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het door ons ontwikkelde indicator systeem (www.abiotics.wur.nl). Dit systeem gaat er vanuit dat soorten indicatief zijn voor de abiotiek én dat het berekenen van de gemiddelde waarde op basis van de soorten aanwezig in een vegetatieopname een goede indicatie is van de abiotiek voor de opname. De aldus berekende abiotiek voor calcium, magnesium bodem pH, de totale stikstof en fosfor gehalten, kalium, ammonium, nitraat, voorjaarsgrondwaterstand (GVG), hoogste grondwaterstand (GHG), laagste grondwaterstand (GLG) en vochtgehalte van de bodem zijn gebruikt om de milieutekortten te berekenen per habitatype.

Abiotische randvoorwaarden habitattypen

De abiotische randvoorwaarden voor habitattypen, die door ons in een eerder onderzoek zijn berekend, zijn gebruikt om de milieutekortten per habitatype te berekenen. Een voorbeeld van de randvoorwaarden per habitatype wordt gegeven in figuur a voor het habitatype stuifzand voor de abiotische factor bodem pH (zuurgraad van de bodem). Gegeven wordt de range waarbinnen het type goed ontwikkeld kan voor komen (groene gebied), matig ontwikkeld (oranje gebied) en slecht of niet (rode gebied). De ranges zijn gebaseerd op de percentielen van het voorkomen van de habitattypen in het veld. Aangenomen is dat in het oranje gebied het type nog wel kan voorkomen, maar slecht ontwikkeld. De belangrijke soorten zullen afwezig zijn. Er wordt aangenomen dat er dan een milieutekort voor het type aanwezig is. In het rode gebied wordt aangenomen dat het type niet kan voor komen; het milieutekort is te groot.

Berekenen milieutekort

Op basis van de abiotiek per opname en de eisen die een habitatype stelt zijn de milieutekortten berekend. Een tekort wordt berekend als de berekende waarde van de vegetatieopname buiten de groene range van het habitatype waartoe de opname ruimtelijk behoort valt. Het verschil tussen het 25 of 75 percentiel (al naar gelang van toepassing) wordt berekend. Om de tekorten vergelijkbaar te maken wordt het tekort omgerekend naar een percentage. Het tekort wordt gedeeld door de lengte van de abiotiek as tussen het 5 en 25 percentiel of het 75 en 95 percentiel. Vervolgens wordt

deze met 100% vermenigvuldigd. Tekorten groter dan 100% worden als 100% weergegeven.

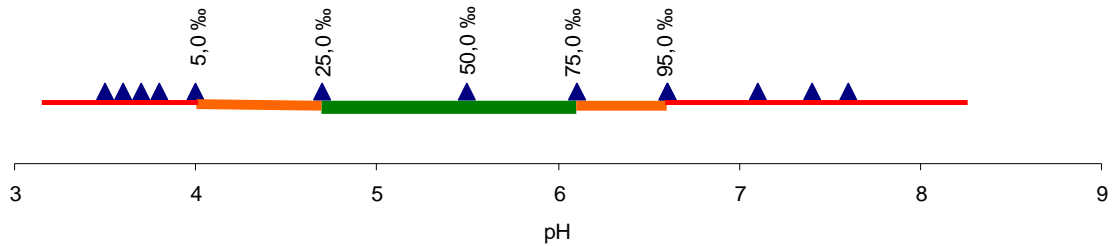


Fig. a. Abiotische randvoorwaarde voor bodem pH voor habitatype stuifzand. De driehoeken geven de verschillende berekende percentielen, groen geeft het gebied waar het type optimaal kan voor komen, oranje het gebied waar het type suboptimaal kan voorkomen en rood geeft het gebied waar het type niet kan voor komen.

Het tekort per habitatype gebied wordt berekend door alle opnamen die zich ruimtelijk binnen het gebied bevinden te middelen. Om een overzicht te krijgen zijn vervolgens de tekorten per abiotische groep berekend en daarna is het overall gemiddelde berekend (fig. b).

Milieutekorten

De meeste gebieden vertonen een milieutekort voor calcium; het calciumgehalte in de bodem is te laag. Daarnaast wordt er voor veel gebieden, ook op de Veluwe, een tekort voor totaal fosfor en fosfaat berekend; er is teveel beschikbaar. Dit wordt zeer waarschijnlijk veroorzaakt door vroegere bosbemesting. Op een aantal plaatsen is ook de grondwaterstand een probleem. Dit geldt voor de venen in het Oosten, maar ook voor plekken op de Veluwe. Dit laatste wordt deels veroorzaakt omdat droge en natte heide nu in sommige gebieden als een habitatype is gepland. Als er naar de overall tekorten wordt gekeken, dan valt op dat voor alle gebieden op de Veluwe en bijna alle venen in het Oosten er minstens een abiotische factor een milieutekort veroorzaakt; er zijn bijna geen gebieden waar er geen milieutekort is (fig. b). Voor veel gebieden wordt dit veroorzaakt door meerdere abiotische factoren. Dit betekent dat voor bijna alle habitatgebieden in Gelderland de milieukwaliteit onvoldoende is. Zonder maatregelen staan de habitattypen onder druk en kunnen zo, volgens de hier gehanteerde definitie op basis van de abiotiek, niet duurzaam goed ontwikkeld voorkomen. De situatie kan echter op bepaalde plekken binnen een habitatype gunstiger zijn, omdat hier een overzicht wordt gegeven voor het totale gebied. Tevens kunnen goed ontwikkelde situaties niet aanwezig zijn, omdat er geen vegetatieopnamen in onze database met opnamen aanwezig is. De hier gepresenteerde resultaten geven inzicht in de problemen op provinciale schaal. Gebruik hiervan op site niveau, bijvoorbeeld als leidraad om intensiever beheer uit te voeren of bijvoorbeeld te gaan plaggen, wordt afgeraden. Het wordt hier aanbevolen eerst de situatie ter plekke nader te analyseren.

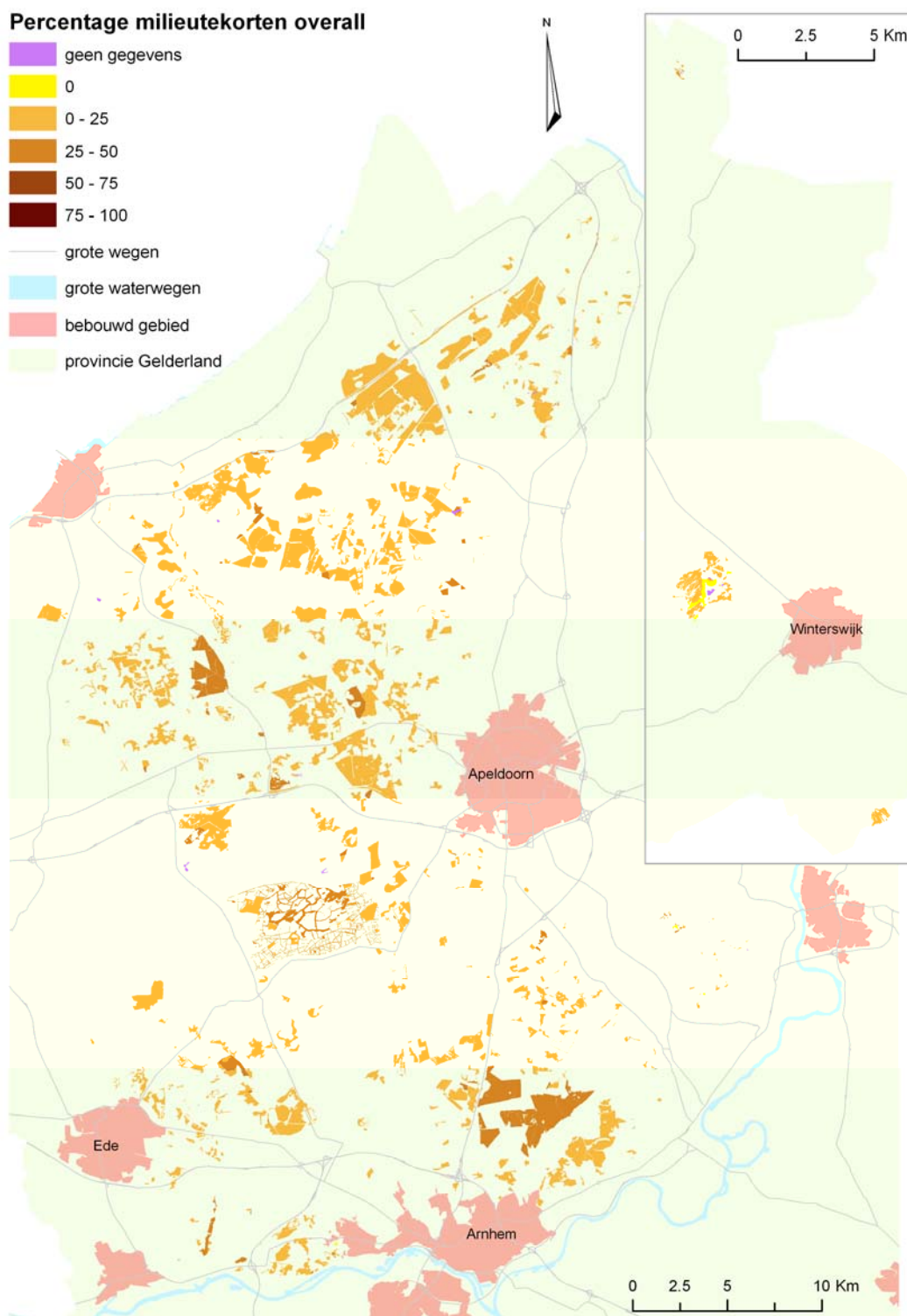


Fig. b. Het overall milieutekort voor de habitatgebieden in Gelderland. Gegeven wordt het gemiddelde tekort voor de abiotische randvoorwaarden gemiddeld per groep voor calcium, magnesium en pH (groep 1), GVG, GHG, GLG en vochtgehalte (groep 2), de totale gehalten in de bodem voor stikstof en fosfor (groep 3) en de macronutriënten kalium, ammonium, nitraat en fosfaat (groep 4).

Zoekkaarten

De zoekkaarten voor nieuwe habitatgebieden geven eenzelfde beeld als de overzichten voor de milieutekorten. Op veel plekken is de abiotiek beperkend om een nieuw gebied aan de al bestaande habitatgebieden toe te voegen. Omdat er meer gebieden zijn (volledige EHS) en meer kleinere vegetatie-eenheden zijn gebruikt lijkt de situatie iets gunstiger. Er zijn ook gebieden waar geen tekorten aanwezig zijn en waar het type op basis van de abiotiek goed ontwikkeld zou kunnen worden. Een voorbeeld wordt gegeven in fig. c, voor het habitattype stuifzandheiden met struikhei voor het calciumgehalte. Voor veel gebieden geldt dat het calciumgehalte te laag is om het type goed te ontwikkelen. Echter er zijn plekken waar er geen tekorten zijn en waar het calciumgehalte van de bodem dus voldoende is om het type in principe goed te kunnen ontwikkelen.

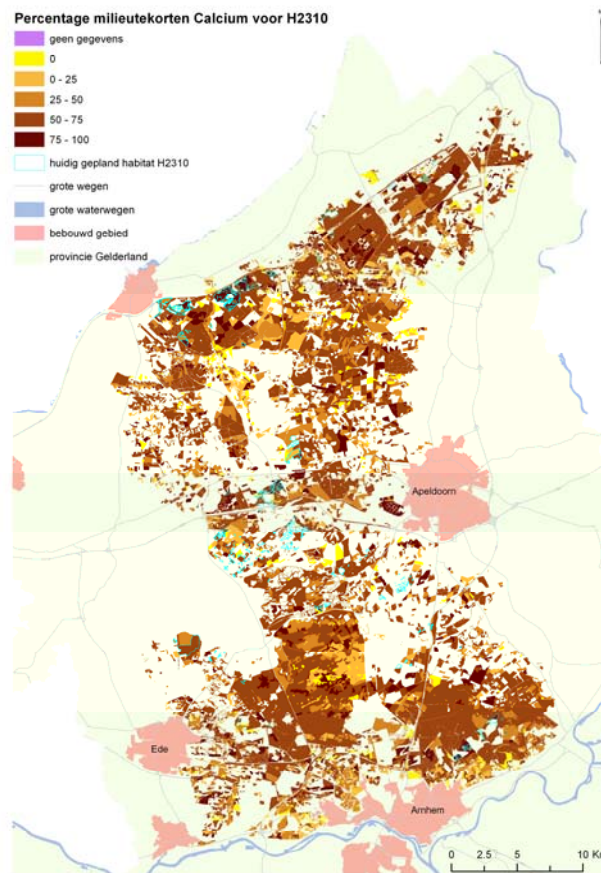


Fig. c. De milieutekorten voor Calcium voor Stuifzandheiden met struikhei.

Andere bodemparemeters kunnen op andere plekken weer problemen geven, zodat uiteindelijk ook hier naar het totaalplaatje moet worden gekeken. Daarnaast kunnen andere factoren een belangrijke rol spelen om het type al dan niet te ontwikkelen, bijvoorbeeld aardkundige of historische waarden. Voor de meeste typen geldt dat de grootste tekorten worden gevonden voor calcium en het totale fosforgehalte in de bodem, maar ook de pH en het totale stikstofgehalte geven regelmatig problemen. Voor de wat nattere typen geeft de grondwaterstand ook milieutekorten weer, het is te droog voor een goede ontwikkeling.

Verklarende woordenlijst

Abiotische randvoorwaarde	Voorwaarde waaronder een plantensoort of beheertype/habitatype voor kan komen, geschat op basis van gemeten waarde. Als uiterste randvoorwaarde wordt in dit onderzoek het gebied tussen 5% en 95% van de meetwaarden aangehouden
Associatie	Vegetatietype op basis van phytosociologische eigenschappen; een type bevat plantensoorten die vaak samen voor komen.
EHS	Ecologische Hoofdstructuur
Meetlat	Geheel van abiotische randvoorwaarden dat wordt meegenomen om het totale milieutekort te bepalen
Milieutekort	Het verschil tussen de uiterste gewenste abiotische waarde (op basis van de abiotische randvoorwaarde) en de gemeten of berekende waarde. Een tekort kan ook een teveel aan bijvoorbeeld nutriënten inhouden.
NGR-Database	Database met daarin vegetatieopnamen met gemeten abiotische bodemparameters zoals pH grondwaterstand of nitraatconcentratie
PQ	Permanent vierkant. Vastgelegde plek waar herhaald een vegetatieopname kan worden gemaakt
Respons curve	Berekening van de response van een plantensoort of habitatypen/beheertypen voor een abiotische randvoorwaarde
Vegetatieopname	Afgebakende plek in de vegetatie waar alle plantensoorten worden genoteerd, samen met hun bedekking
LMF	Landelijk meetnet flora. Landelijk meetnet waarvoor in alle vegetatietypen vegetatieopnamen worden gemaakt. Zover ze in Gelderland liggen zijn de opnamen gebruikt in dit onderzoek.
MFV	Meetnet functievervulling. Meetnet van vegetatieopnamen. Zover ze in Gelderland liggen zijn de opnamen gebruikt in dit onderzoek.
habitatype	vegetatietype zoals gedefinieerd voor de Natura2000 gebieden.
GVG	gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand
GHG	gemiddelde hoogste grondwaterstand
GLG	gemiddelde laagste grondwaterstand

1 Inleiding

De landelijke overheid heeft de verantwoordelijkheid voor het beheer, inrichting en totstandkoming van de EHS bij de provincies neergelegd. De provincies zijn daardoor o.a. verantwoordelijk voor de abiotische geschiktheid van de EHS en de Natura 2000 gebieden. Op het ogenblik wordt op allerlei vlakken onderzoek gedaan naar de kwaliteit en vereisten van de EHS en de Natura 2000 gebieden. In het kader daarvan heeft de provincie Gelderland Alterra verzocht de abiotische kwaliteit van de Natura 2000 gebieden in Gelderland in kaart te brengen. Het doel was de huidige kwaliteit van de Natura 2000 gebieden aan te geven en eventuele milieutekortingen in kaart te brengen voor een serie van abiotische factoren en deze op te schalen naar een indicator van de milieukwaliteit. Deze ‘inventarisatie’ staat niet op zich, maar is bedoeld als nulmeting. In de toekomst zal de exercitie worden herhaald om te kijken of de situatie, al dan niet na ingrepen, is verbeterd.

De provincie Gelderland wil daarom in het kader van de beheerplannen Natura 2000 in Gelderland een nulmeting laten uitvoeren voor de Natura 2000 gebieden. De bodemkwaliteit wordt dan in beeld gebracht. De bodemkwaliteit van natuurgebieden (Natura 2000 gebieden en EHS) voldoet op veel plaatsen niet aan de eisen die de natuur stelt (van Dobben et al. 2003, Wamelink et al. 2003a 2003b 2003c, Kemmers et al. 2007, van Dobben et al. 2008, Clarck & Tilman 2008), hoewel een goede site specifieke inventarisatie ontbreekt. Voor droge gebieden (bos en heide, welke een groot deel vormen van de N2000 gebieden in Gelderland) geldt dat ongeveer 90% is verzuurd en 75% van de nieuwe natuurgebieden is verzadigd met fosfaat. 90% van de verdroogde natuur heeft een slechte bodemkwaliteit (schattingen uit het ‘Uitvoeringsprogramma Integraal Natuurherstel’). In de omgevingsplannen (GMP, WHP en Reconstructieplannen) staat dat de verbetering van lucht, water en bodem voor het realiseren van de natuurdoelen van groot belang is. Voor de Natura 2000 gebieden zou voor 2015 een gunstige staat van instandhouding bereikt moeten. Voor de overige EHS geldt dat de tekorten in milieukwaliteit in 2027 moeten zijn opgelost.

De maatregelen om de stikstofdepositie te verminderen beginnen vruchten af te werpen (Kelly et al., 2002; Tarasón et al., 2003). Echter op veel plaatsen is de depositie nog steeds boven de critical load (van Dobben et al. 2004, Gies et al. 2007, van Dobben & van Hinsberg 2008). De verzuring en vooral de vermesting van de bodem is nog niet tot staan gebracht, het tempo waarmee dit gebeurt, is wel trager dan in de periode 1960-1990. De periode met de grootste belasting van de bodem ligt waarschijnlijk achter ons. Daarom gaan terreinbeheerders er steeds meer toe over bodemherstelmaatregelen uit te nemen. Dit is noodzakelijk om de pH van de bodem te herstellen en de opgebouwde nutriëntenvoorraden af te voeren (van Dobben et al. 2003, Wamelink et al. 2003a 2003c). Ingrijpen door middel van beheer is noodzakelijk omdat zelfs in het gunstigste geval, het natuurlijk herstel waarschijnlijk minstens decennia lang zal duren. In veel gevallen zal het herstel waarschijnlijk eeuwen duren, als de situatie al op natuurlijke wijze zal herstellen (Wamelink 2007).

Het voorkomen van veel rode lijst soorten hangt in hoge mate af van het feit of herstelmaatregelen worden uitgevoerd. In nieuwe natuur moeten inrichtingsmaatregelen worden genomen en ook daar moeten nutriëntenvoorraden worden aangevoerd. Dat gebeurt via een aantal specifieke herstelmaatregelen. Zonder deze herstelmaatregelen is realiseren van een 'goede staat van instandhouding' in de Natura 2000 gebieden voor 2015 niet mogelijk.

Om de milieutekortingen voor de N2000 gebieden in Gelderland in beeld te brengen is de methode gebruikt die eerder is ontwikkeld (Wamelink et al. 2008a) en getest (Wamelink et al. 2008b) voor dit onderzoek. De samenvattingen van beide rapporten zijn opgenomen in bijlage 1 en bijlage 2, zodat dit rapport zelfstandig kan worden gelezen. De methode is ook toegepast op gebieden om aan te kunnen wijzen waar in de toekomst een ander habitatype zou kunnen worden ontwikkeld. Het resultaat hiervan zijn de zogenaamde zoekkaarten. Hierop valt de abiotische geschiktheid af te lezen voor een bepaald habitatype. Deze exercitie is alleen uitgevoerd voor de Veluwe en voor een beperkt aantal habitatypen. De belangrijkste kaarten worden in dit rapport op papier gegeven. Alle resultaten, ook voor de bepaling van de milieutekortingen, zijn beschikbaar via de bijgevoegde Cd-rom (in arc-gis versie 9.3, Esri inc.).

Leeswijzer

In het eerste deel van dit rapport wordt beschreven hoe de milieutekortingen voor de habitatgebieden zijn berekend en de resultaten worden gepresenteerd en bediscussieerd. In het tweede van elk hoofdstuk deel worden de zogenaamde zoekkaarten gepresenteerd, waarmee de abiotisch meest geschikte locaties voor een habitatype kunnen worden aangewezen. Aan het begin van het rapport is een verklarende woordenlijst toegevoegd. De kaart met habitatypen is achteraan de resultaten nogmaals geplaatst op een uitklappagina (fig. 39 p. 73), zodat deze naast de andere resultaatkaarten kan worden bekeken.

2 Materiaal en methode

2.1 Vegetatieopnamen

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van vegetatieopnamen. De opnamen werden geselecteerd uit de databases van de vegetatie van Nederland (Schaminée et al. 1995), Meetnet Functievervulling (Dirkse et al. 2000), Landelijk meetnet flora (Centraal Bureau voor de Statistiek 2000) en de database van de provincie Gelderland. Alleen opnamen van na 1995 werden geselecteerd. Voor de geselecteerde opnamen is met behulp van indicatoren voor de abiotische randvoorwaarden per plantensoort de abiotiek geschat (www.abiotic.wur.nl, Wamelink et al. 2005). De geschatte abiotische waarden per vegetatieopname zijn vergeleken met de abiotische randvoorwaarden per habitatype (zie Wamelink et al. 2008a). Voor elke opname wordt een tekort berekend, ook als er maar een indicerende soort aanwezig is. Normaal wordt een minimum van 5 indicerende soorten aangehouden. Dat is hier niet gedaan omdat er dan minder opnamen overblijven en omdat de opnamen later per habitatgebied samen zijn genomen en een gemiddelde wordt berekend.

2.2 Bepaling van het milieutekort per vegetatieopname

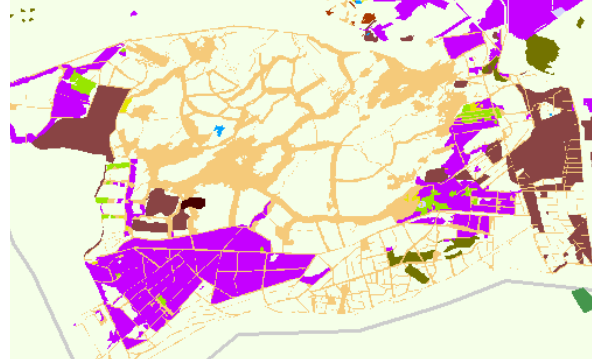
Er is een berekening uitgevoerd per vegetatieopname voor de abiotische bodemvariabelen pH, Ca, Mg, K, NO₃, NH₄, N_{tot}, PO₄, P_{tot}, vochtgehalte, GVG, GHG en GLG. Voor de berekening van de milieutekortten per vegetatieopname is de methode gebruikt zoals die staat beschreven in Wamelink et al (2008a) en is getest door hen (Wamelink et al. 2008b). Hier wordt alleen een korte samenvatting gegeven van de methode, box 1 geeft een voorbeeld berekening voor het habitatype zandverstuivingen (H2330). Deze schatting is gebaseerd op fysieke grootheden en dus niet op Ellenberg indicatiewaarden (Ellenberg et al. 1991). Als basis dienen de vegetatieopnamen met de berekende abiotiek. Een milieutekort wordt berekend als de geschatte waarde beneden of boven de grenswaarde ligt, afhankelijk van de abiotische factor. Voor bodem pH, Ca, Mg, vochtgehalte, GVG, GHG en GLG is de laagste grenswaarde aangehouden waarvoor er een tekort wordt berekend. Voor NO₃, NH₄, N_{tot}, PO₄ en P_{tot} wordt er een tekort berekend als de berekende waarde voor de vegetatieopname boven de grenswaarde ligt.

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

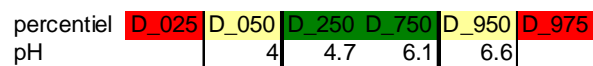
Stap 1. Een vegetatieopname met soorten met een indicatorwaarde geeft een gemiddelde berekende pH

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

Stap 2. De vegetatieopname wordt gekoppeld met de kaart (via de coördinaten) en dus met een habitatype (zandverstuivingen H2330).



Stap3. Geef de abiotische range voor het type zandverstuivingen voor pH. Het type kan goed ontwikkeld komen 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 voor komen buiten het 5 percentiel (rood),



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

Tekort = lage grens goede pH – berekende pH voor opname = 4,7 – 4,1 = 0,6

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

Relatieve tekort = Tekort / (lage grens goede pH– lage grens matig ontwikkelde pH) * 100%

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

Het absolute tekort zoals boven berekend wordt gebruikt om een relatief tekort te berekenen. Hiervoor wordt het verschil tussen de 5 en 25 percentielen of de 75 en 95 percentielen voor de habitattypen berekend. Vervolgens wordt het berekende milieutekort gedeeld door het verschil tussen de percentielen en vermenigvuldigd met 100%. Het resultaat is een milieutekort percentage. Als het milieutekort groter dan 100% is wordt dit op 100% gezet. Feitelijk houdt dit in dat een berekende abiotische waarde die lager ligt dan het 5 percentiel of hoger dan het 95 percentiel op 100% tekort wordt gezet. Dit komt overeen met de aanname dat buiten die percentielen het habitatype niet voor kan komen. Voor het berekenen van de totale milieutekortten heeft dit consequenties, deze valt dan relatief laag uit als er deels tekorten voorkomen die groter dan 100% zijn.

Voor de berekening is gebruik gemaakt van een Fortran programma (Compaq Visual Fortran, Compaq Computer Corporation, zie bijlage 3).

2.3 Berekening van het gemiddelde tekort per habitatgebied en het overall milieutekort

In de habitattypenkaart komen gebieden voor waaraan meerdere habitattypen zijn toegewezen. Om per habitatype tekorten te kunnen berekenen, zijn op plaatsen waar dit het geval was, polygonen (vlakken) toegevoegd, zodat elke polygoon overeenkomt met één habitatype.

Om van tekorten per vegetatieopname te komen tot een tekort per habitatypegebied, zijn de tekorten van de vegetatieopnames gemiddeld over het habitatypegebied waarin ze zich bevinden. Vervolgens is dit gemiddelde tekort toegekend aan het betreffende habitatypegebied.

Tabel 1. Groepering van de abiotische randvoorwaarden ten bate van de berekening van een groep- en overall tekort in milieukwaliteit.

Nr	groepsnaam	abiotische randvoorwaarde	Weegwaarde
1	zuurgraad	pH, Magnesium en calcium	1
2	grondwaterstand	GVG, GLG, GHG en vochtgehalte	1
3	totaal gehalten	stikstof, fosfor	1
4	macronutriënten	nitraat, ammonium, kalium en fosfaat	1

Ten opzichte van Wamelink et al. (2008a,b) is de berekening van de overall milieutekortten enigszins gewijzigd. De zoutgroep is niet meegenomen, want die speelt geen rol in de habitatgebieden (Tabel 1). Verder zijn de basische kationen calcium en magnesium samen genomen met de pH. De basische kationen beïnvloeden namelijk rechtstreeks de pH. Zij kunnen ook indicatoren zijn van basenrijke kwel, daarvoor wordt echter naar de afzonderlijke kaarten per abiotische factor verwezen. Binnen een groep tellen alle factoren even zwaar mee, er wordt een ongewogen gemiddelde berekend. Ook hier zijn de groepstekorten eerst per

vegetatieopname berekend. Vervolgens zijn deze groepstekorten gemiddeld over het habitatypegebied waarin de opnames zich bevinden.

Voor het bepalen van het overall milieutekort zijn de tekorten van de 4 abiotiekgroepen ongewogen gemiddeld.

2.4 Zoekkaarten voor nieuwe habitatgebieden

Voor de zoekkaarten zijn per habitatype en per abiotische factor tekorten voor de Veluwe berekend (Figuur 2 tot en met Figuur 14). Dit betekent dat er in totaal 130 kaarten beschikbaar zijn. We hebben ervoor gekozen om in het rapport per habitatype de vier kaarten met de grootste tekorten te laten zien. Alle kaarten zijn beschikbaar via de bijgevoegde CD.

De tekorten voor de zoekkaarten zijn bepaald door de hele Veluwe voor het desbetreffende habitatype door te rekenen. Hiervoor zijn er meer opnamen gebruikt dan voor het berekenen van de milieutekorten voor de habitatgebieden. Alle vegetatieopnamen binnen de EHS (voor de Veluwe) zijn geselecteerd na 1995. De gevolgde procedure is verder gelijk aan de berekening van de milieutekorten voor de habitatypen. Met behulp van deze kaarten kan per habitatype en per abiotische factor bekeken worden waar het bodemmilieu op dit moment het meest geschikt is voor dat habitatype.

3 Resultaten

3.1 Milieutekorten per vegetatieopname

De milieutekorten per vegetatieopname worden hier niet getoond. Zij vormen de basis voor de berekening van de tekorten per habitatgebied. De tekorten zijn wel beschikbaar via de bijgevoegde CD.

3.2 Milieutekorten per habitatgebied

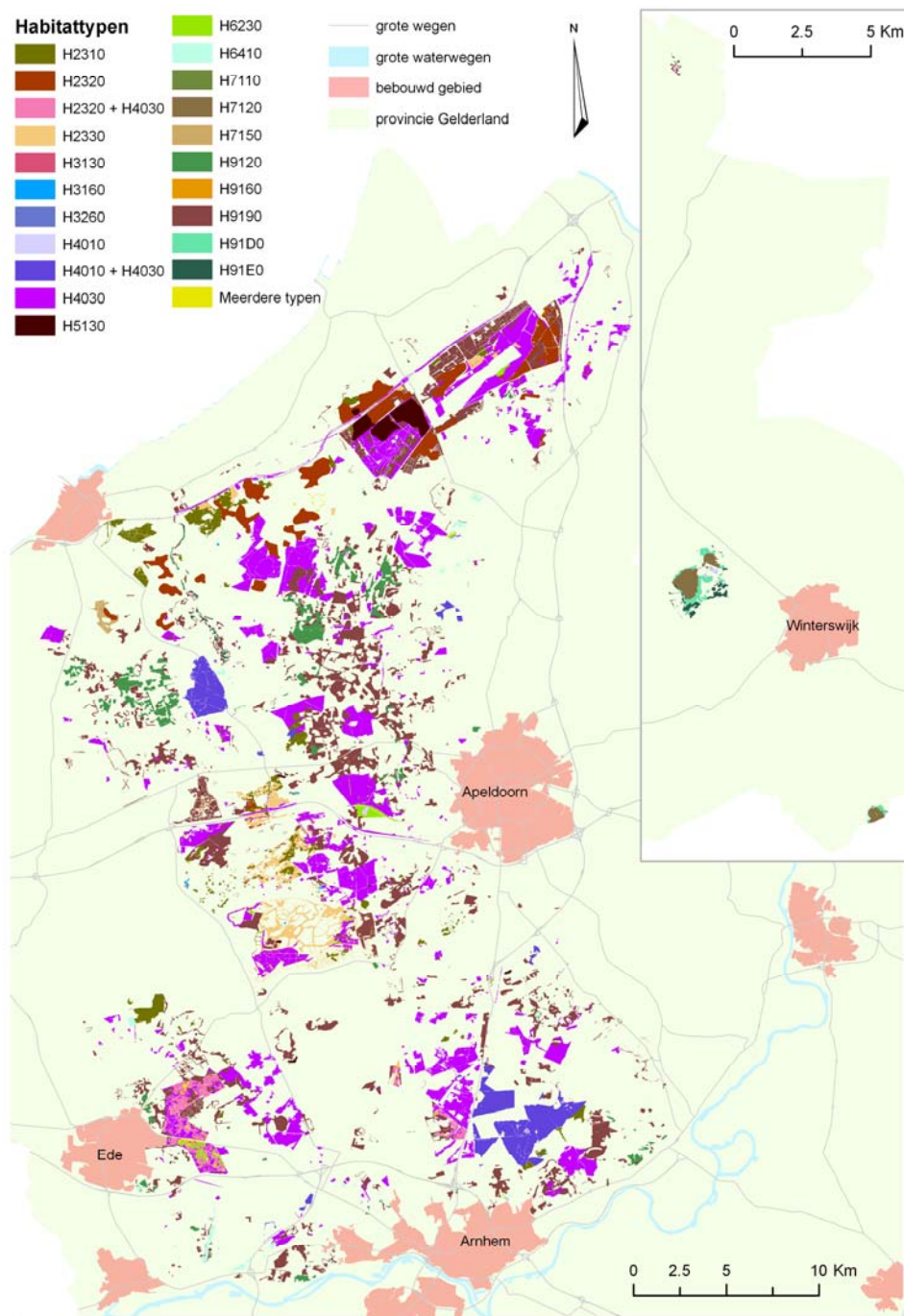
De gemiddelde tekorten per habitattypen en per abiotische factor worden gegeven in Tabel 2 (voor het absolute tekort) en Tabel 3 (voor het procentuele tekort). Hoe de tekorten over de habitatgebieden verdeeld zijn, wordt getoond in Figuur 2 tot en met Figuur 14. Het aantal waarnemingen dat beschikbaar is om de tekorten op te baseren verschilt per habitattypen. Dit wordt deels veroorzaakt door het relatieve belang van de verschillende typen, maar ook door de voorkeuren van de waarnemers. Voor alle habitattypen samen worden voor alle randvoorwaarden wel tekorten gevonden. De grootste tekorten zijn er voor calcium (voor alle habitattypen), fosfaat gehalte en het totale stikstofgehalte in de bodem. De grondwaterstand (GVG, GHG en GLG) laat vooral voor de natte typen tekorten zien. Dit geldt ook voor het vochtgehalte in de bodem, al kan daar voor een aantal typen geen tekort worden berekend wegens gebrek aan data. Voor kalium en magnesium zijn voor een aantal typen wat milieutekort aanwezig, al is het tekort relatief klein. De heide typen, in de breedste zin, vertonen een tekort, d.w.z. de berekende gehalten in de bodem zijn te hoog om een goede ontwikkeling van de typen mogelijk te maken. De tekorten voor nitraat en ammonium zijn nagenoeg afwezig, alleen voor beken en rivieren met waterplanten is het nitraatgehalte veel te hoog (voor ammonium kon voor dit type geen berekening worden uitgevoerd). De actuele bodemgehalten van ammonium en nitraat lijken dus geen belemmering te zijn voor de typen, wat opvallend is. Het totale N gehalte laat wel voor veel typen tekorten zien, al ligt het gemiddelde nergens heel hoog (het maximum is 31% voor zwakgebufferde vennen). Het geeft aan dat er bijna overal te veel stikstof aanwezig is in de bodem. Hetzelfde geldt voor het totale fosfor gehalte in de bodem, al vertonen een geringer aantal typen een tekort. Daar waar er een milieutekort berekend wordt is die procentueel hoger. De beschikbaarheid van fosfaat, dat in principe beschikbaar is voor de vegetatie laat veel grotere tekorten zien en voor nagenoeg alle habitattypen. Dit maakt fosfaat samen met calcium tot de belangrijkste milieutekort, naast de grondwaterstand voor de nattere typen.

Tabel 2. Gemiddelde absolute milieutekorten per habitattype, geschat op basis van 3900 vegetatieopnamen. Tekorten met een a konden niet worden berekend (met gem.: gemiddelde en s.d.: standaard deviatie).

code	naam habitat	n	Ca		GHG		GLG		GVG		K		Mg		NH4		NO3		Ntot		pH		PO4		Prot		vocht	
			gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.
H2310	Stuifzandheiden met struikhei	126	184	60	0	0	0	0	0	1	1.8	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.00	0.00	0.32	0.38	54.6	16.3	a	a
H2320	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	234	186	53	0	0	0	0	0	1	0.9	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5	75	0.00	0.00	0.21	0.28	57.7	17.5	a	a
H2330	Zandverstuivingen	95	274	60	10	9	17	14	0	1	0.0	0.0	0.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	498	459	0.18	0.28	0.00	0.00	19.6	18.0	0.0	0.0
H3130	Zwakgebufferde vennen	50	385	589	74	21	40	35	67	14	0.0	0.0	1.6	4.7	4.7	3.6	0.0	0.0	2012	4683	0.32	0.49	0.30	0.35	0.0	0.0	4.1	5.8
H3260	Beken en rivieren met waterplanten	16	307	363	41	14	47	16	24	10	0.0	0.0	0.0	0.0	a	a	0.7	0.1	866	2461	1.29	0.48	0.17	0.40	0.0	0.0	1.6	1.7
H4010	Vochtige heiden	345	890	292	53	19	49	26	62	13	0.6	5.0	4.4	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	55	382	0.03	0.06	0.04	0.16	0.0	0.0	3.2	2.6
H4030	Droge heiden	1439	173	69	0	0	0	0	0	0	4.2	19.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115	984	0.00	0.00	0.19	0.35	72.5	20.6	a	a
H5130	Jeneverbesstruwelen	138	250	49	0	0	0	0	0	0	0.2	2.9	0.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	17	91	0.00	0.00	0.18	0.27	6.1	10.2	0.0	0.0
H6230	Heischrale graslanden	53	780	167	15	14	11	17	11	9	4.8	12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	132	962	0.02	0.05	0.23	0.33	0.0	0.0	0.0	0.0
H6410	Blauwgraslanden	126	766	621	46	16	20	25	40	13	0.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	664	1951	0.05	0.18	0.21	0.30	0.0	0.0	0.2	1.2
H7110	Actieve hoogvenen	7	741	106	11	9	3	7	4	5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.0	0.0	1.7	3.2
H7120	Herstellende hoogvenen	107	485	315	8	14	4	10	12	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52	289	0.00	0.00	0.01	0.05	0.0	0.0	1.8	3.5
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst	116	323	134	0	0	0	0	0	0	1.7	17.9	0.4	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.00	0.00	0.08	0.26	0.0	0.0	0.0	0.0
H9190	Oude eikenbossen	906	94	59	0	0	0	0	0	0	1.6	10.8	5.5	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	125	1005	0.00	0.00	0.10	0.22	2.3	11.6	a	a
H91D0	Hoogveenbossen	42	128	240	1	3	0	2	1	4	0.0	0.0	0.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	735	1818	0.00	0.00	0.09	0.18	0.0	0.0	0.0	0.0
H91E0	Vochtige alluviale bossen	100	578	424	0	0	1	3	0	0	0.3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1171	3163	0.05	0.13	0.09	0.27	0.0	0.0	0.0	0.0
	Alle typen gemiddeld	3900	397	225	16	8	12	10	14	5	1	5.3	0.8	1.4	0.3	0.2	0.0	0.0	403	1145	0.12	0.10	0.14	0.24	13.3	5.9	1.1	1.5

Tabel 3. Gemiddelde procentuele milieutekorten per habitattypen, geschat op basis van 3900 vegetatieopnamen. Tekorten met een a konden niet worden berekend (met gem.: gemiddelde en s.d.: standaard deviatie).

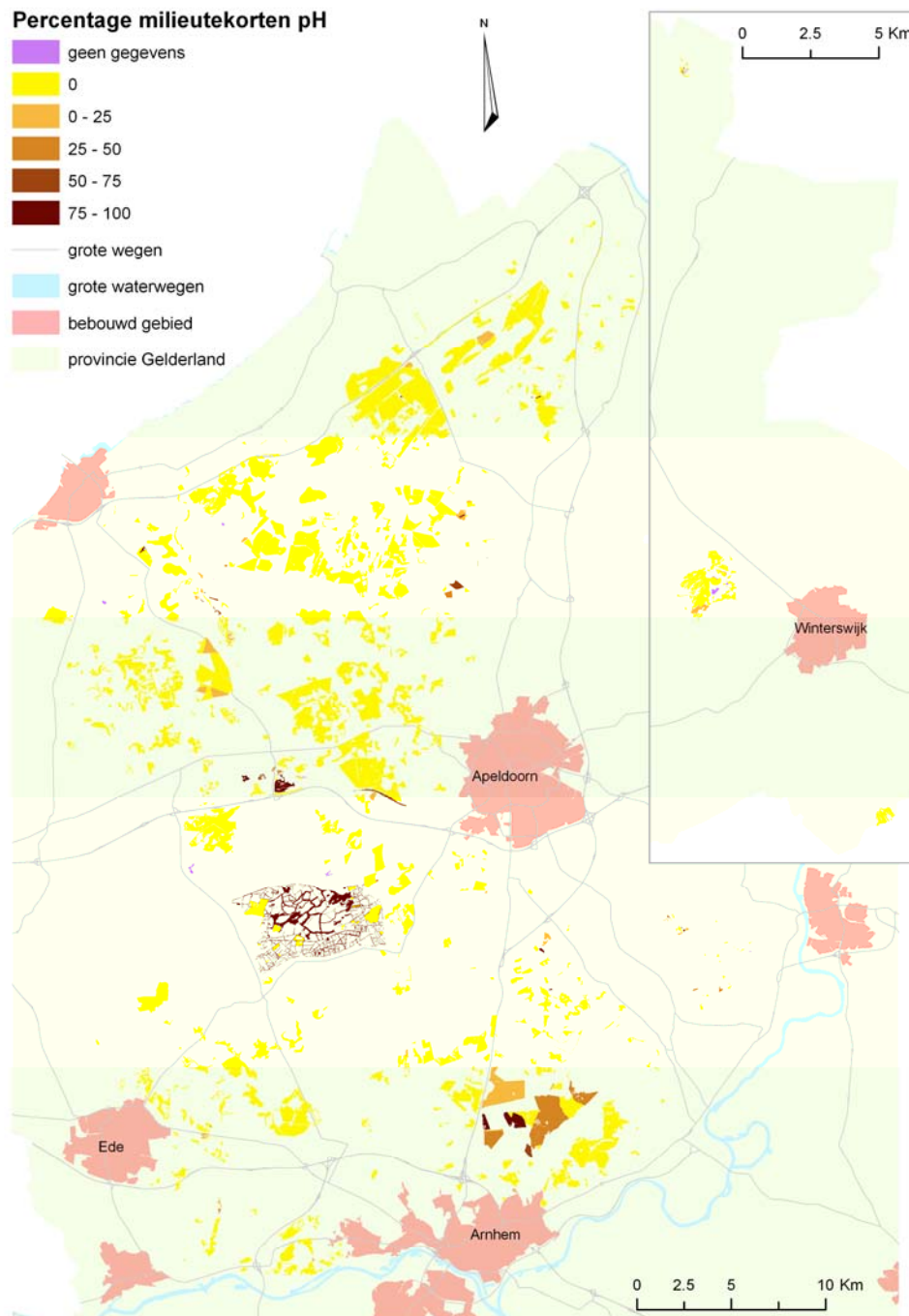
code	naam habitat	n	Ca		GHG		GLG		GVG		K		Mg		NH4		NO3		Ntot		pH		PO4		Prot		vocht		
			gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.
H2310	Stuifzandheiden met struikhei	126	68	22	0	0	0	0	0	2	6	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	44	65	19	a	a
H2320	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen	234	68	20	0	0	0	0	1	3	4	19	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	40	42	68	18	a	a	
H2330	Zandverstuivingen	95	80	17	21	19	25	21	1	3	0	0	1	2	0	0	0	0	25	23	20	31	0	0	14	13	0	0	
H3130	Zwakgebufferde vennen	50	36	45	100	0	74	35	100	0	0	0	3	9	7	5	0	0	31	43	30	41	65	38	0	0	25	34	
H3260	Beken en rivieren met waterplanten	16	46	49	100	0	96	17	90	22	0	0	0	0	a	a	100	0	16	36	94	25	5	11	0	0	18	18	
H4010	Vochtige heiden	345	92	26	94	21	82	36	100	5	2	11	12	14	0	0	0	0	2	15	13	28	5	21	0	0	39	31	
H4030	Droge heiden	1439	61	24	0	0	0	0	0	1	9	28	0	0	0	0	0	0	2	14	0	0	29	40	86	12	a	a	
H5130	Jeneverbesstruwelen	138	96	15	0	0	0	0	0	0	1	9	3	10	0	0	0	0	3	13	0	0	35	46	6	10	0	0	
H6230	Heischrale graslanden	53	97	14	31	29	18	28	37	30	10	25	0	0	0	0	0	0	2	14	5	14	28	39	0	0	0	0	
H6410	Blauwgraslanden	126	77	39	100	3	58	40	100	0	0	2	0	0	0	0	0	0	14	34	9	26	37	39	0	0	2	14	
H7110	Actieve hoogvenen	7	100	0	21	17	4	11	9	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	5	9	
H7120	Herstellende hoogvenen	107	71	43	14	26	6	16	31	29	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11	0	0	6	19	0	0	5	10	
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst	116	79	32	0	1	0	0	0	0	1	9	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	19	33	0	0	0	0	
H9190	Oude eikenbossen	906	48	30	0	0	0	0	0	0	2	11	11	13	0	0	0	0	3	17	0	0	22	35	3	14	a	a	
H91D0	Hoogveenbossen	42	20	36	2	8	1	4	4	14	0	0	1	3	0	0	0	0	18	35	0	0	24	36	0	0	0	0	
H91E0	Vochtige alluviale bossen	100	50	47	0	0	3	16	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	21	38	10	27	8	23	0	0	0	0	
	Alle typen gemiddeld	3900	68	29	30	8	23	14	30	8	2	9	2	3	0	0	6	0	9	18	11	12	23	29	15	5	8	10	



Figuur 1. Habitatrichtlijn habitatgebieden voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

Figuur 1 geeft de Habitat gebieden in de Provincie Gelderland, zoals die bekend waren bij het begin van dit project in 2008. Inmiddels de lijst met habitat gebieden gegroeid, maar deze konden niet worden meegenomen in dit onderzoek. Sommige gebieden hebben meer dan een habitattypen toegewezen gekregen. Voor elk van die typen is het eventuele milieutekort berekend, echter wel op basis van dezelfde vegetatieopnamen. Om de kaart compact te houden, worden de habitatgebieden in het oosten van

Gelderland (rond Winterswijk) in een inzetkader weergegeven. Ditzelfde is gedaan bij alle volgende kaarten met resultaten. Het is mogelijk dat in de (nabije) toekomst meer habitat gebieden worden toegevoegd. Tabel 4 geeft een overzicht van de habitattypen inclusief de code die gebruikt is voor de kaart.



Figuur 2. Percentage milieutekorten per habitatype voor pH voor de Veluwe en voor het Teeselinken, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

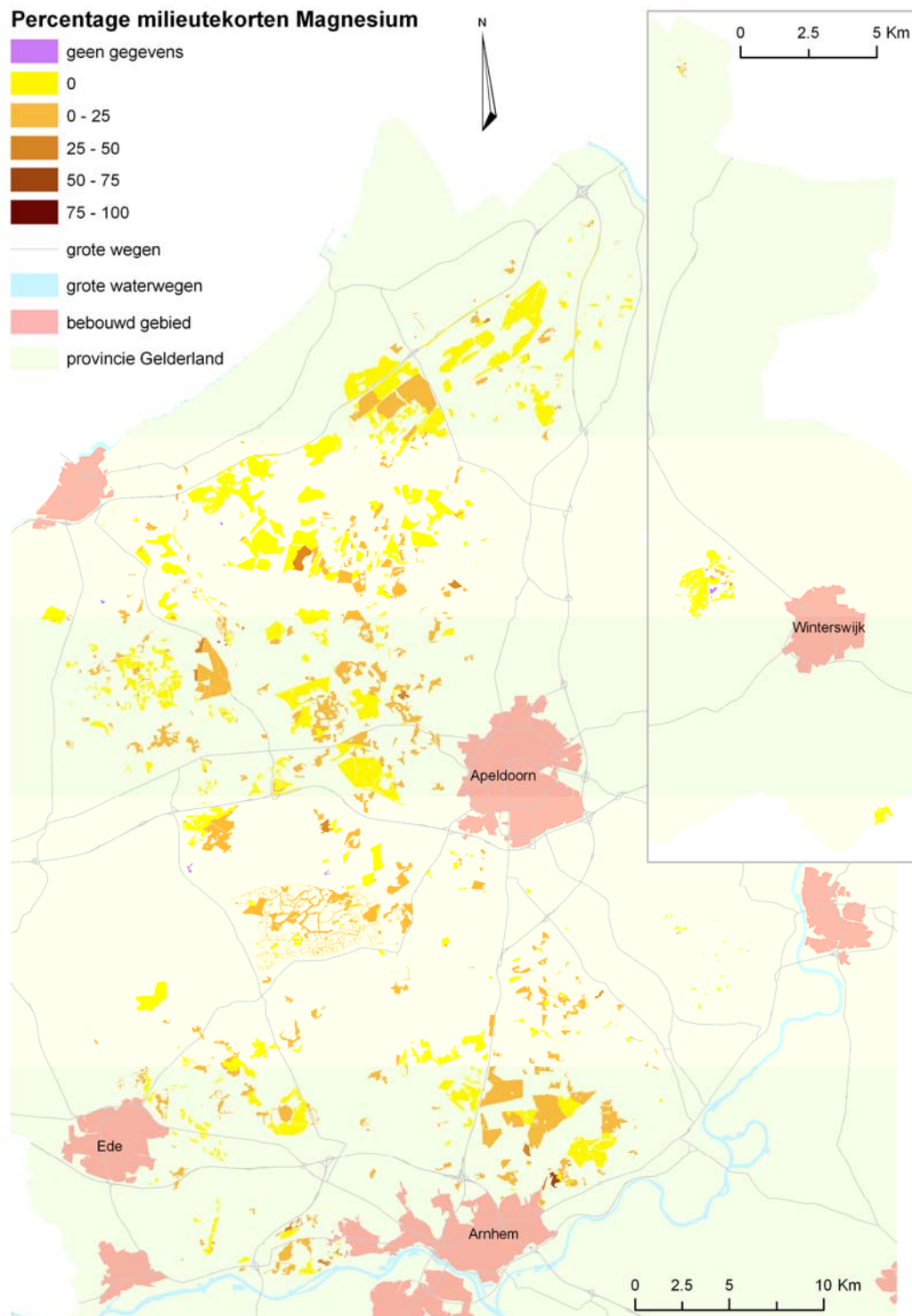
Tabel 4. Overzicht van de habitattypen in de provincie Gelderland. De ligging van de typen is weergegeven in fig. 1 en fig. 39 (uitklappagina).

Code	Naam habitat
H2310	Stuifzandheiden met struikhei
H2320	Binnenlandse kraaiheibegroeiingen
H2330	Zandverstuivingen
H3130	Zwakgebufferde vennen
H3160	Zure vennen *
H3260	Beken en rivieren met waterplanten
H4010	Vochtige heiden
H4030	Droge heiden
H5130	Jeneverbesstruwelen
H6230	Heischrale graslanden
H6410	Blauwgraslanden
H7110	Actieve hoogvenen
H7120	Herstellende hoogvenen
H7150	Pioniervegetaties met snavelbiezen*
H9120	Beuken-eikenbossen met hulst
H9160	Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden)*
H9190	Oude eikenbossen
H91D0	Hoogveenbossen
H91E0	Vochtige alluviale bossen

* Type wel op de overzichtskaart aanwezig (Fig. 1 en 39), maar waar geen tekorten voor konden worden berekend door gebrek aan gegevens.

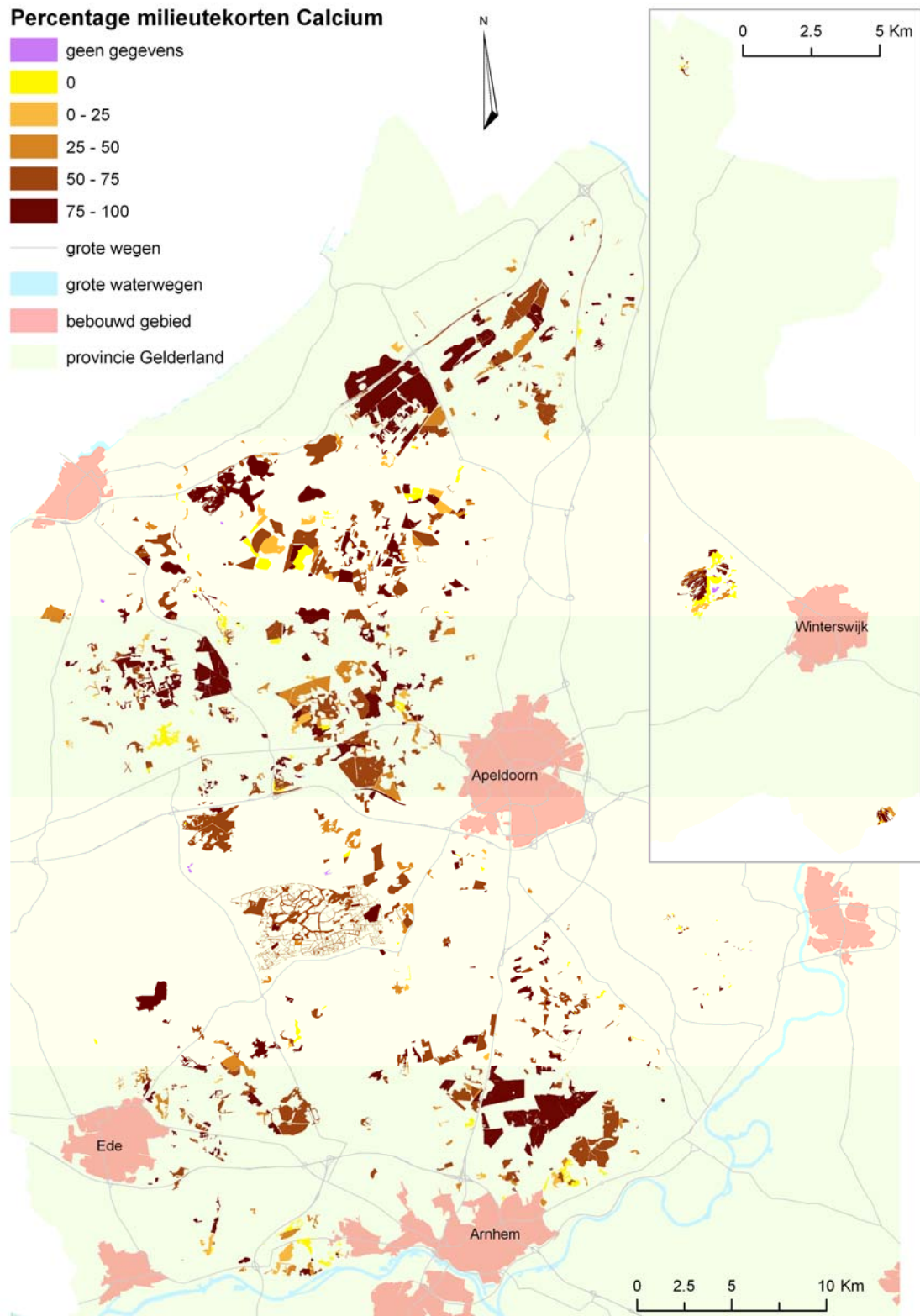
Voor de meeste habitattypen op de Veluwe wordt geen milieutekort berekend voor de bodem pH (Fig. 2). Dit geldt ook voor de venen rond Winterswijk. Alleen voor het Teeselinkven wordt voor de meeste plekken een tekort berekend. Op de Veluwe worden tekorten berekend voor een aantal gebieden ten noorden van Arnhem en een gebied ten zuidwesten van Apeldoorn. Dit resultaat is enigszins onverwacht, gezien de zure depositie in de twintigste eeuw, al is die in de laatste decaden wel duidelijk afgenomen (Kelly et al. 2002, Tarason et al. 2003). Op de Veluwe zijn vooral wat zuurdere habitattypen aanwezig/gepland, waardoor tekorten minder snel optreden. De bodem pH kan niet los worden gezien van het calcium en mindere mate het magnesiumgehalte in de bodem, zie hiervoor fig. 3 en 4

De milieutekorten voor magnesium zijn groter dan die voor pH, als naar het aantal gebieden gekeken wordt (fig. 3). Daar waar er een tekort wordt berekend is het tekort echter relatief minder groot. De gebieden met tekorten liggen verspreid over de hele Veluwe. De magnesium voorraad in de venen in het oosten lijken over het algemeen voldoende, ook al komen ook daar (kleine) tekorten voor. Opvallend zijn de tekorten voor de gebieden met droge en natte heide. Magnesium vormt samen met calcium de groep van basische kationen, die een sterke relatie met de pH hebben. Problemen met het magnesiumgehalte kan, samen met het calcium gehalte, toekomstige problemen met de pH indiceren



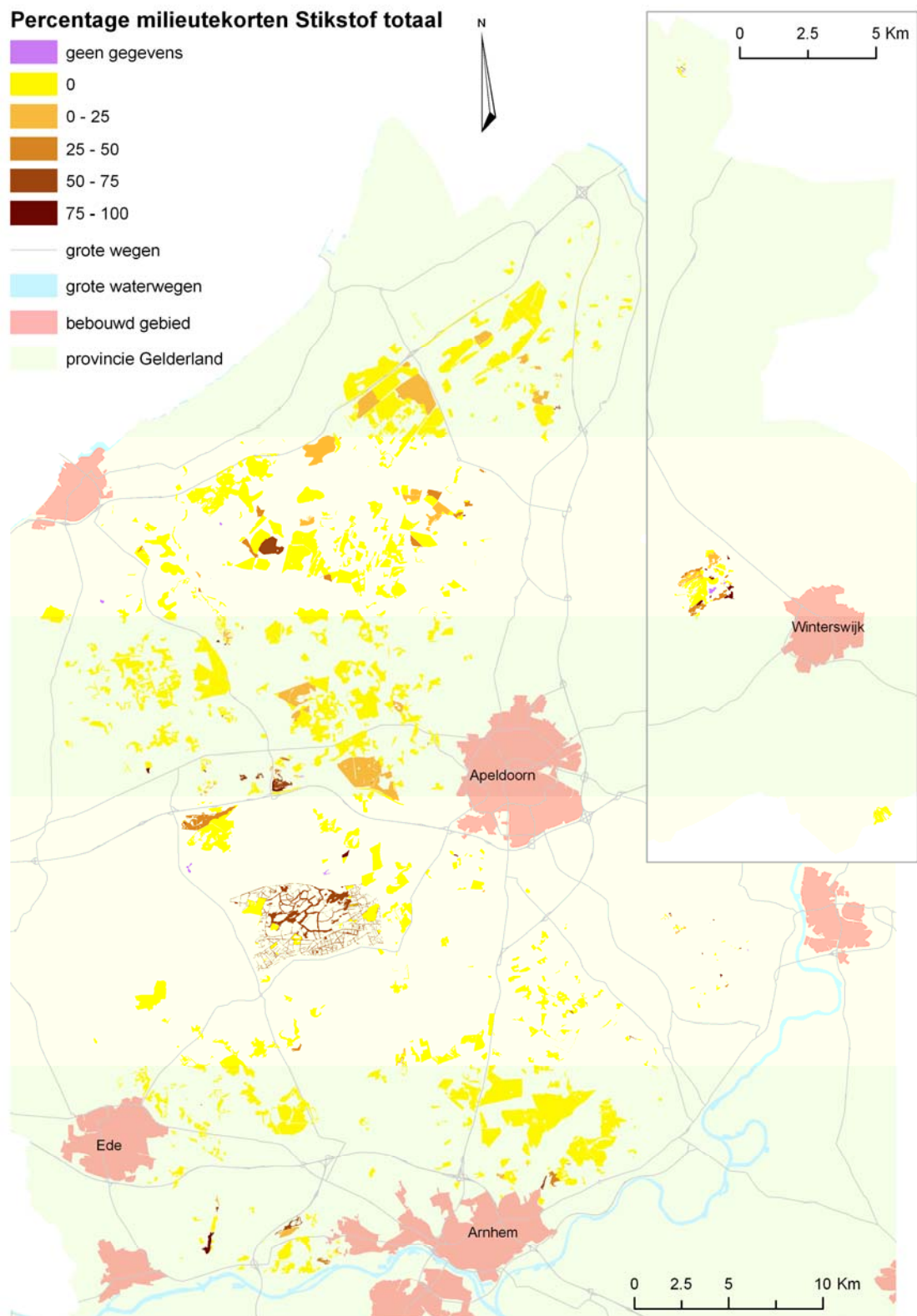
Figuur 3. Percentage milieutekorten per habitatype voor Magnesium voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerven en Wooldse veen (inzet).

De milieutekorten voor calcium zijn groot; bijna alle gebieden vertonen een tekort (fig. 4). De hoogveenbossen in het Korenburgerveen en een aantal plekken met oude eikenbossen en incidenteel andere typen op de Veluwe vertonen geen tekorten. De grootste tekorten worden op de Veluwe berekend voor de verschillende heide habitattypen. Voor de venen in het Oosten van de provincie geldt dit voor het type hestellend hoogveen.



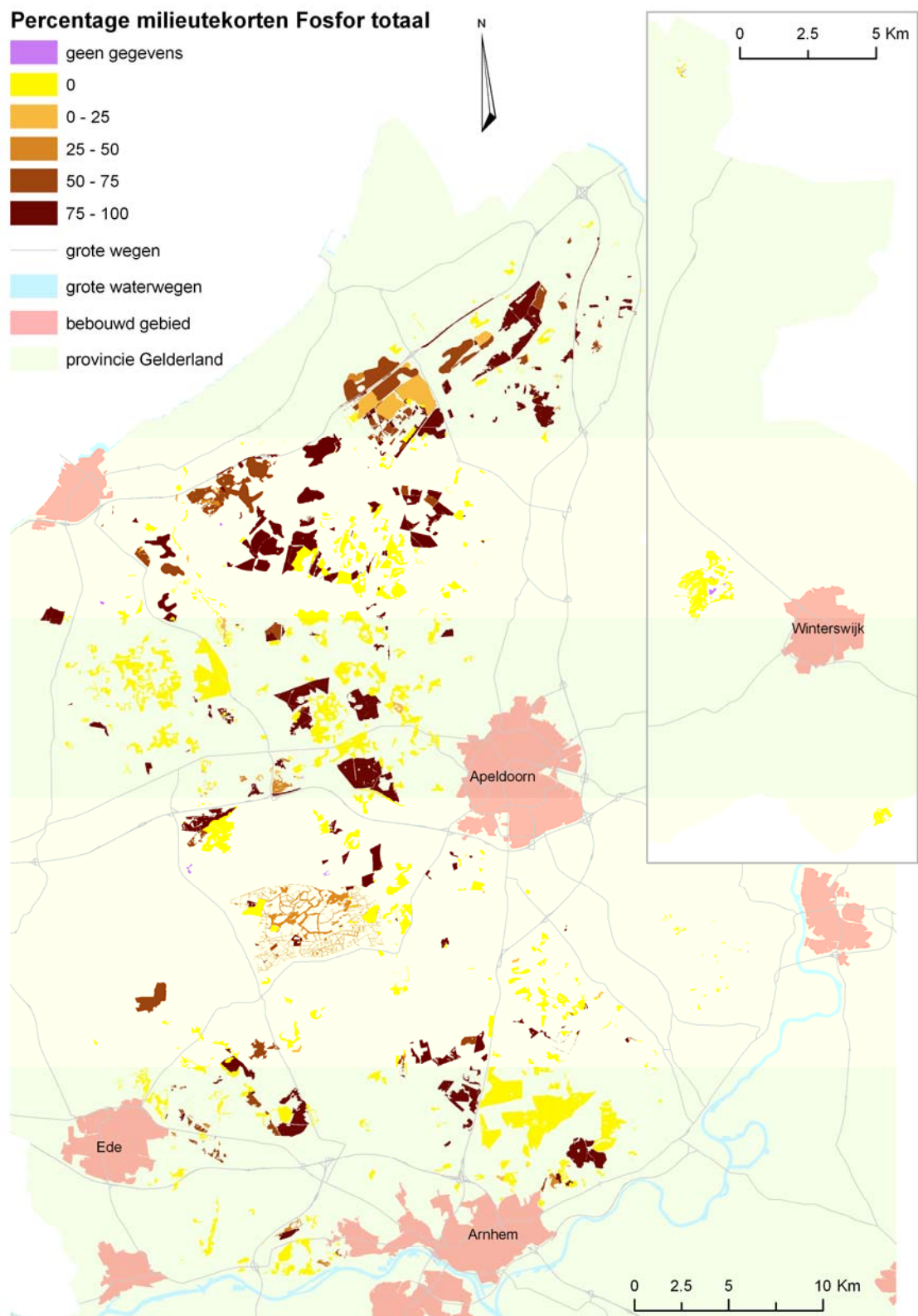
Figuur 4. Percentage milieutekorten per habitatype voor Calcium voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

De milieutekorten voor het totale stikstofgehalte in de bodem zijn relatief klein. Er is sprake van een tekort als er teveel stikstof in de bodem wordt berekend. Veel gebieden hebben geen tekort (fig. 5). Op de Veluwe worden de tekorten vooral voor de open gebieden berekend (heide, blauwgrasland). De tekorten in het Korenburgerveen worden vooral berekend voor de vochtige alluviale bossen en herstellend hoogveen. Voor het Wooldse veen worden er geen tekorten berekend.



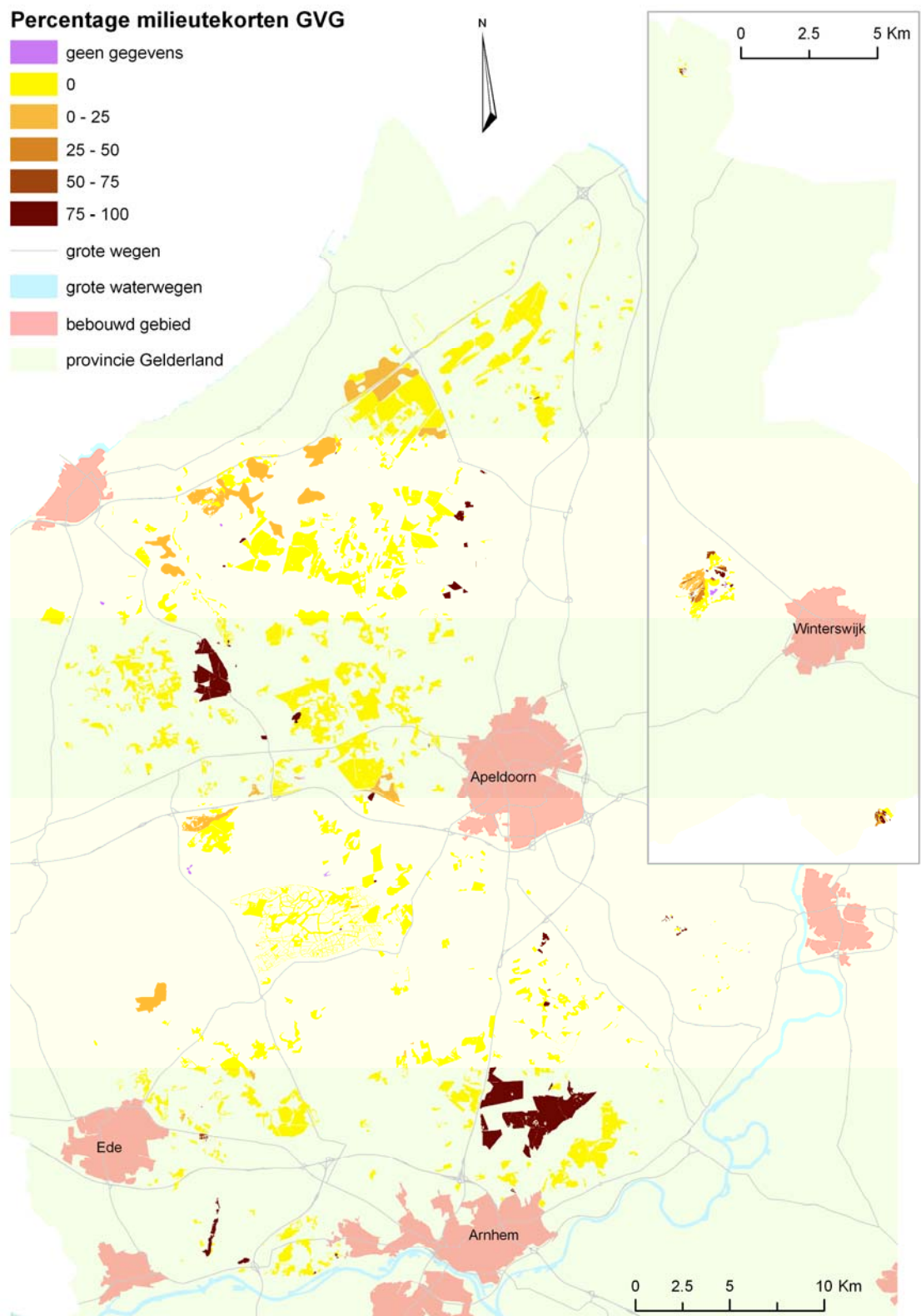
Figuur 5. Percentage milieutekorten per habitatype voor Stikstof totaal voor de Veluwe en voor het Teeslinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

Voor het totaal fosforgehalte in de bodem wordt voor meer gebieden milieutekortten berekend dan voor stikstof (fig. 6). Tekorten worden vooral berekend voor wat nu heiden zijn en deels voor de bossen op de Veluwe. Voor de venen in het Oosten worden nagenoeg geen tekorten berekend. Ook voor de stuifzanden zijn de fosforgehalten in de bodem in veel gebieden te hoog.



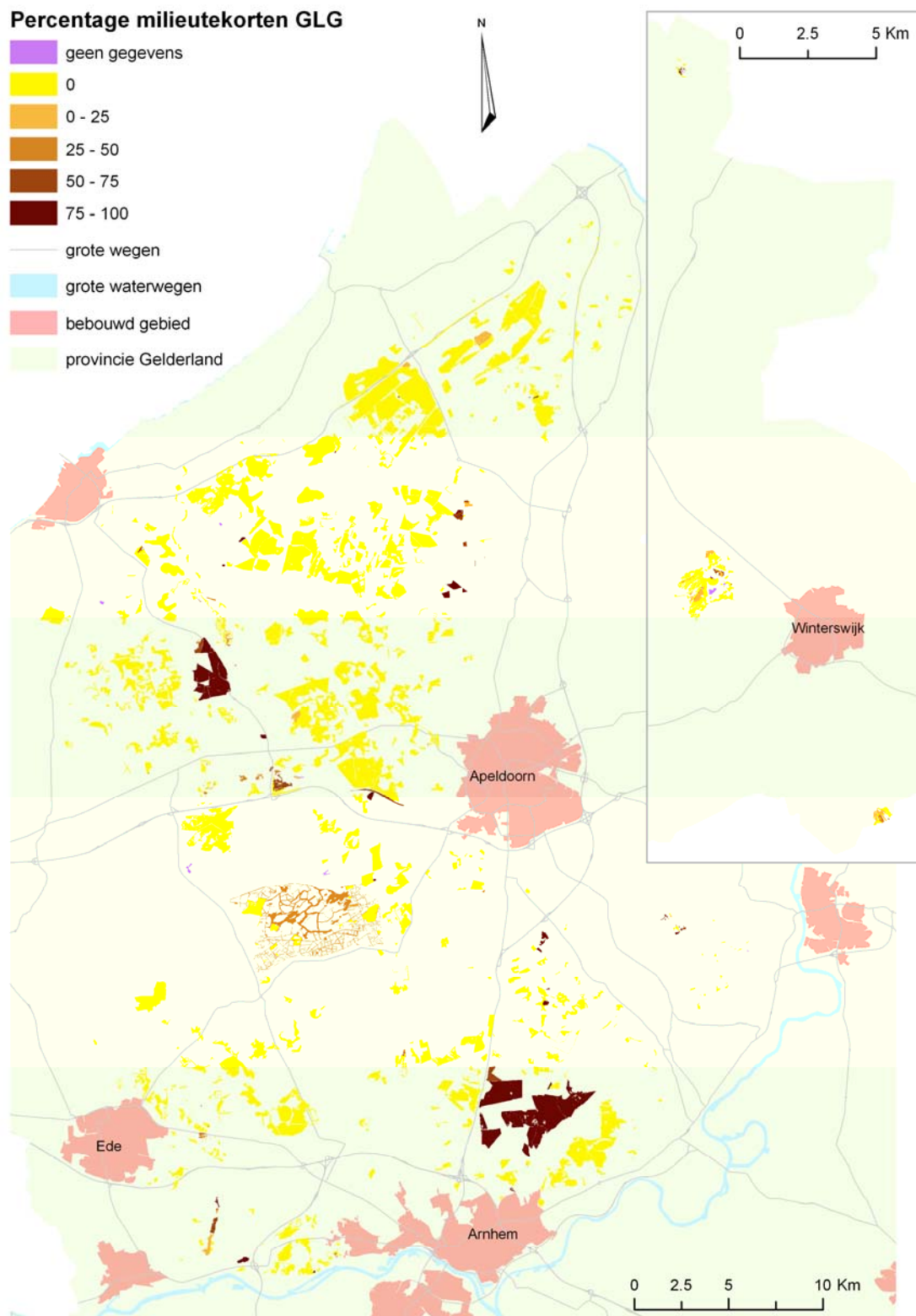
Figuur 6. Percentage milieutekorten per habitatype voor Fosfor totaal voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

Figuur 7 geeft de milieutekorten voor GVG weer, te lage grondwaterstand (te droog) geeft een tekort. Op de Veluwe zijn er tekorten aanwezig voor de natte habitattypen, zie bijvoorbeeld het Renkumse beekdal. Daarnaast zijn er tekorten voor de combinatie van droge en vochtige heiden. De tekorten worden berekend voor de vochtige heide. Ook is het te droog volgens onze berekeningsmethode voor sommige binnenlands kraaiheibegroeiingen, vooral aan de noordkant van de Veluwe. Voor alle drie de venen in het Oosten worden milieutekorten berekend. Een deel van de habitatgebieden bij Brummen geven ook tekorten voor de voorjaarsgrondwaterstand.



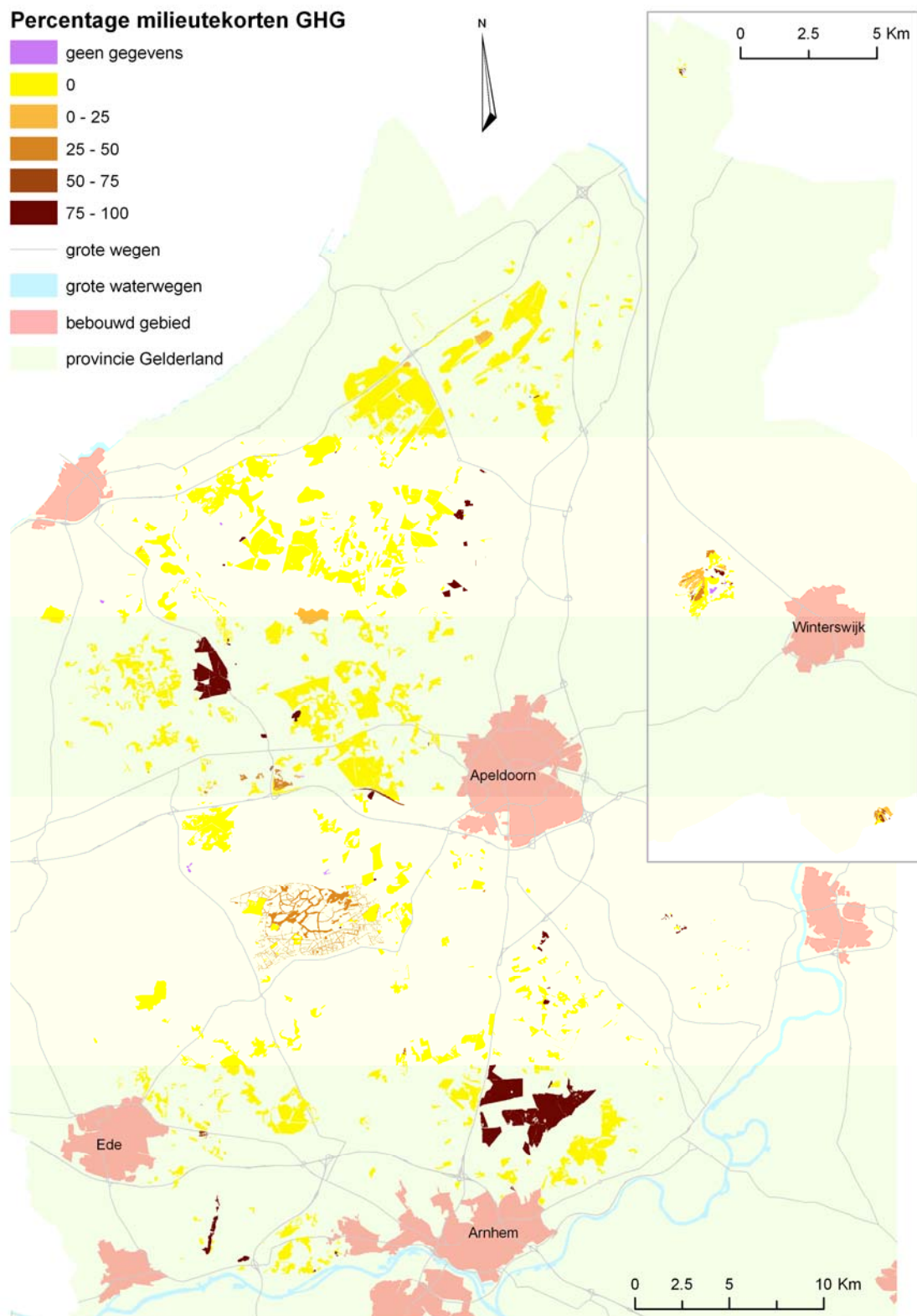
Figuur 7. Percentage milieutekorten per habitatype voor de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand voor de Veluwe en voor het Teeselinkeven, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

De resultaten voor de gemiddeld laagste grondwaterstand vertonen overeenkomsten met die voor de GVG (zie fig. 8). De milieutekorten zijn echter wat kleiner (vooral in de venen) of bijna geheel afwezig (voor de kraaiheibegroeiingen).



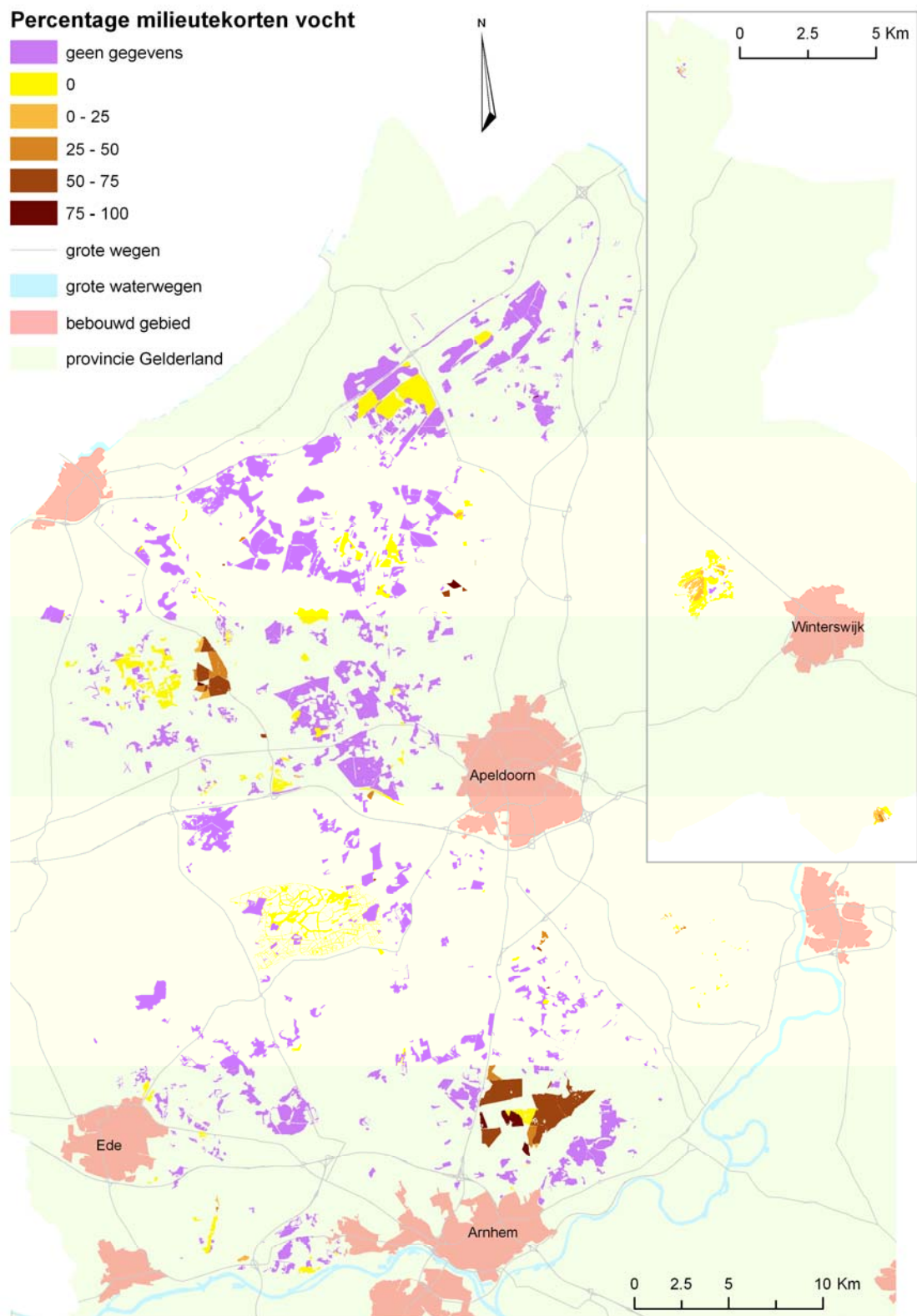
Figuur 8. Percentage milieutekorten per habitatype voor de gemiddeld laagste grondwaterstand voor de Veluwe en voor het Teeselinken, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

De berekende milieutekorten voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand zijn nagenoeg gelijk aan die voor de laagste grondwaterstand (Fig. 9). Alleen voor de venen in het Oosten zijn de tekorten groter en meer vergelijkbaar met de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand. De GHG draagt dus niet bij aan een nuancering van het beeld met betrekking tot de grondwaterstand; het geeft geen extra informatie ten opzichte van de GVG en GLG. In de toekomst zou dus kunnen worden volstaan met de GVG en GLG, waardoor het hier gebruikte systeem weer wat eenvoudiger wordt.



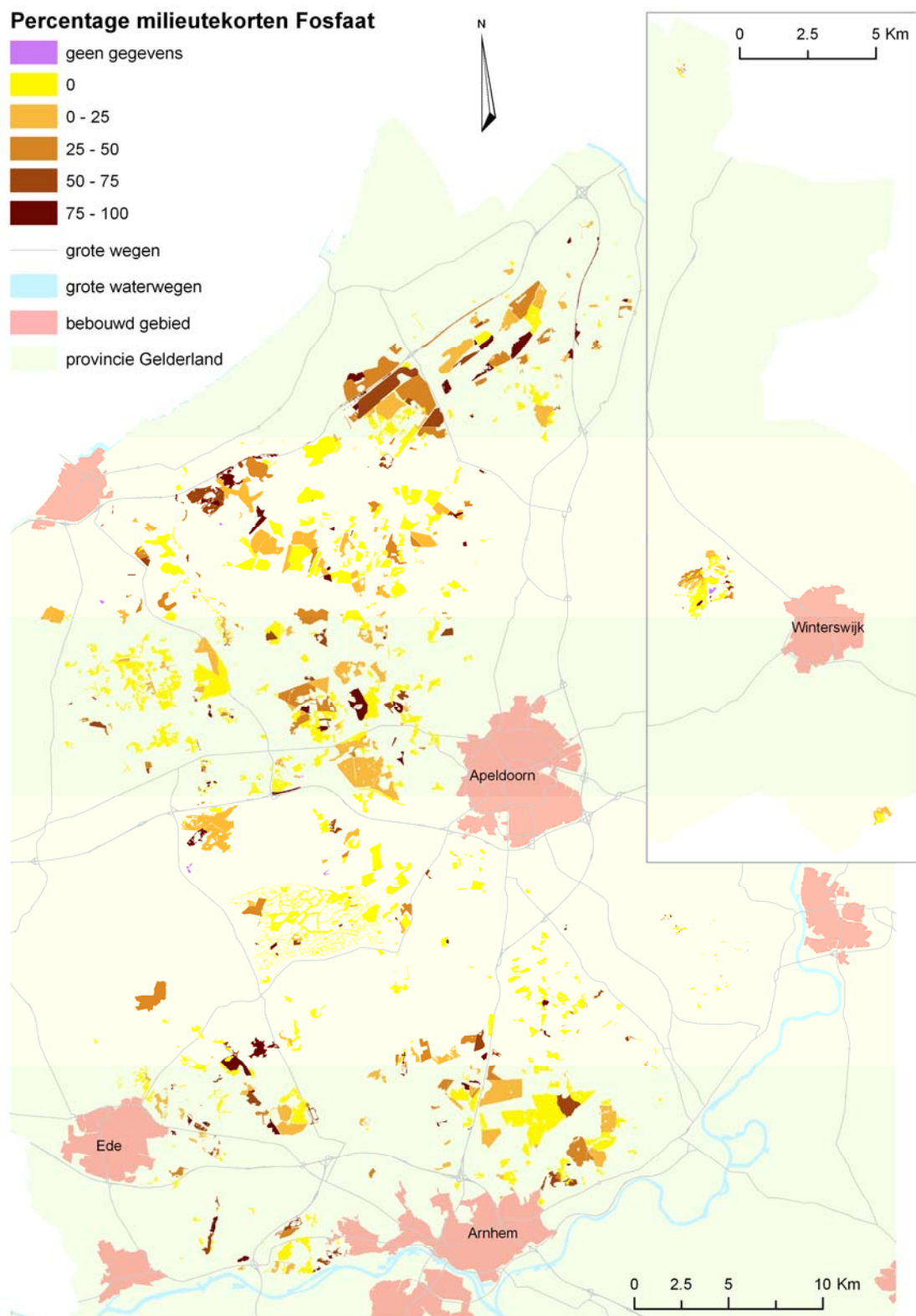
Figuur 9. Percentage milieutekorten per habitatype voor de gemiddeld hoogste grondwaterstand voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

Voor veel gebieden kon geen berekening worden gemaakt voor het vochttekort (zie fig. 10, paars gekleurd). Voor een redelijk groot deel van de gebieden, waar wel een berekening kon worden uitgevoerd, wordt vaak een tekort berekend, o.a. de venen in het Oosten. De tekorten die worden berekend komen voor een groot deel overeen met die voor de grondwaterstanden. Voor het natte gebied rondom het Renkumse beekdal wordt echter geen tekort berekend. Dit geeft aan dat het vochtgehalte toch wel een andere indicator is dan de grondwaterstand. Juist voor de droge gebieden kan deze indicator een goede maat vormen, omdat de grondwaterstand niet veel of geen indicatie vormt, behalve dat het droge situaties betreft. Daarom wordt aangeraden om in de toekomst vochtgehalte wel als indicator te handhaven. Daarvoor moeten wel metingen worden gedaan of verzameld om zo voor meer habitattypen een schatting te kunnen doen. De indicatieve waarde is nu nog beperkt.



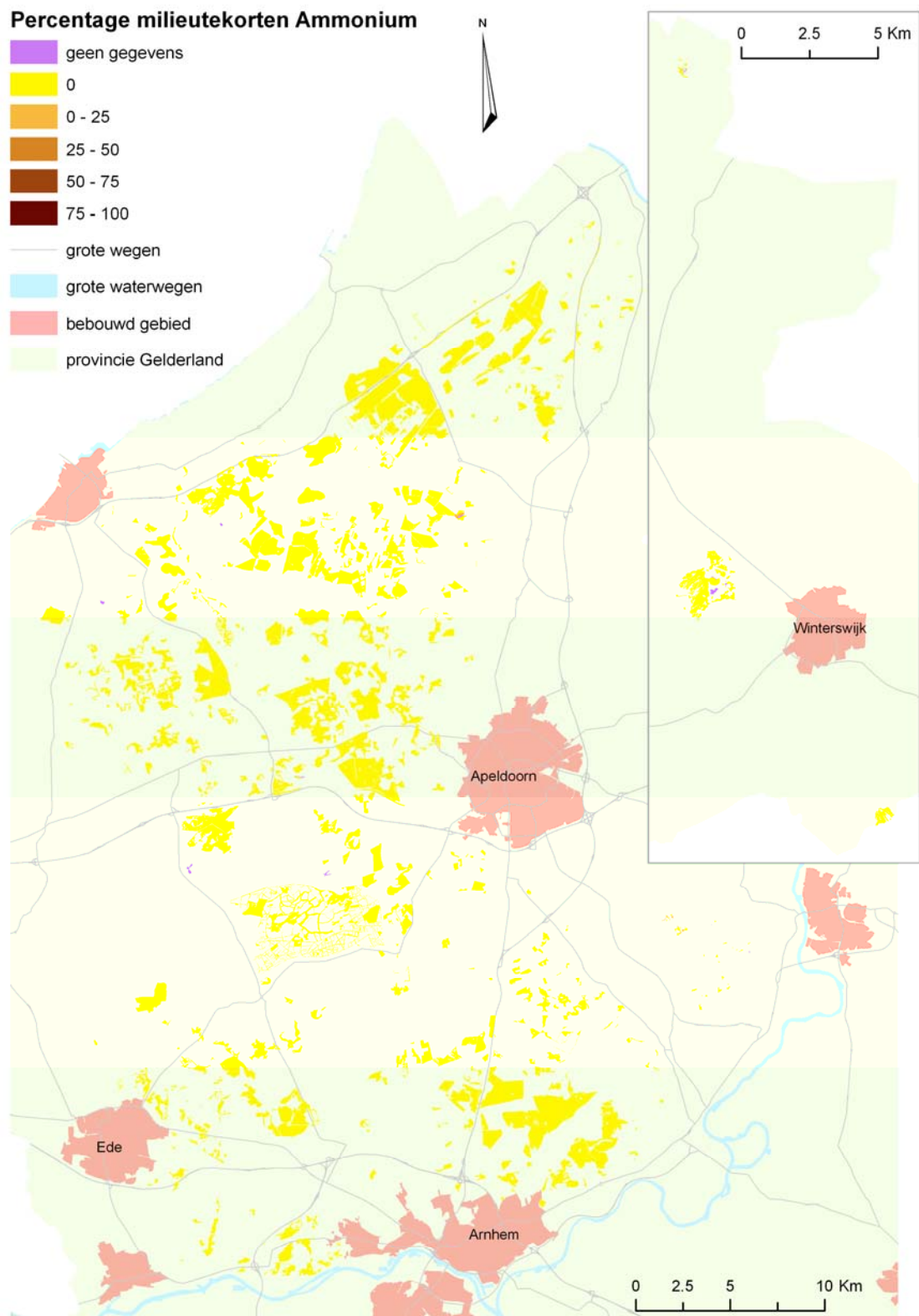
Figuur 10. Percentage milieutekorten per habitatype voor vochtgehalte voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerven en Wooldse veen (inzet).

Voor het fosfaatgehalte in de bodem wordt voor vrij veel gebieden een milieutekort berekend, zowel in droge als in natte gebieden (fig. 11). Tekorten komen voor in de meeste habitattypen, maar de meer open vegetatietypen vertonen het vaakst milieutekorten. Net als voor het totale fosfor gehalte zijn er tekorten in de natte gebieden, maar ook in de droge gebieden in Gelderland. Op vele plekken in Gelderland is het fosfaatgehalte te hoog om goed ontwikkelde habitattypen mogelijk te maken.



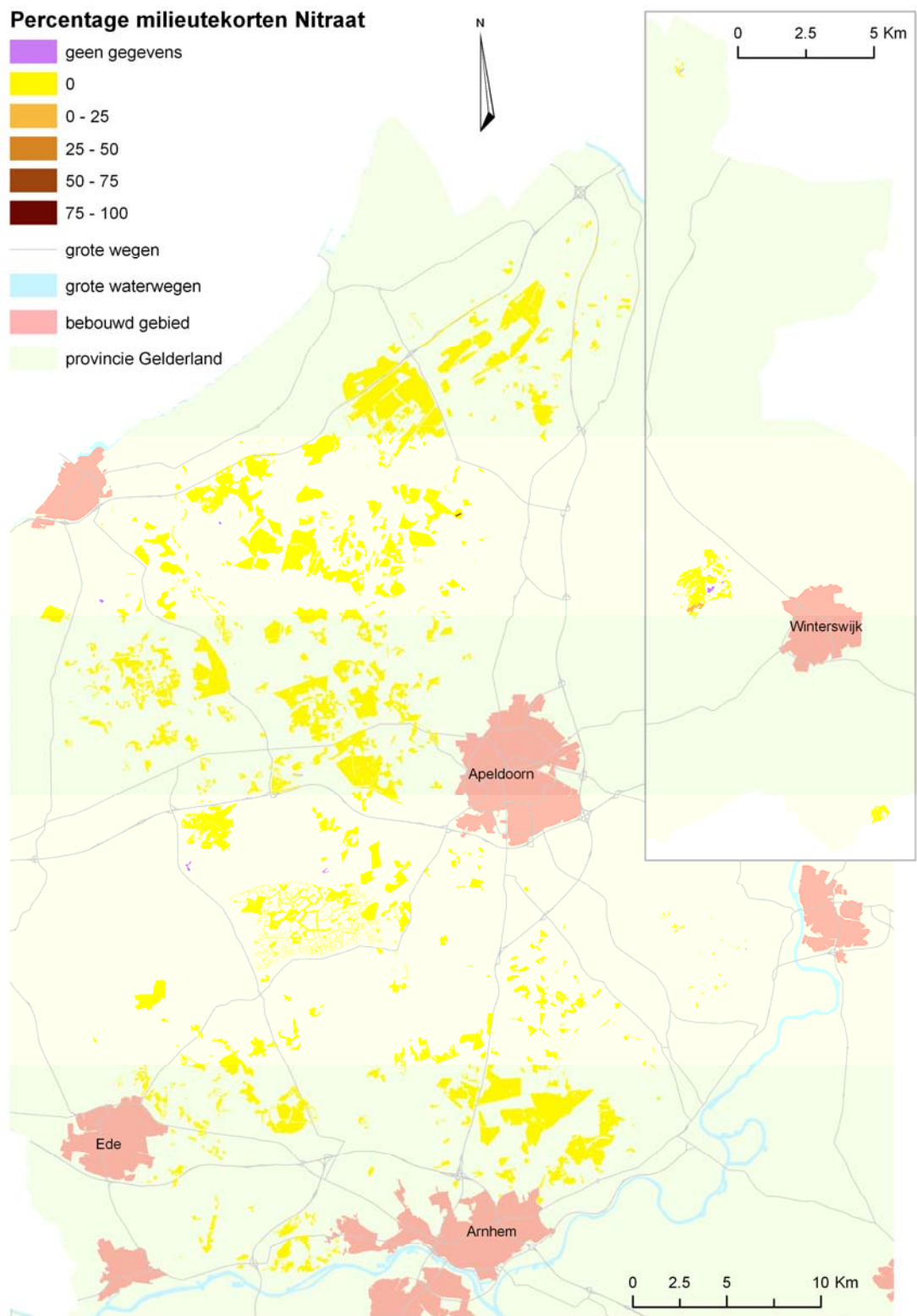
Figuur 11. Percentage milieutekorten per habitatype voor fosfaat voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

Het ammoniumgehalte in de bodem zorgt voor nagenoeg geen problemen voor de habitattypen in Gelderland (fig. 12). Daar waar de gehalten in de bodem hoger zijn dan de randvoorwaarde van de verschillende habitattypen is het tekort vaak groot (in de hoogste milieutekort klasse). Dit resultaat is enigszins onverwacht, gezien de stikstofdepositie. De afwezigheid van tekorten kan worden veroorzaakt doordat het om een molecuul gaat dat meestal maar kort in de bodem aanwezig is. Of het wordt opgenomen door planten, of het wordt omgezet door bacteriën, waardoor het niet snel ophoopt. De bepaling van ammonium in de bodem is echter lastig en ook dit kan onzekerheden veroorzaken. Tot slot gaf de test van het systeem aan dat de relatie tussen gemeten en geschatte ammonium tamelijk slecht is (Wamelink et al. 2008b).



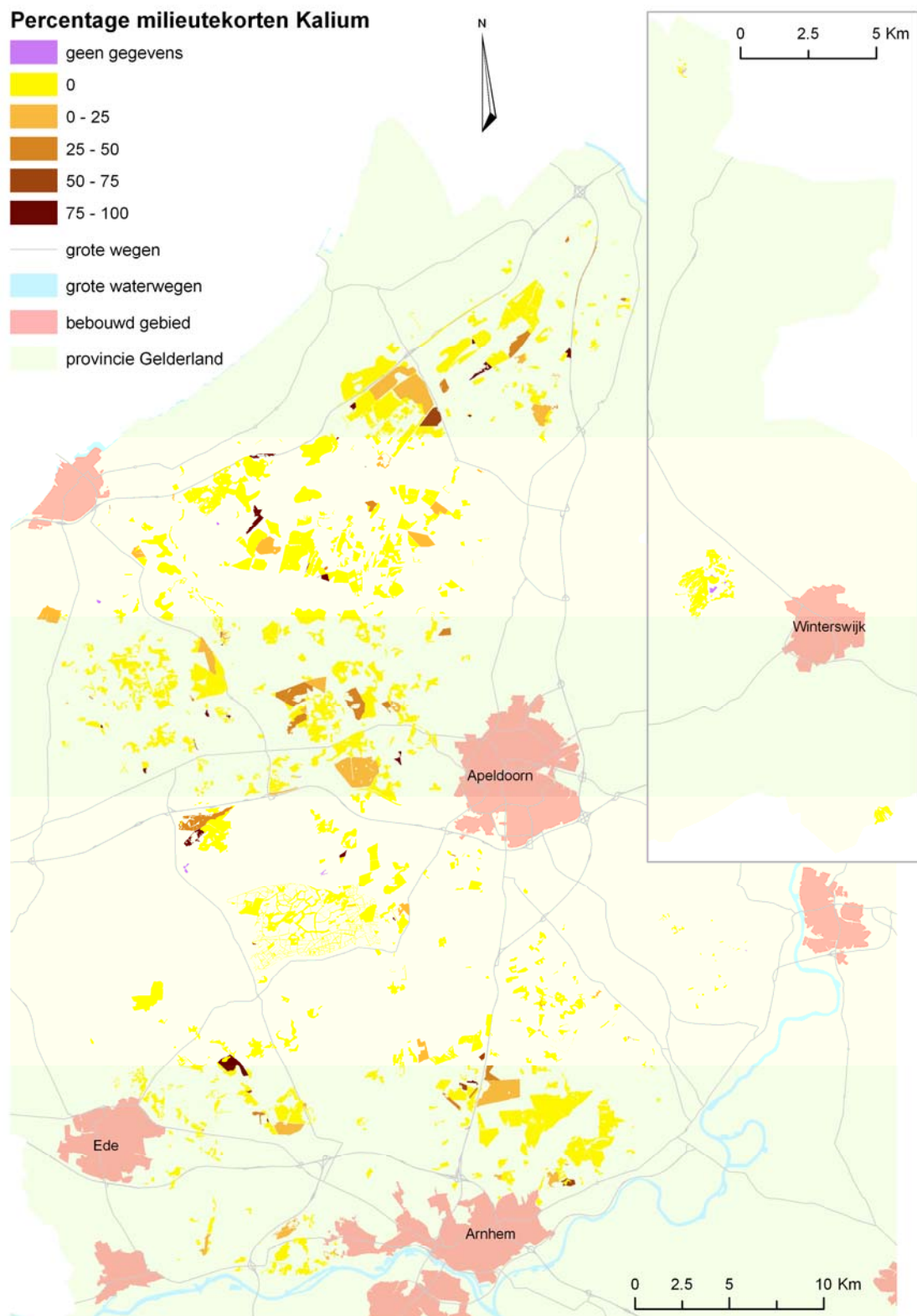
Figuur 12. Percentage milieutekorten per habitatype voor Ammonium voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

De resultaten voor het nitraatgehalte in de bodem zijn vergelijkbaar met die voor ammonium (fig. 13). De plekken met tekorten zijn hetzelfde, met uitzondering van het Korenburgerveen waar een extra gebied met een tekort aanwezig is. Net als voor ammonium geldt dat het resultaat onverwacht is en ook hier is de onzekerheid relatief groot (zie Wamelink et al 2008b). Wel is nitraat stabiel en daardoor makkelijker te bepalen. Meer veldwaarnemingen (bodemmonsters en vegetatieopnamen) zijn nodig om de onzekerheid te verkleinen. Hierdoor komen meer waarnemingen beschikbaar om de randvoorwaarden in van de habitattypen te bepalen en ook om de veldsituatie op basis van vegetatieopnamen te schatten.



Figuur 13. Percentage milieutekorten per habitatype voor nitraat voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

Figuur 14 geeft de milieutekortingen voor kalium weer. Op een aantal plekken is er een tekort aanwezig; het kaliumgehalte is er te hoog om een goede ontwikkeling van het habitatype mogelijk te maken. De tekorten komen voor verschillende habitatypen voor. De meeste gebieden laten echter geen tekorten zien.



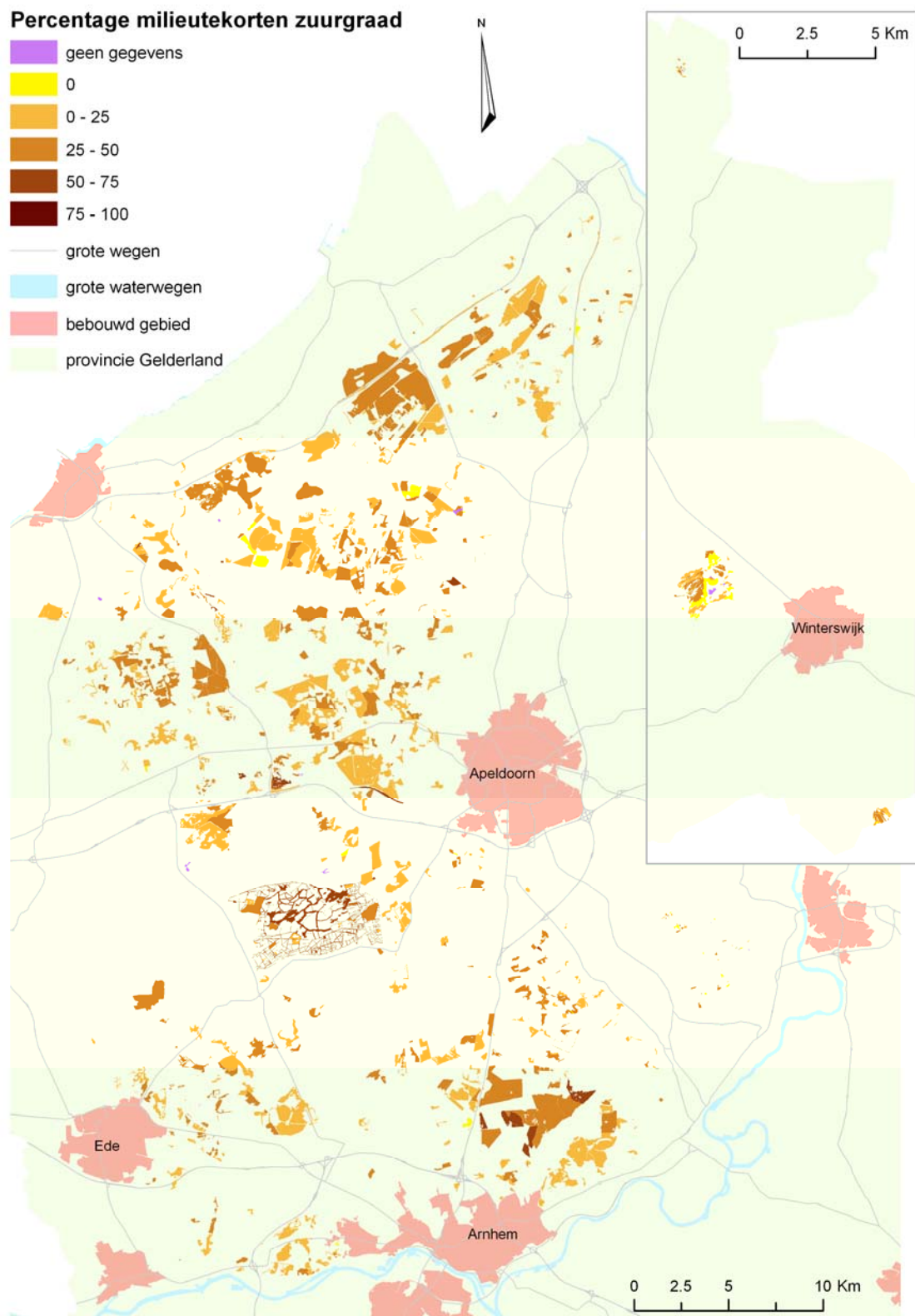
Figuur 14. Percentage milieutekorten per habitatype voor Kalium voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

3.3 Milieutekorten per abiotische groep

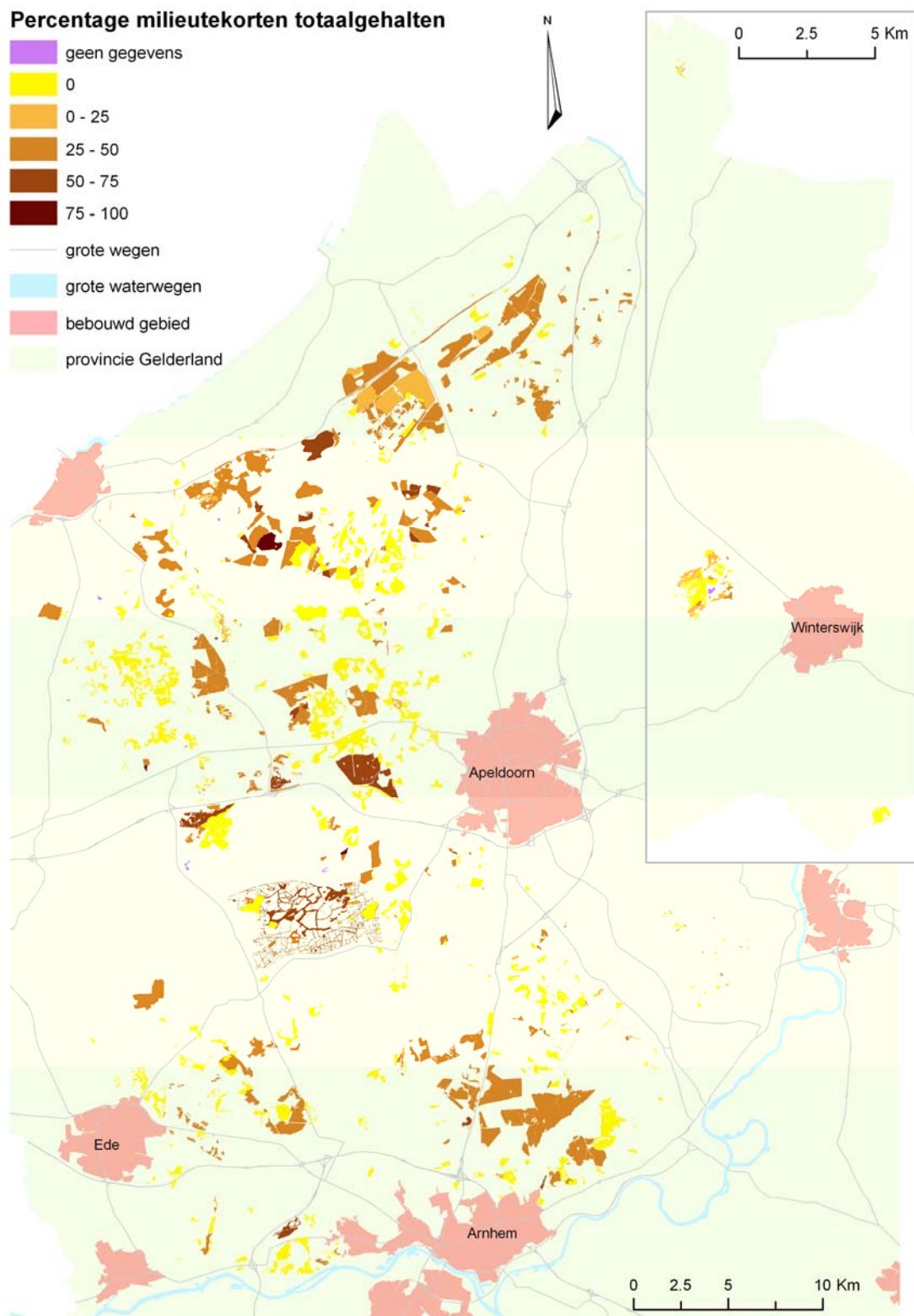
Voor de zuurgraad (gemiddelde van pH, Magnesium en Calcium) wordt bijna overal een tekort gevonden. Voor de meeste gebieden zijn de tekorten echter niet heel groot. Voor de totaalgehalten (Stikstof totaal en Fosfor totaal) worden voor ongeveer de helft van alle gebieden tekorten gevonden, deze tekorten zijn behoorlijk; de meeste tekorten vallen in de klasse van 25% tot 50% tekort.

De grondwaterstand (gemiddelde van GVG, GHG, GLG en vocht) laat vooral voor de natte typen tekorten zien. Daar ligt het tekort vaak boven de 50%. Voor de meeste habitatgebieden is de factor vocht niet meegenomen in dit gemiddelde, omdat voor deze factor vaak geen tekort kon worden berekend wegens gebrek aan data.

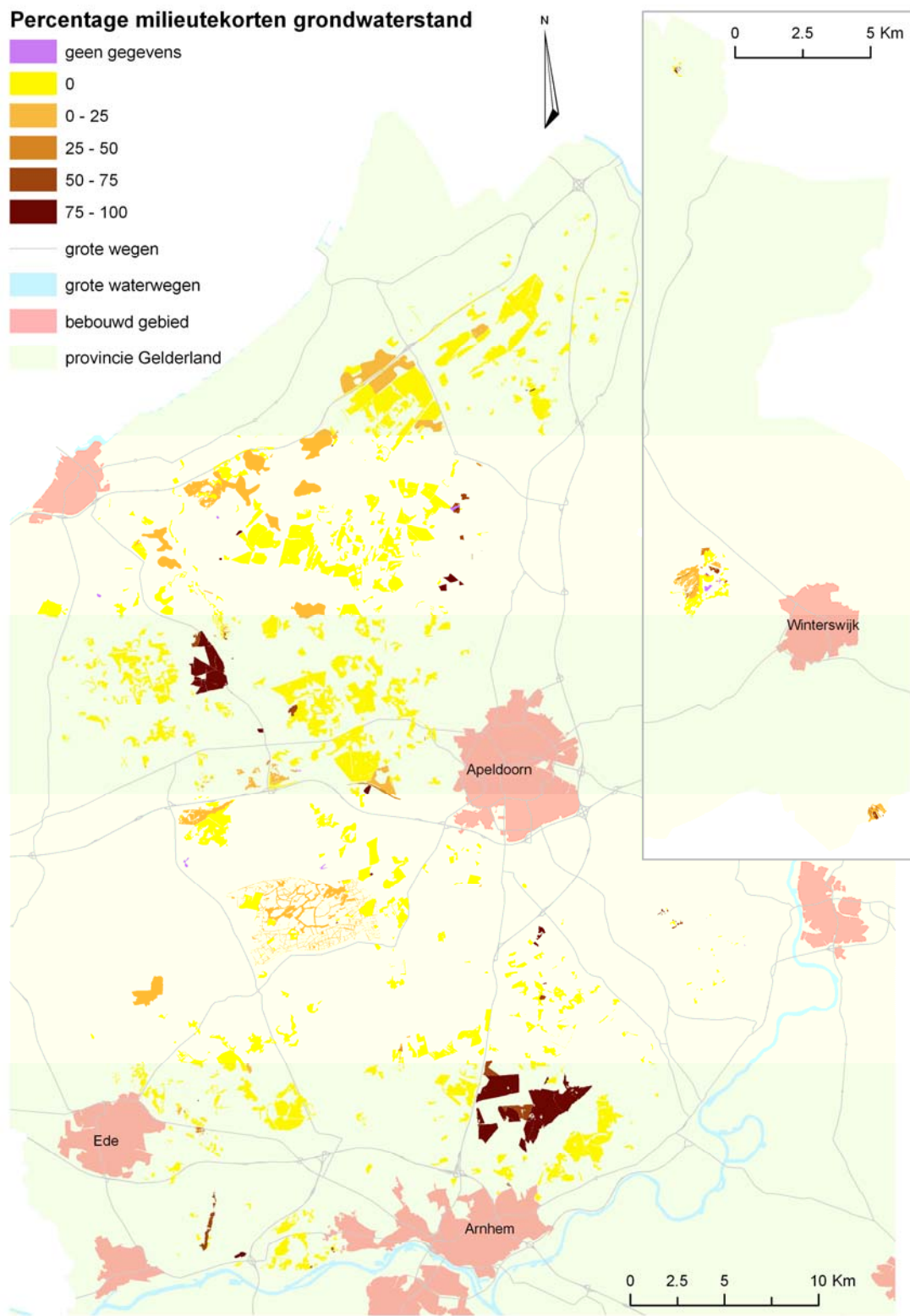
Voor de macronutriënten zijn er op veel plekken milieutekorten aanwezig. Dit wordt vooral veroorzaakt door fosfaat, maar ook voor de andere bodemparameters treden tekorten op. Het tekort is bijna nergens heel groot.



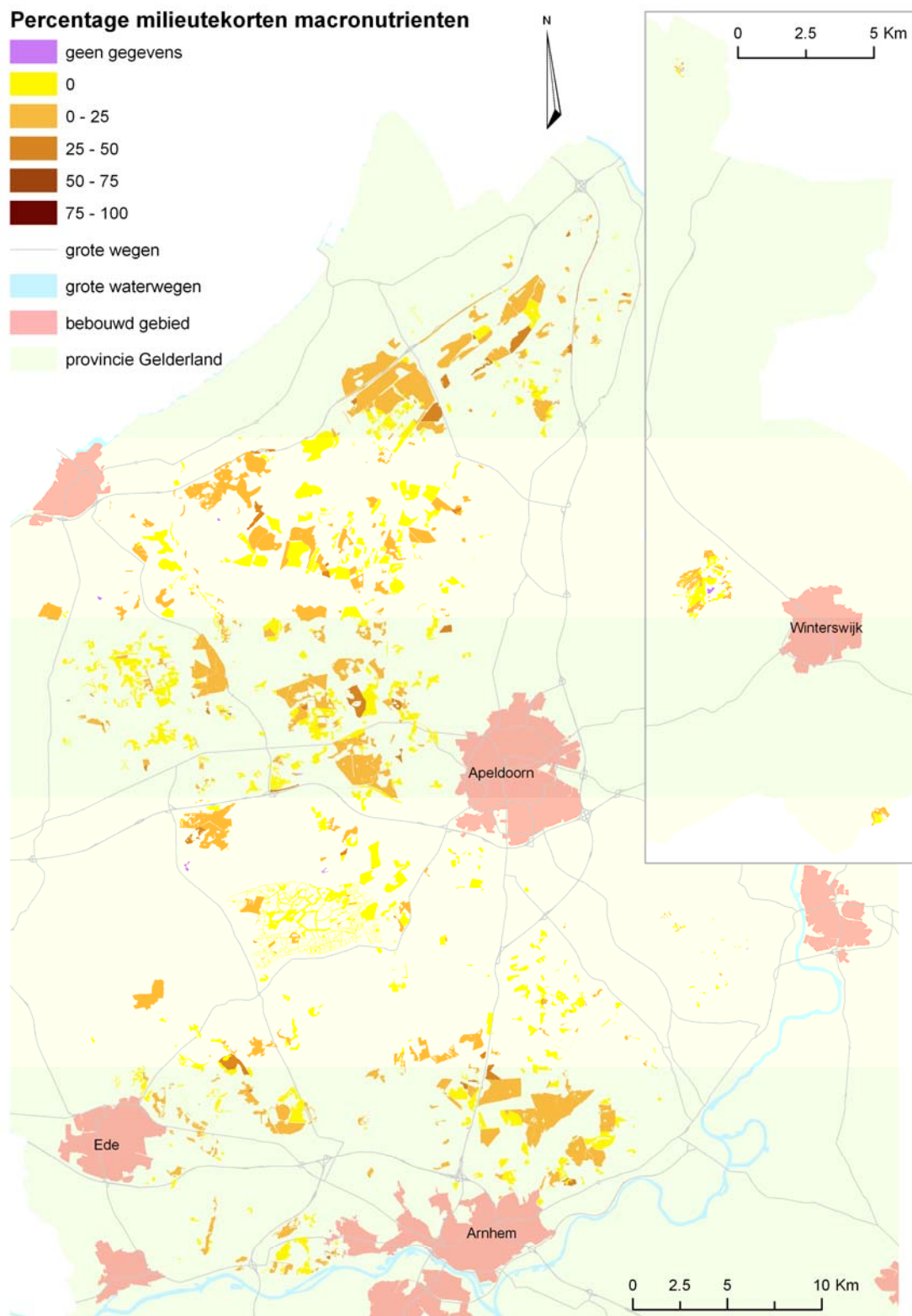
Figuur 15. Gemiddeld percentage milieutekorten per habitattypen voor zuurgraad (pH, Magnesium en Calcium) voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).



Figuur 16. Gemiddeld percentage milieutekorten per habitatype voor totaalgehalten (stikstof en fosfor) voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).



Figuur 17. Gemiddeld percentage milieutekorten per habitatype voor grondwaterstand (GVG, GLG, GHG en vocht) voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

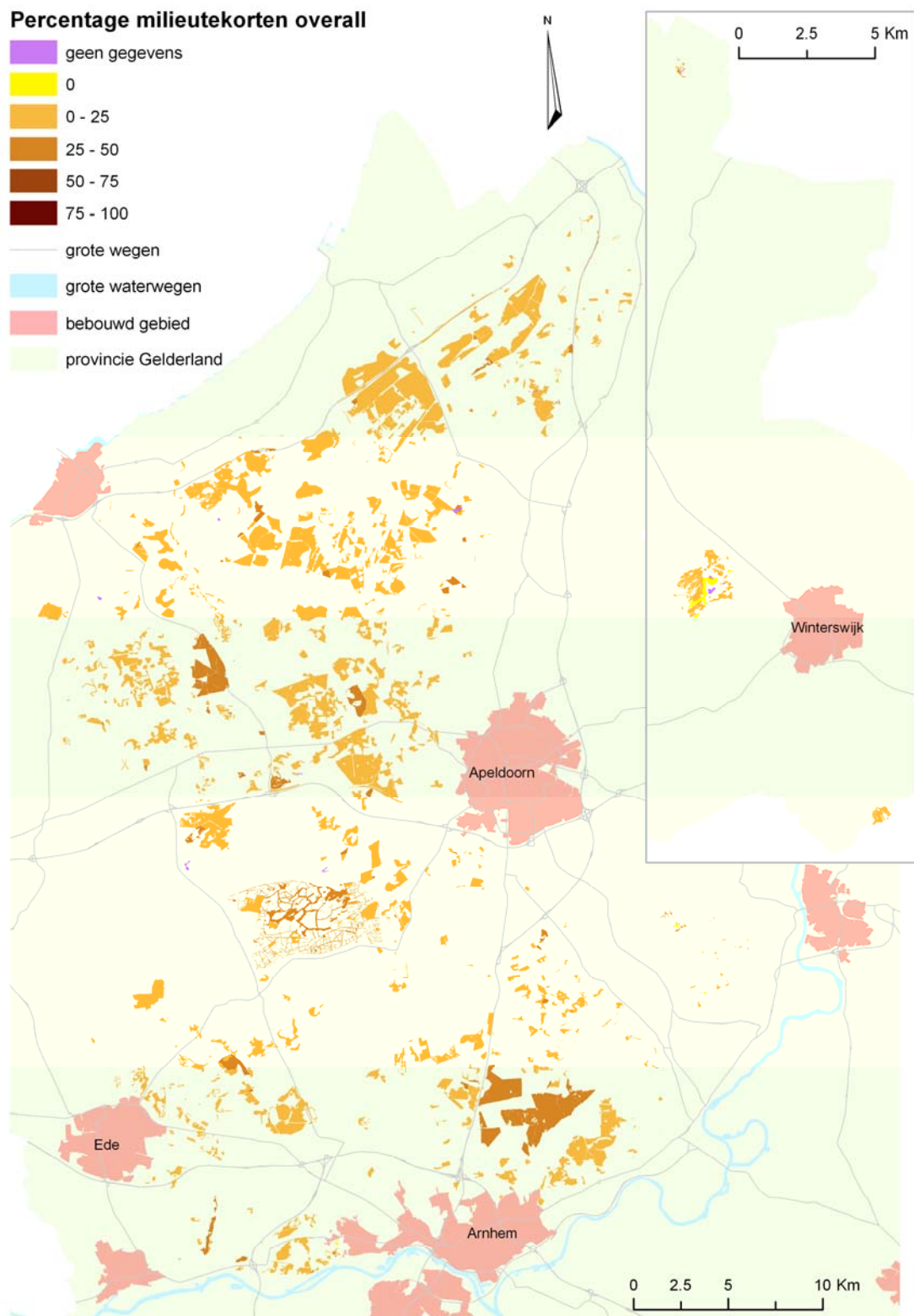


Figuur 18. Gemiddeld percentage milieutekorten per habitattype voor macronutriënten (PO_4 , NH_4 , NO_3 en K) voor de Veluwe en voor het Teeselinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).

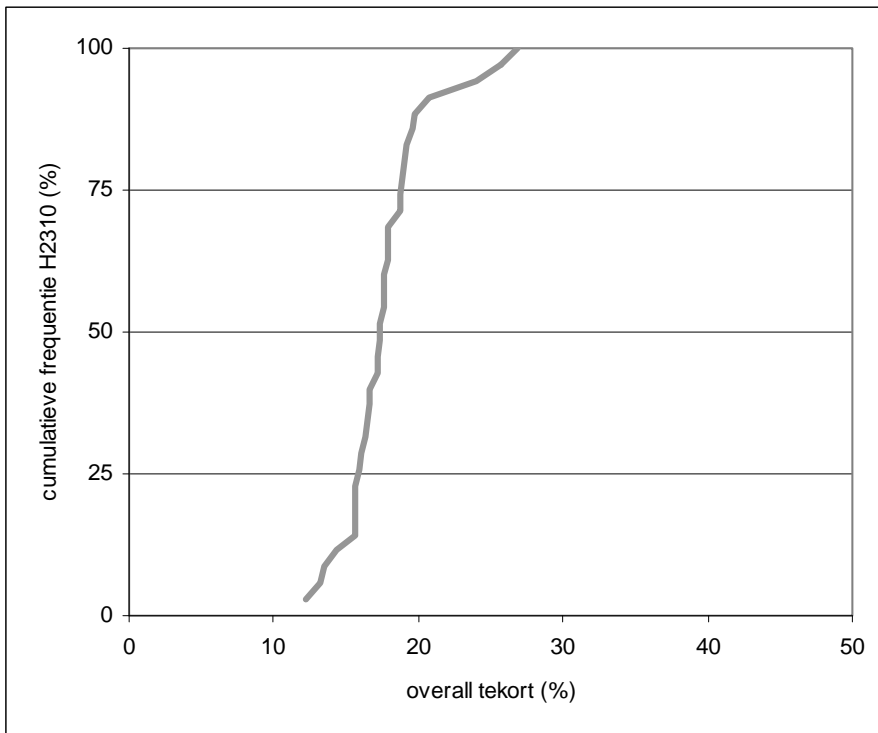
3.4 Overall milieutekort per habitatgebied

In de habitatgebieden zijn overall gemiddelde tekorten gevonden van 0% tot 44%. Alleen in het Korenburgerveen zijn enkele gebieden te vinden met 0% tekort. Op de Veluwe wordt voor alle habitatgebieden een tekort berekend. De meeste gebieden hebben een tekort van 0.1% tot 25%. De overige gebieden vertonen een tekort van 25% tot 44% (Figuur 19).

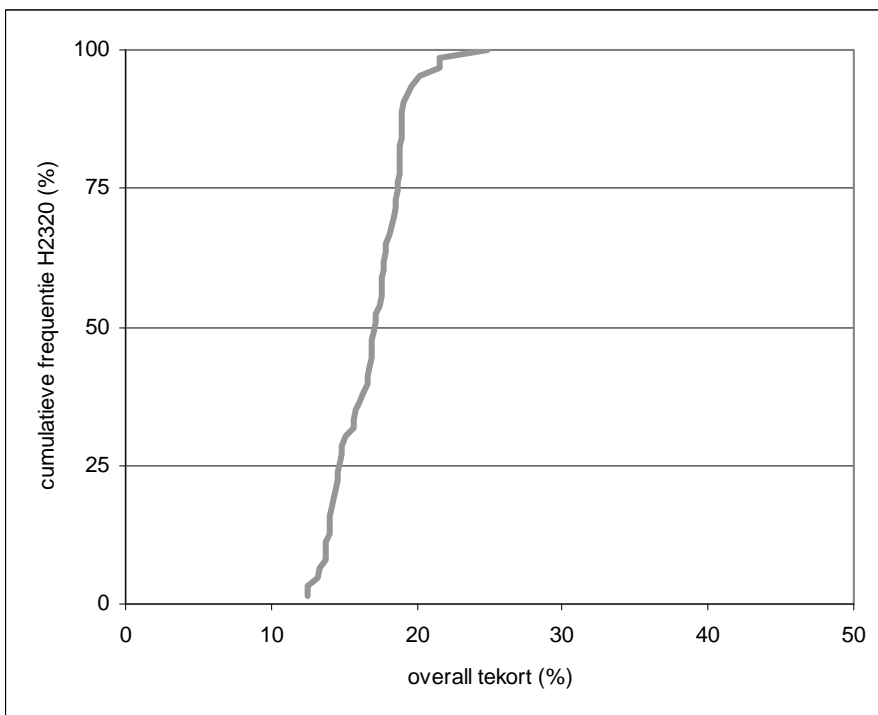
In de grafieken met cumulatieve frequentieverdelingen (Figuur 20 tot en met Figuur 28) is per habitattype het percentage gebieden uitgezet tegen het percentage tekort. De figuren geven een overzicht in welke range de tekorten in Gelderland zich bevinden. Hierdoor wordt het mogelijk de ernst van de tekorten op een vrij eenvoudige manier voor heel Gelderland in te schatten, zonder dat alle informatie verloren gaat zoals bij een overzichtstabel. Zo loopt voor Binnenlandse kraaiheibegroeiingen (Habitattype 2320) het overall gemiddelde tekort van 12.5% tot 25%, terwijl voor Oude eikenbossen (H9190) gemiddelde tekorten van 0% tot 43% zijn gevonden. Er valt ook goed te zien dat voor de oude Eikenbossen een paar sites uitschieters zijn met duidelijk grotere tekorten dan de andere sites.



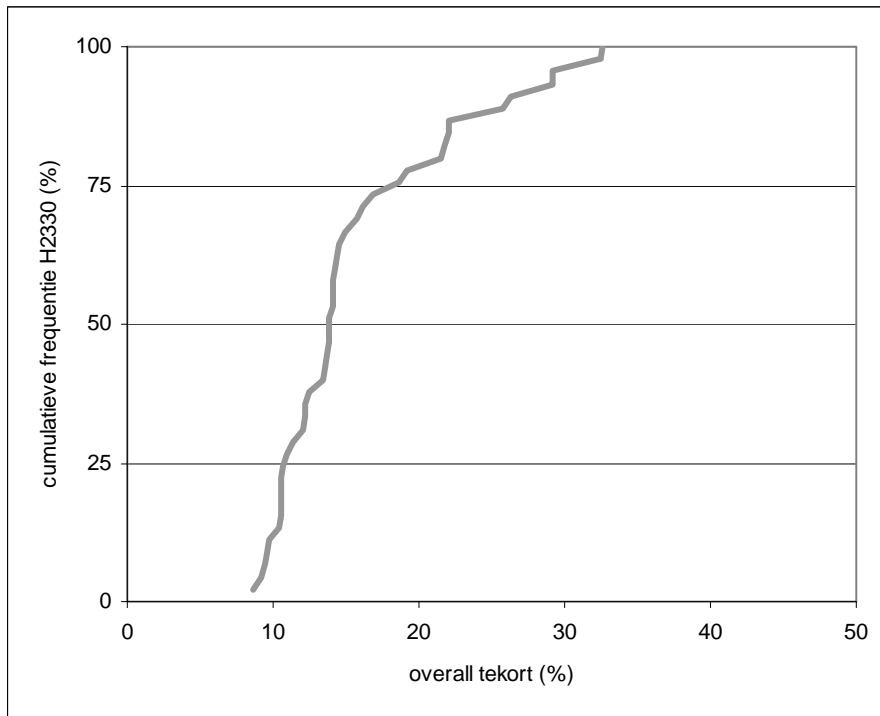
Figuur 19. Gemiddeld percentage milieutekorten per habitatype voor alle abiotische groepen (zuurgraad, totaalgehalten, grondwaterstand en macronutriënten) voor de Veluwe en voor het Teeslinkveen, Korenburgerveen en Wooldse veen (inzet).



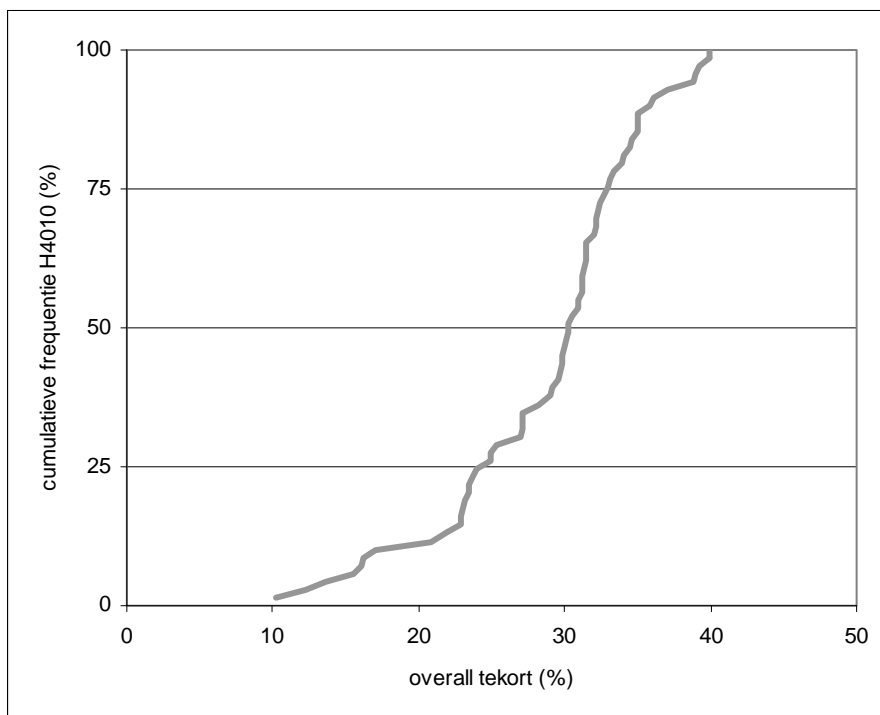
Figuur 20. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitatype stuifzandbeiden met struikhei (H2310, n=35) voor het overal milieutekort. De meeste gebieden vertonen een overall milieutekort tussen 10 en 20% met een maximum net boven 25%.



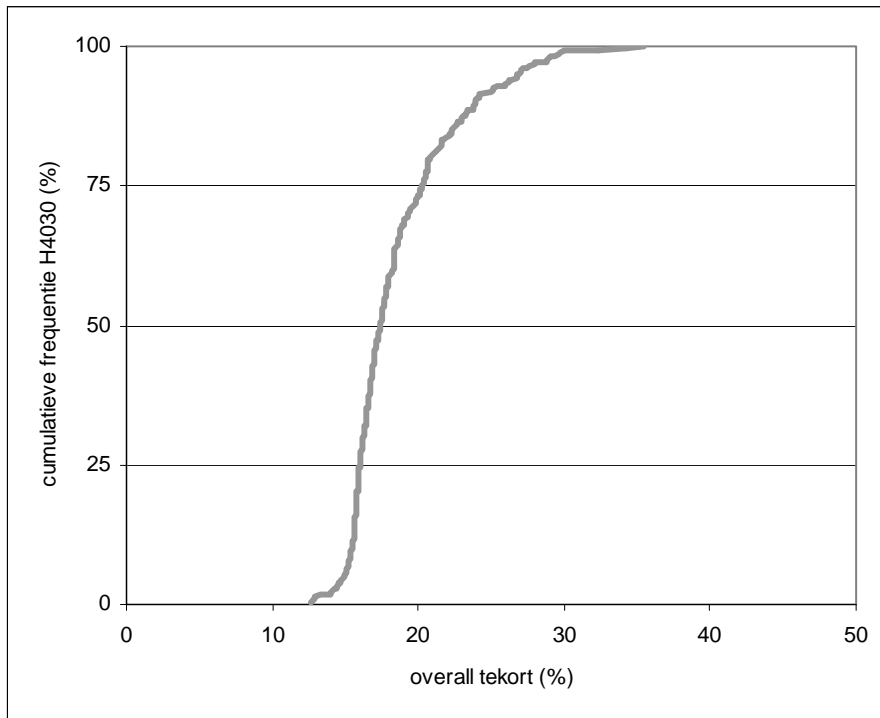
Figuur 21. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitatype binnenlandse kraaiheibegroeiingen (H2320, n=63) voor het overal milieutekort.



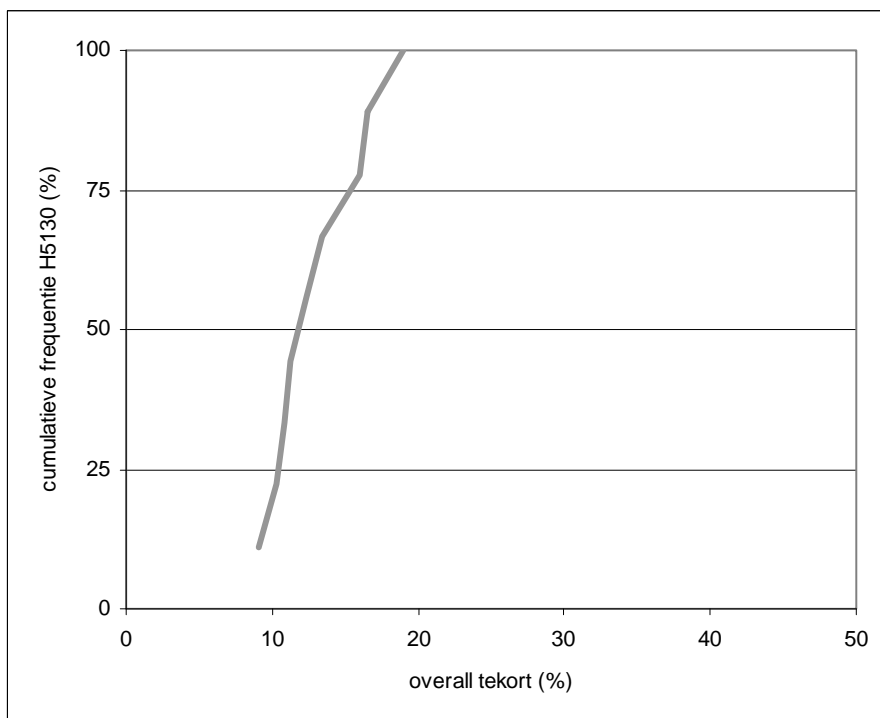
Figuur 22. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitatype zandverstuivingen (H2330, n=45) voor het overal milientekort.



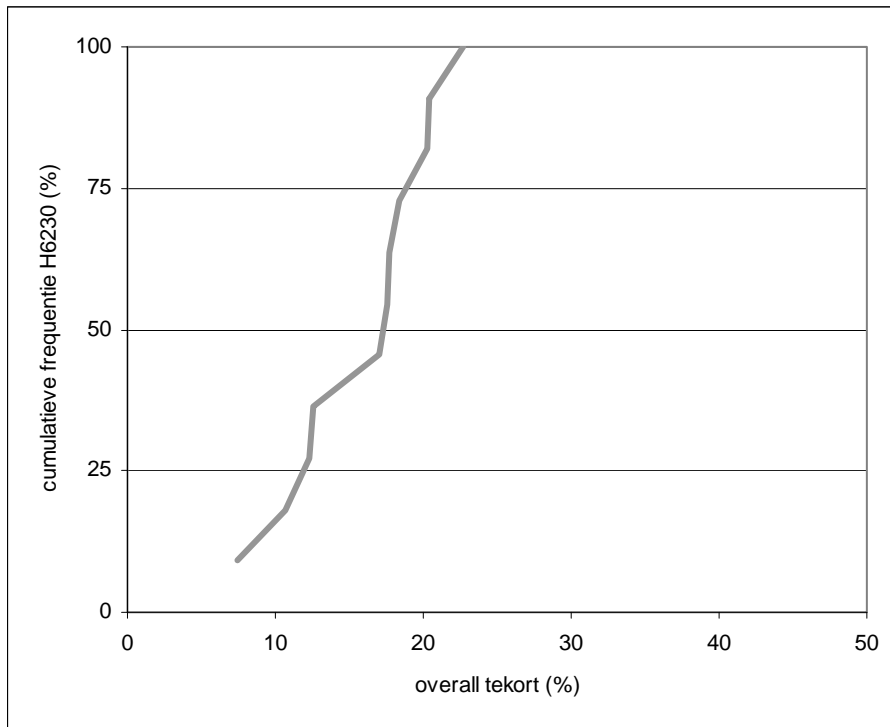
Figuur 23. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitatype vochtige heiden (H4010, n=69) voor het overal milientekort.



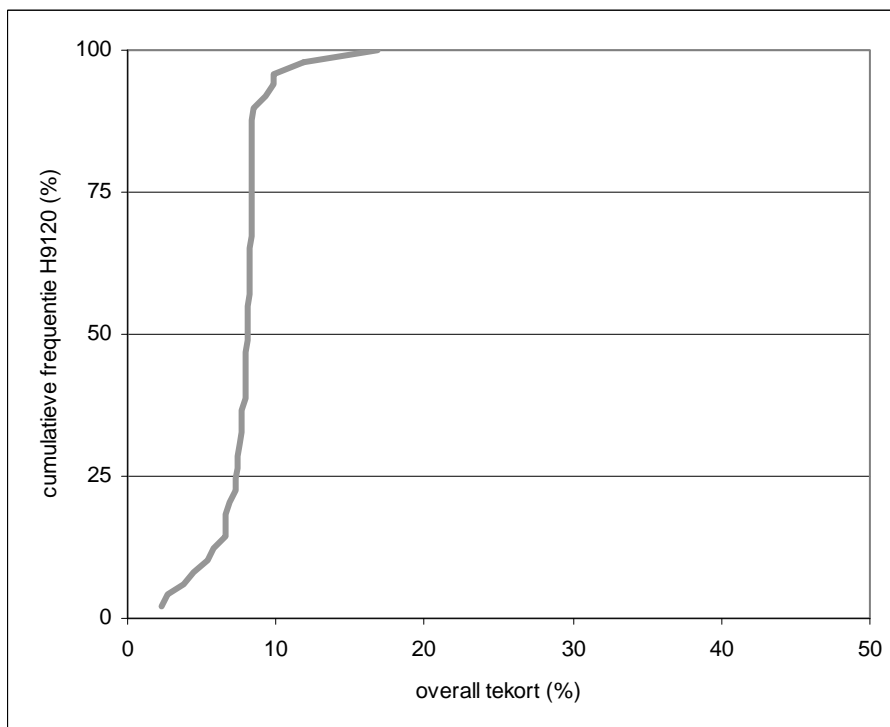
Figuur 24. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitattype droge heiden (H4030, $n=373$) voor het overal milieutekort.



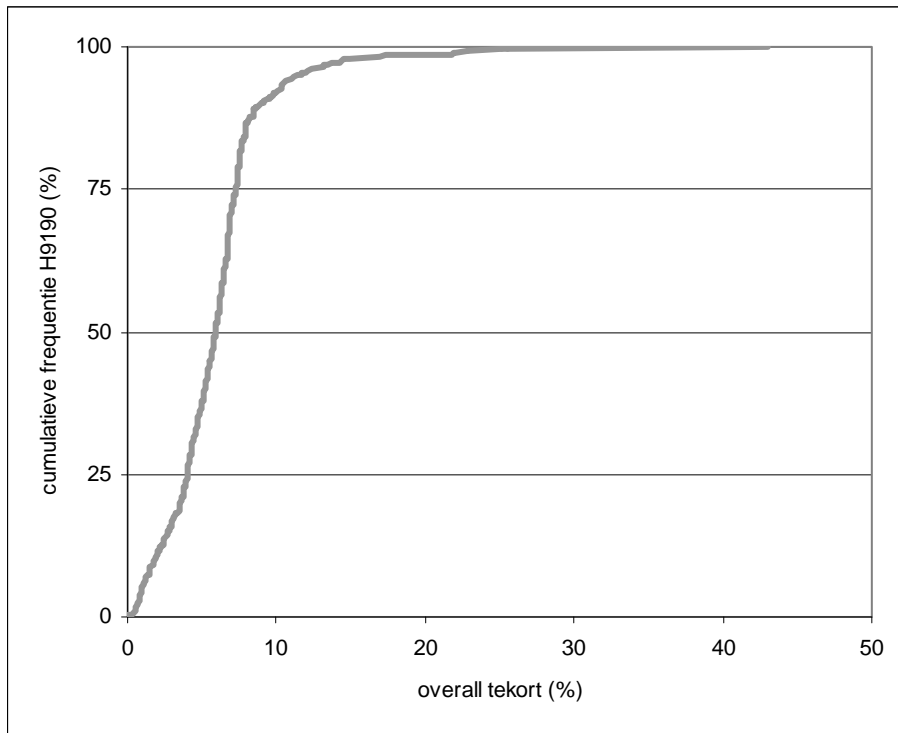
Figuur 25. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitattype jeneverbessruweel (H5130, $n=9$) voor het overal milieutekort.



Figuur 26. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitatype heischrale graslanden (H6230, n=11) voor het overal milieutekort.



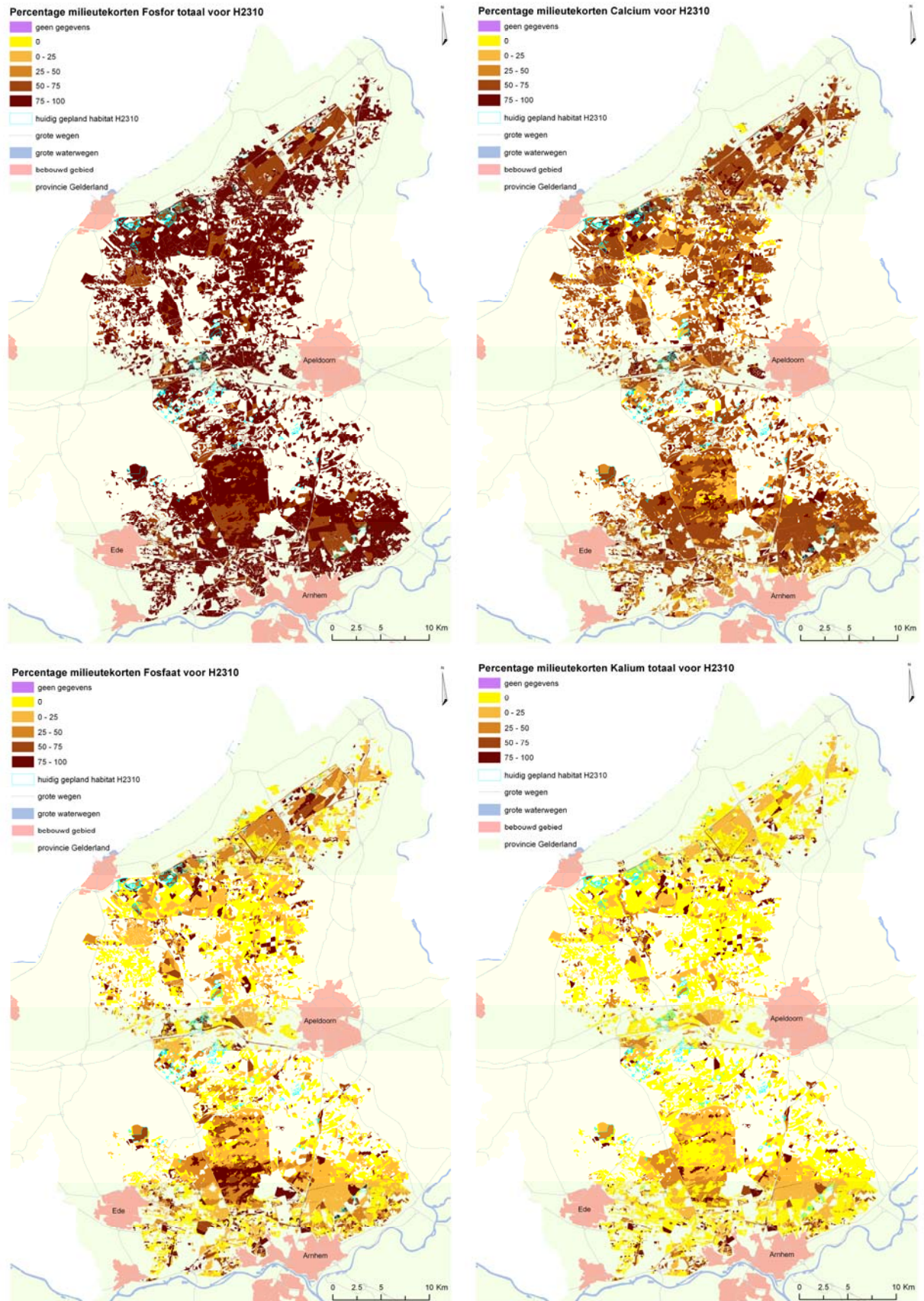
Figuur 27. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitatype beuken en eikenbossen met hulst (H9120, n=49) voor het overal milieutekort.



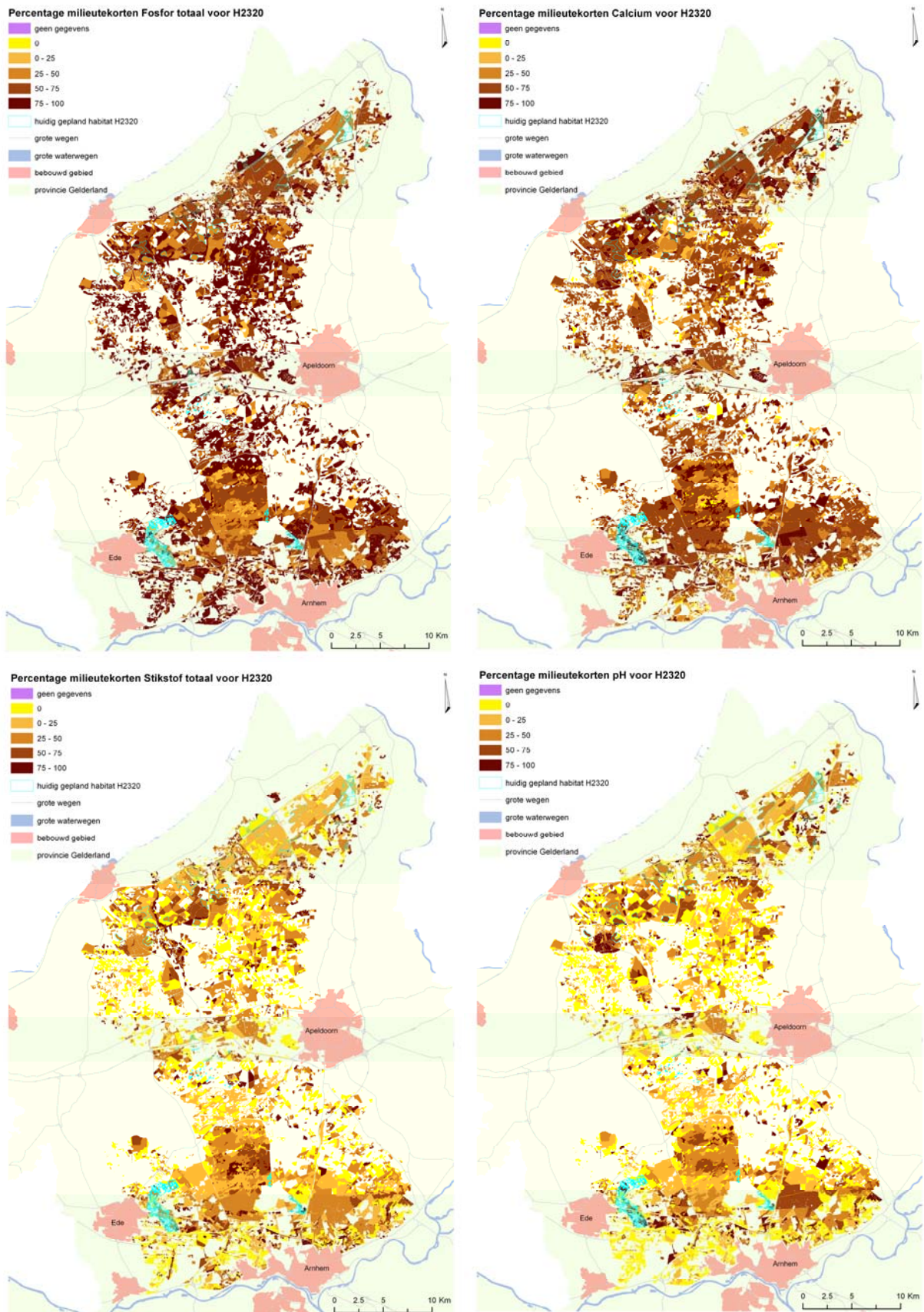
Figuur 28. Cumulatieve frequentieverdeling voor het habitatype oude eikenbossen (H9190, n=453) voor het overal milientekort.

3.5 Zoekkaarten voor nieuwe habitatgebieden

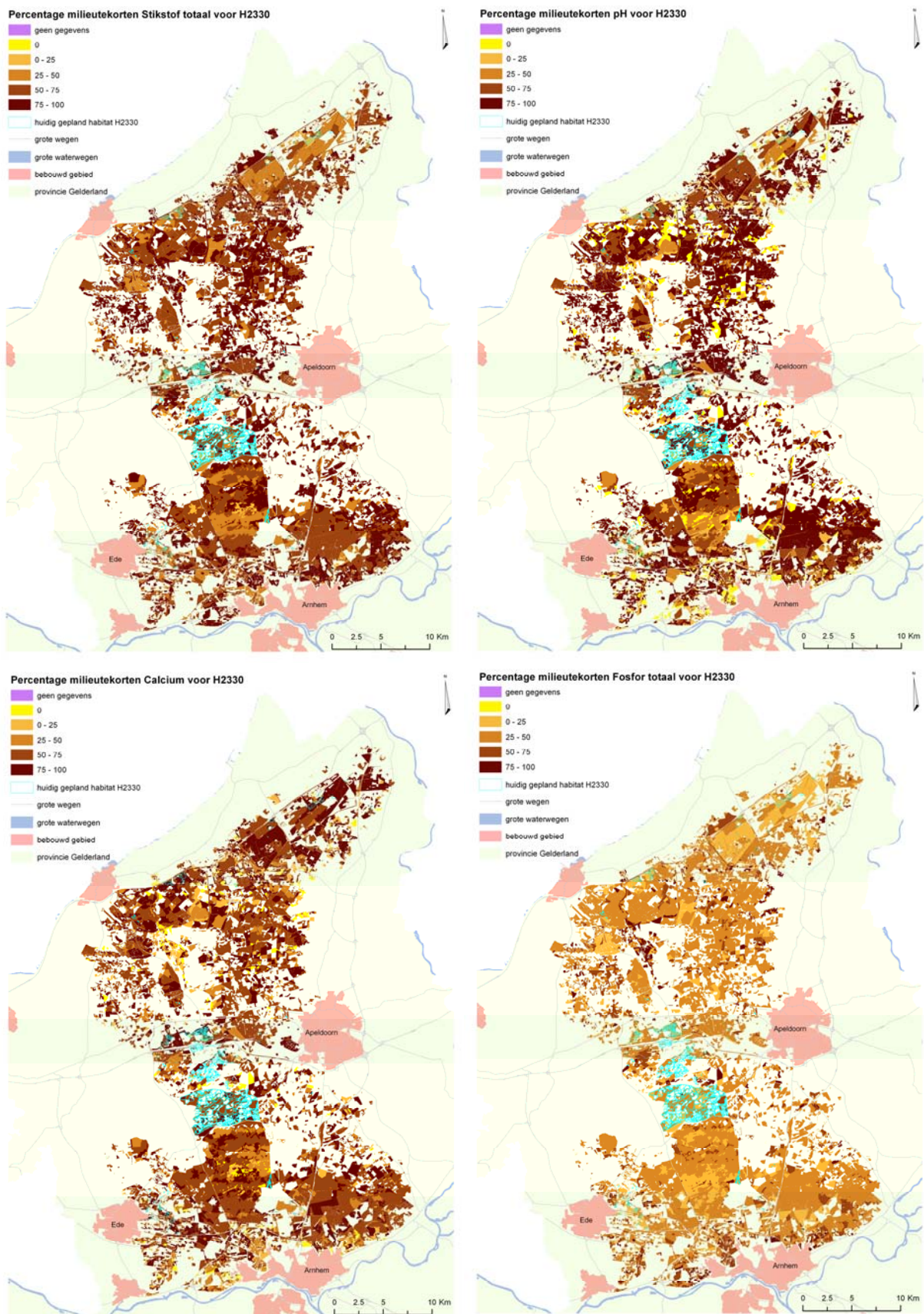
Figuur 29 tot en met Figuur 38 tonen per habitatype de vier kaarten met de grootste milieutekortingen. Het valt op dat vooral calcium en totaal fosfor en fosfaat vaak tot de grootste tekorten horen. Vooral de zoekkaarten voor Vochtige heiden (H4010) vertonen grote tekorten (GVG, GHG, Calcium en GLG). Voor Jeneverbesstruwelen (H5130), Beuken-eikenbossen met hulst (H9120) en Oude eikenbossen (H9190) lijken de tekorten iets minder groot.



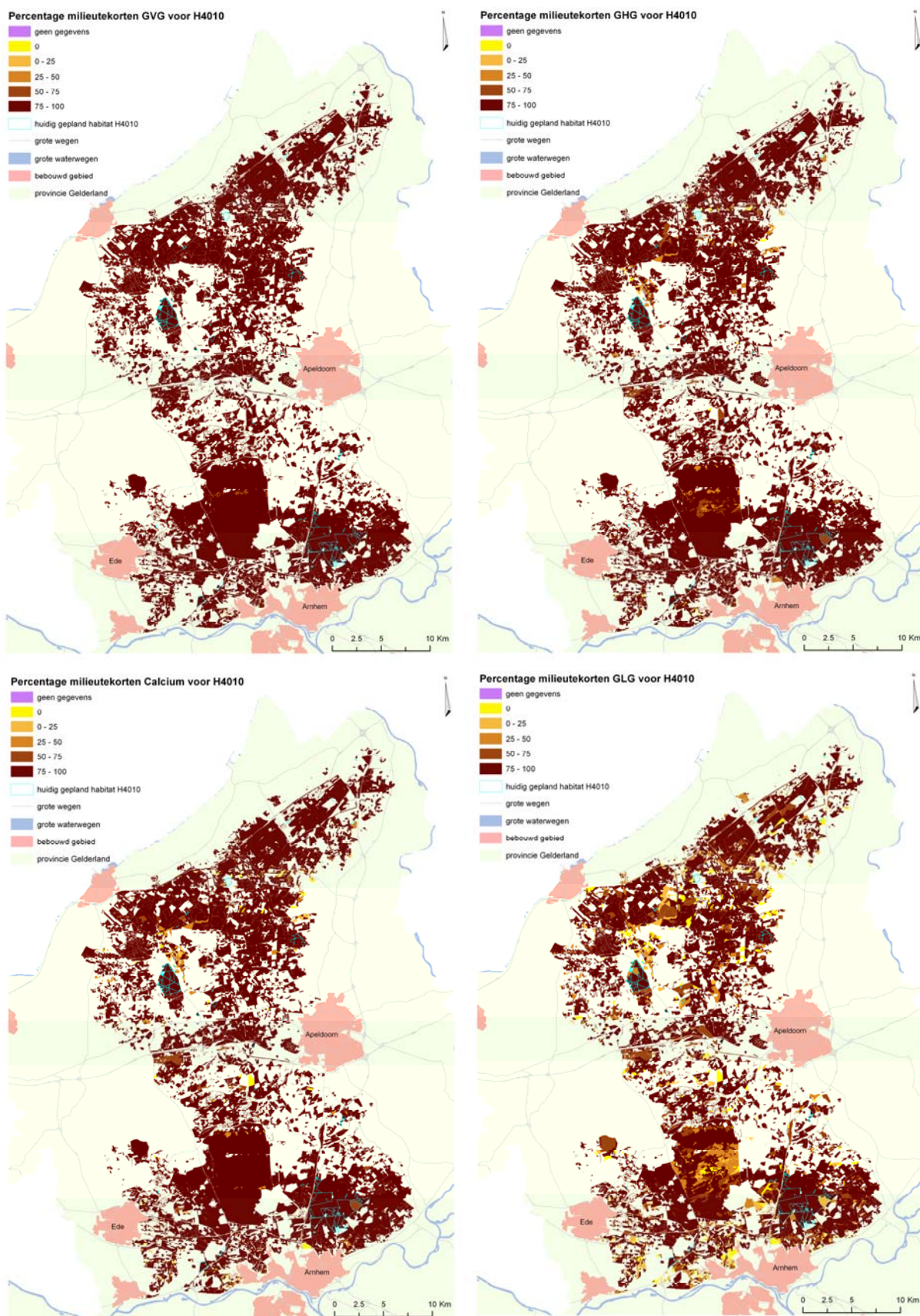
Figuur 29. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekortten voor *Stuifzandbeiden met struikbeï* (H2310); Fosfor totaal, Calcium, Fosfaat en Kalium.



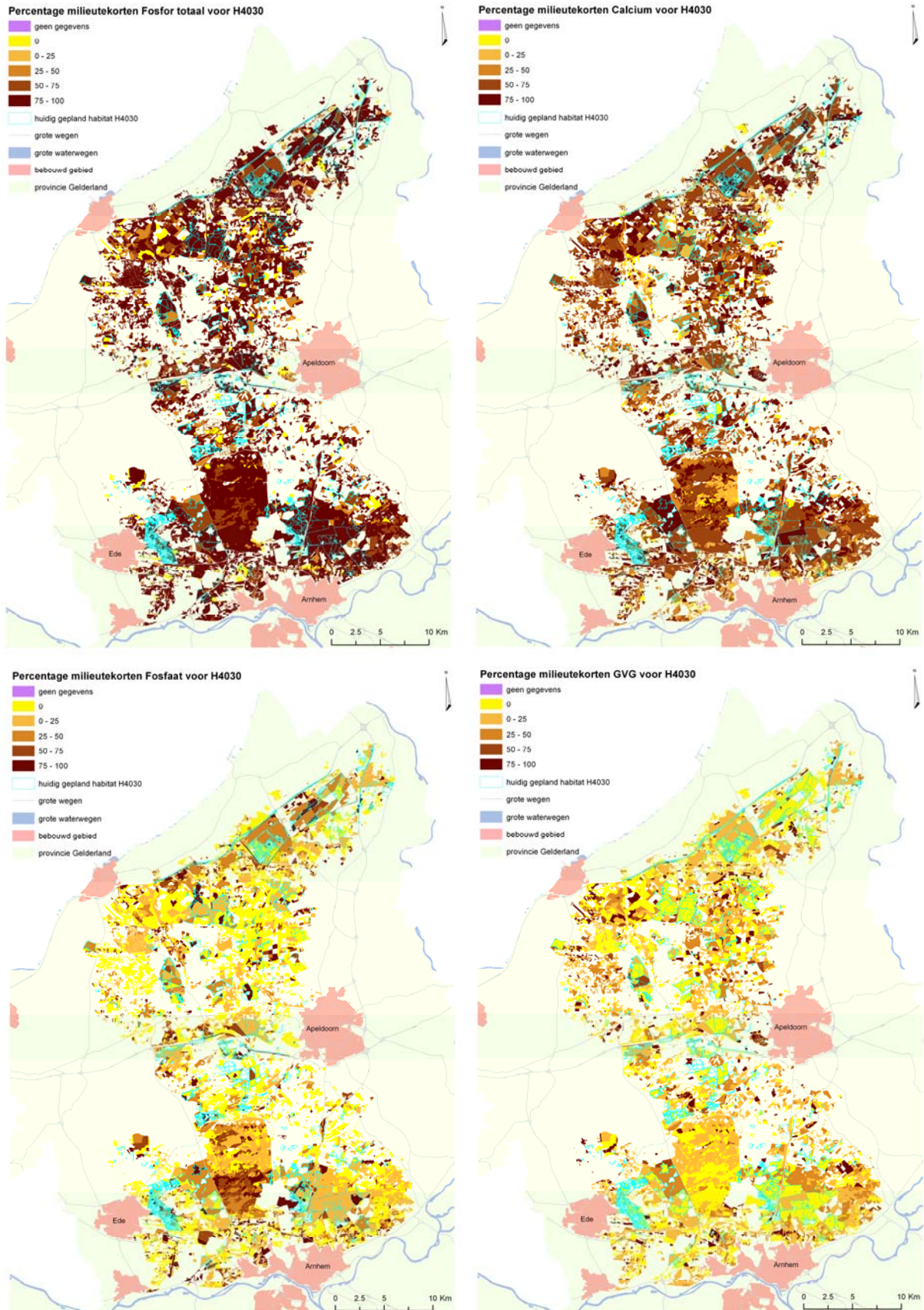
Figuur 30. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor Binnenlandse kraaiheibegroeiingen (H2320); Fosfor totaal, Calcium, Stikstof totaal en Ph



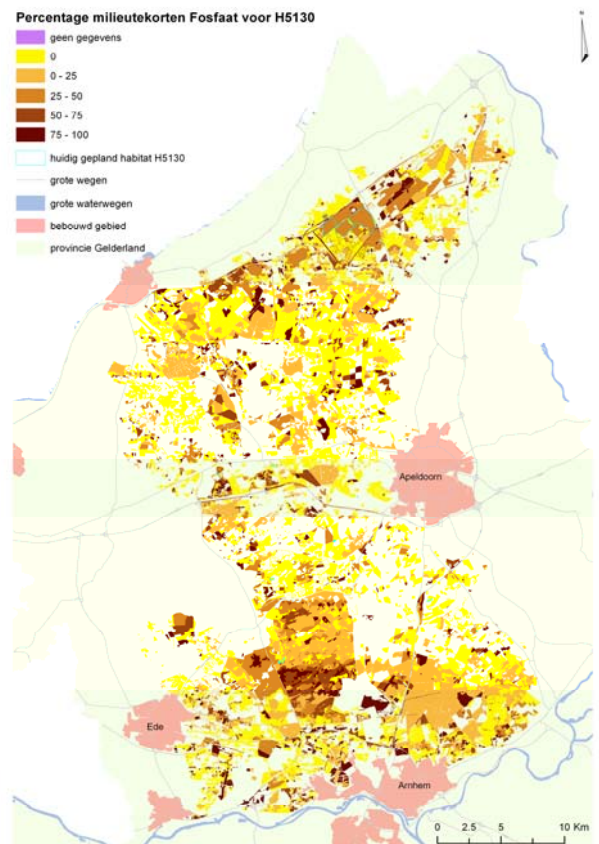
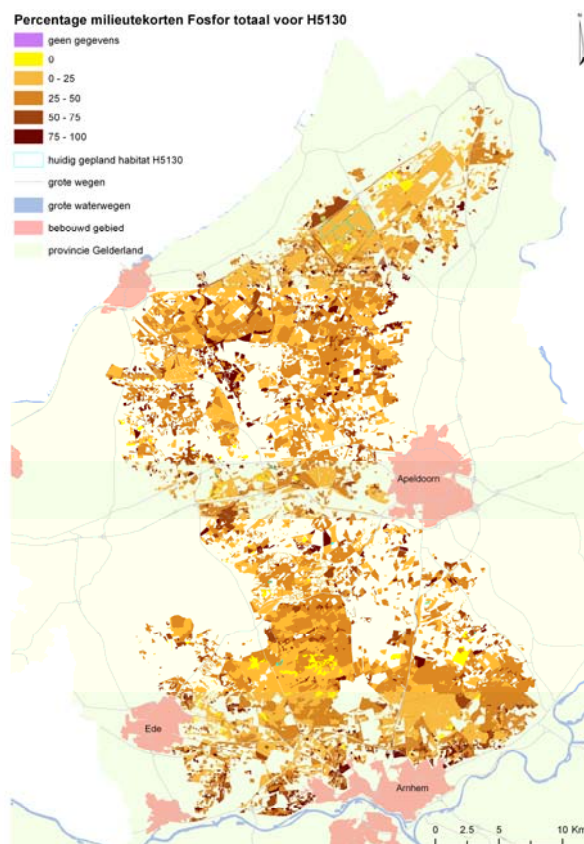
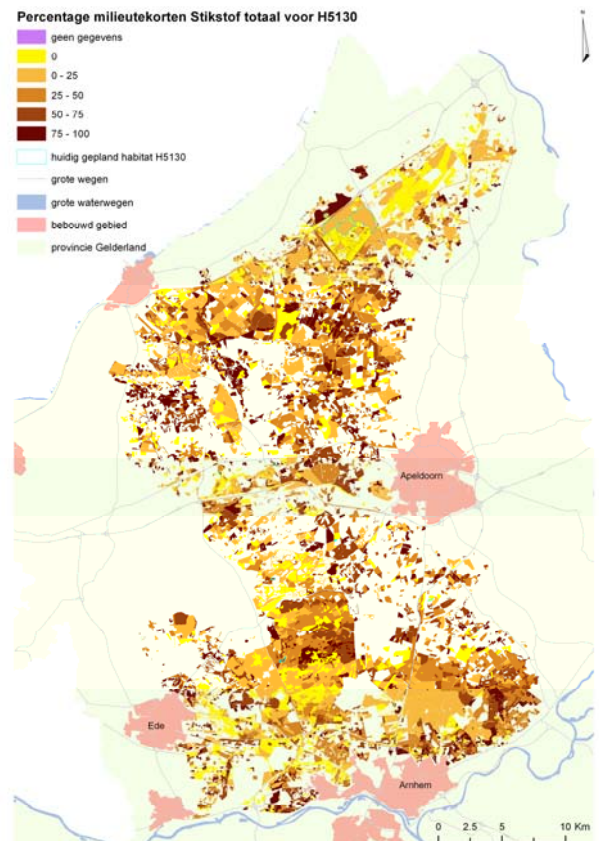
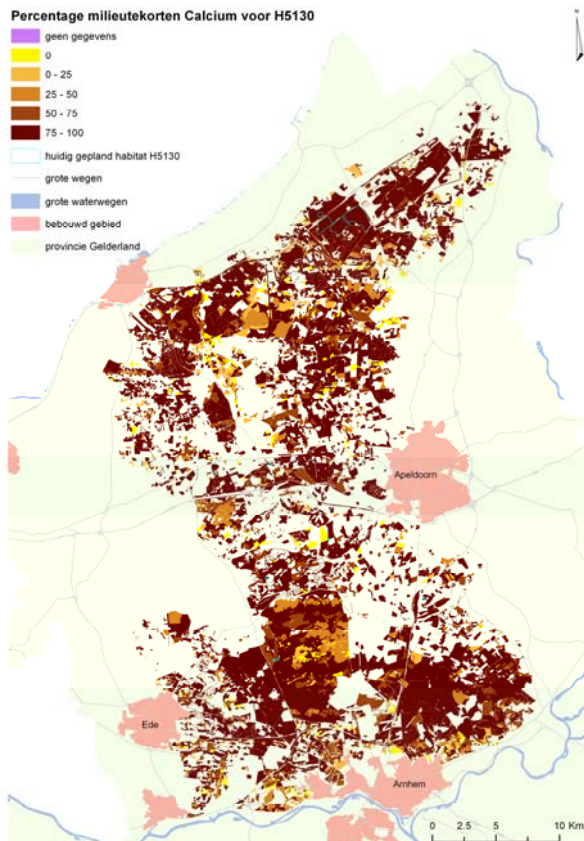
Figuur 31. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor Zandverstuivingen (H2330); Stikstof totaal, pH, Calcium en Fosfor totaal



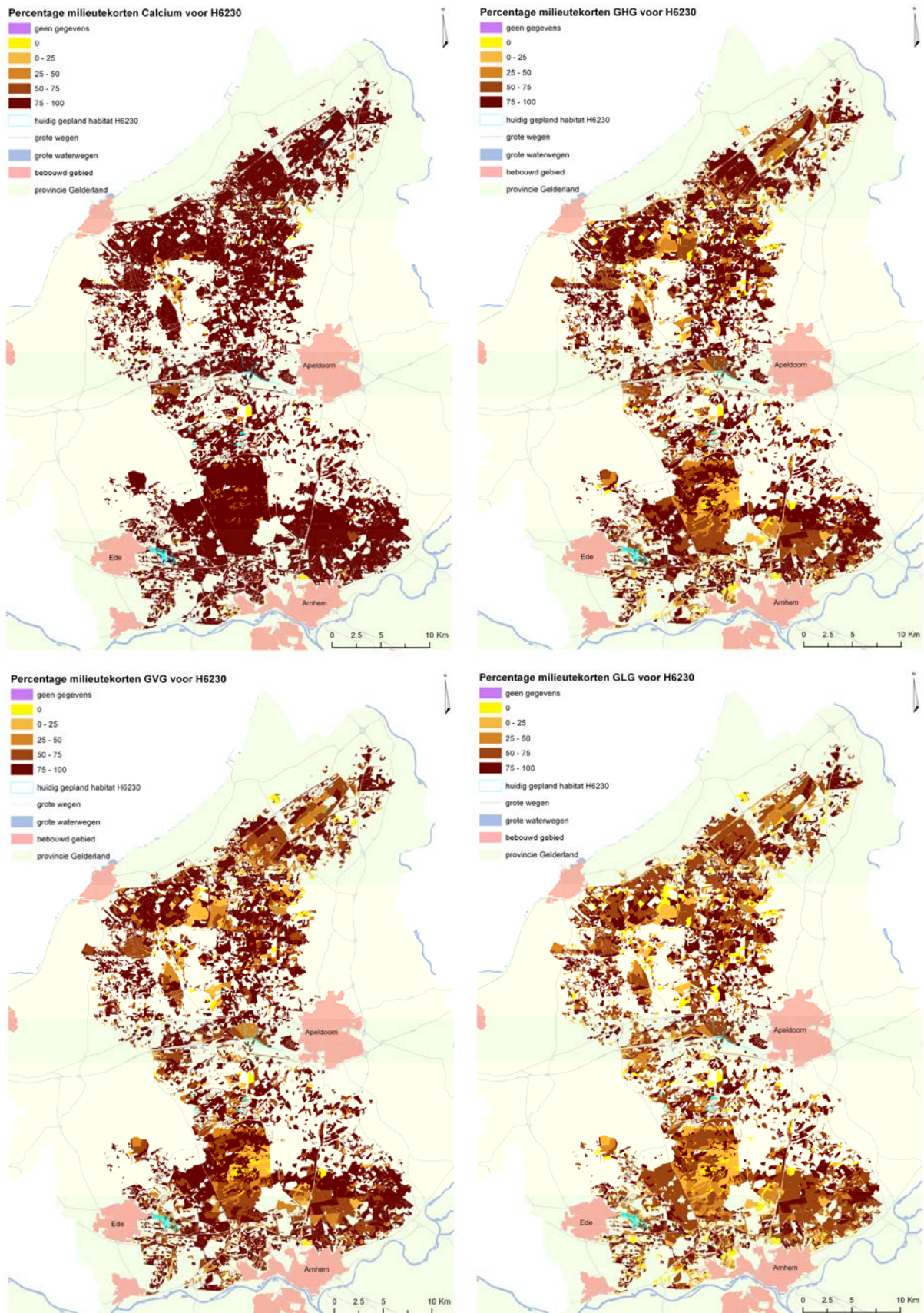
Figuur 32. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekort voor Vochtige heiden (H4010); GVG, GHG, Calcium en GLG



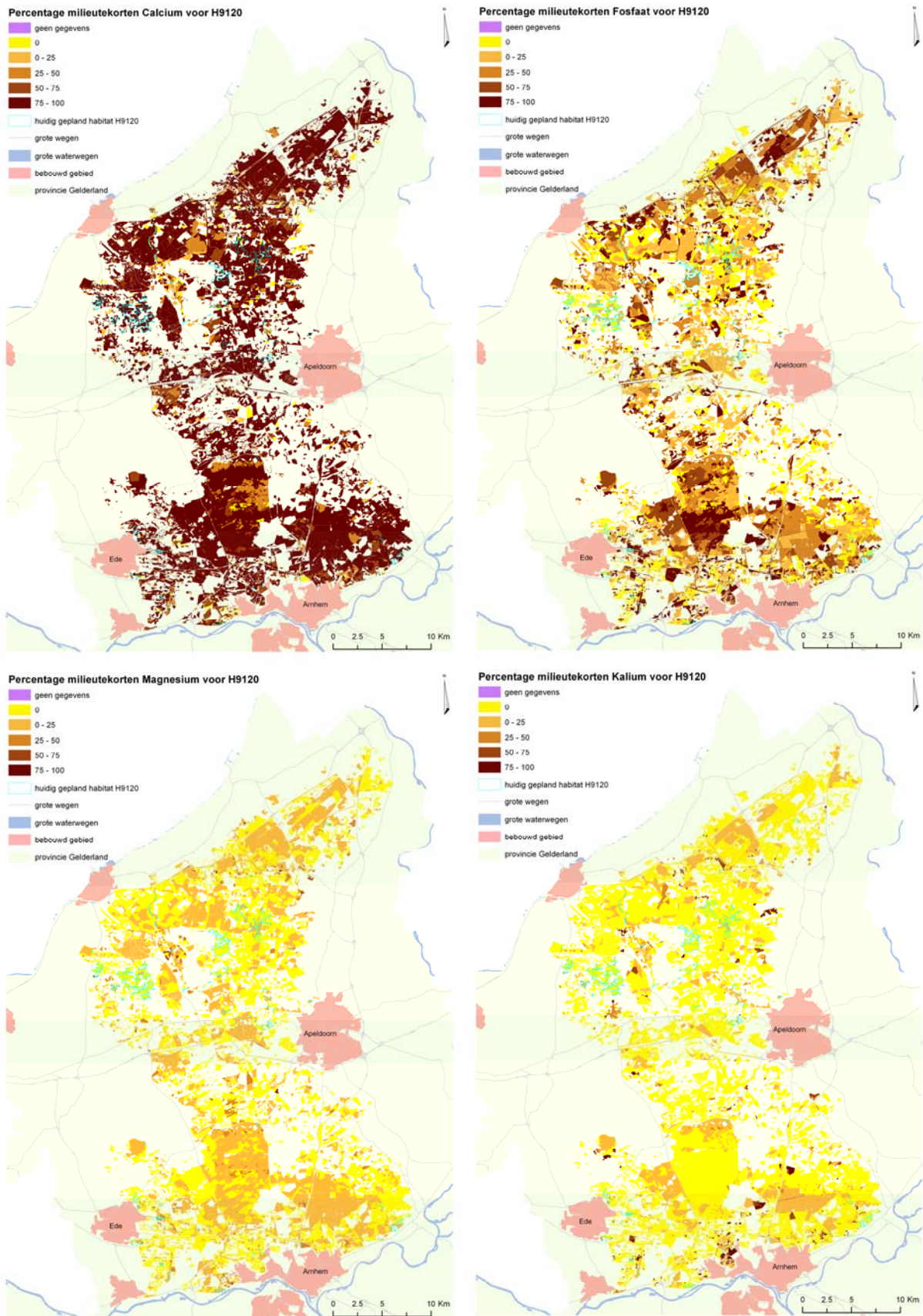
Figuur 33. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor Droge heiden (H4030); Fosfor totaal, Calcium, Fosfaat en GVG



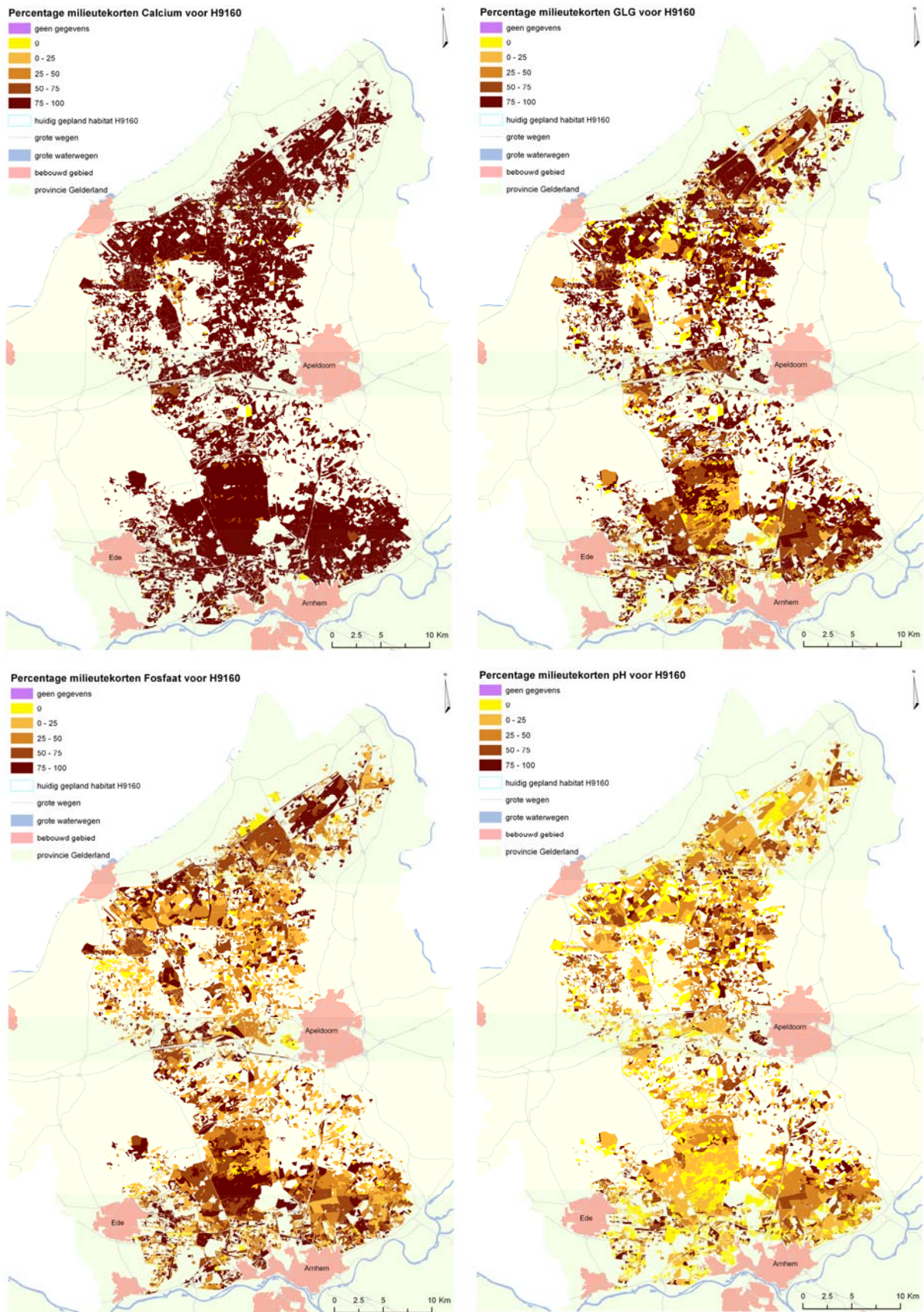
Figuur 34. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor Jeneverbesstruwelen (H5130); Calcium, Stikstof totaal, Fosfor totaal en Fosfaat.



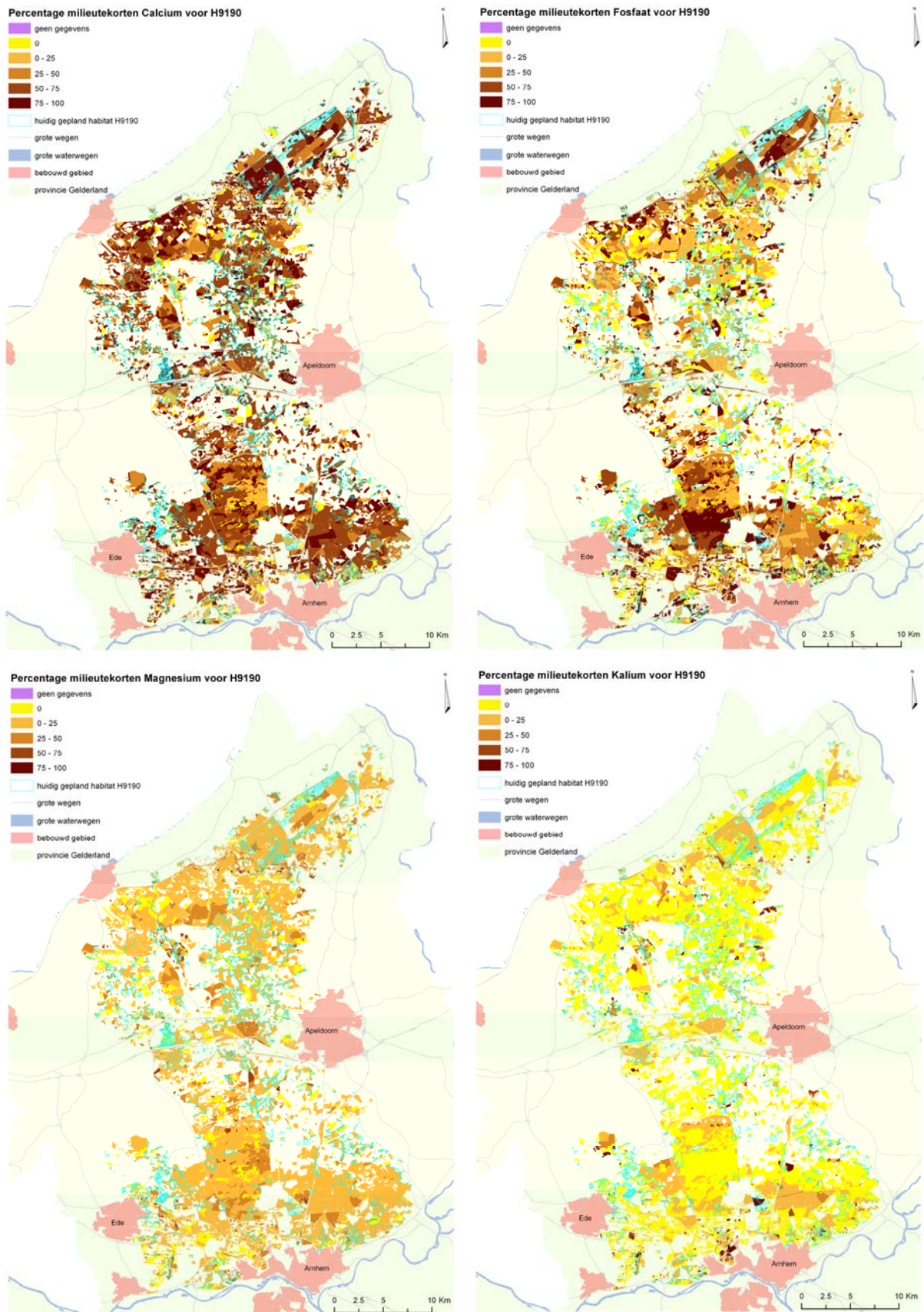
Figuur 35. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor Heischrale graslanden (H6230); Calcium, GHG, GVG en GLG



Figuur 36. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor *Beuken-eikenbossen met hulst* (H9120); Calcium, Fosfaat, Kalium en Magnesium.



Figuur 37. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor Eiken-haagbeukenbossen (H9160); Calcium, GLG, Fosfaat en pH.



Figuur 38. De vier abiotische factoren met de grootste milieutekorten voor Oude eikenbossen (H9190); Calcium, Fosfaat, Magnesium en Kalium.

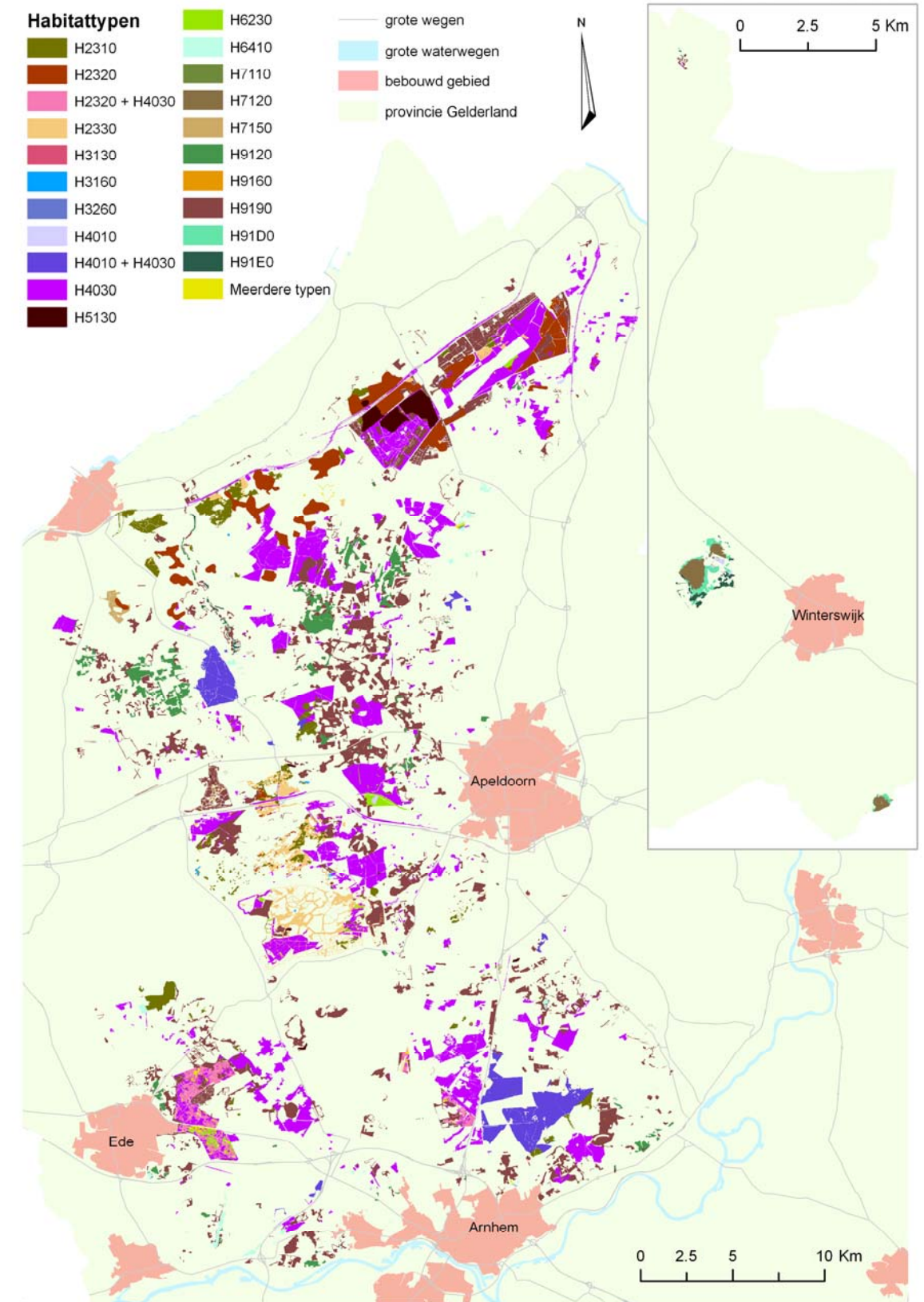


Fig. 39. Habitatgebieden in Gelderland meegenomen in dit onderzoek

4 Discussie

De berekening van de milieutekortten laat zien dat voor bijna alle habitattypen minstens voor een, maar vaak voor meerdere, bodemparameters tekorten worden berekend. Alleen voor een paar plekken in het midden van het Korenburgerveen bij Winterswijk worden geen tekorten berekend; voor alle habitattypen en sites op de Veluwe worden milieutekortten berekend. Tekorten treden vooral op voor Ca, het totale stikstof gehalte en het totale fosfor gehalte en fosfaat concentratie. Voor de natte gebieden (en voor natte heide op de Veluwe) worden ook vaak tekorten voor de grondwaterstand berekend. In veel gevallen zijn de tekorten niet heel erg groot, d.w.z. ze liggen beneden de 100%. Dit houdt in dat het tekort niet beneden de 5 percentiel of boven de 95 percentiel waarde ligt; het tekort ligt tussen het 5 en 25 percentiel of het 75 en 95 percentiel. Voor veel van de sites geldt dus dat het habitatype er waarschijnlijk wel kan voorkomen, maar niet goed ontwikkeld; niet alle doelsoorten zullen er voor komen. Voor de sites waar de tekorten groter dan 100% zijn, kan men zich afvragen of er wel het juiste habitatype is gesitueerd/gepland. Zonder grootschalige ingrepen is het type daar waarschijnlijk niet te realiseren. Een voorbeeld hiervan zou kunnen zijn de natte heide op de Veluwe rond de Posbank. De berekening laat zien dat de grondwaterstand er te laag is om dit type er te kunnen realiseren. Op het eerste gezicht lijkt dat logisch omdat het op de zandgrond op het hoogste deel van de Veluwe is gesitueerd. Aan de andere kant is het gebied niet vlak, maar bestaat het uit heuvels en dalen. In de dalen zou natte heide wel tot ontwikkeling kunnen komen, zeker als er ondoorlatende lagen aanwezig zijn. Dit geeft tevens een zwak punt van de methode weer, als daar geen vegetatieopnamen zijn gemaakt, maar alleen in het droge gedeelte dan zal er een tekort worden berekend, hoewel op microschaal er wel het habitat aanwezig kan zijn. De hier gebruikte methode geeft vooral een grootschalig ruimtelijk overzicht, waarbij details zullen worden gemist. Wel kan de methode aangeven waar mogelijk een fout habitatype is gepland. Nader onderzoek is dan echter wel nodig.

De kaarten zouden kunnen aangeven waar extra beheer of andere ingrepen nodig zijn om het habitatype goed ontwikkeld voor te kunnen laten komen of te ontwikkelen. Ook hierbij wordt dan ten stelligste aangeraden om elke situatie afzonderlijk nader te bekijken. Andere dan abiotische factoren kunnen een rol spelen, zoals zaadbronnen of cultuur historische of aardkundige waarden (Koomen et al in press). Daarnaast kan de variatie in het veld binnen een habitatype groot zijn en er wordt maatwerk gevraagd als men besluit in te grijpen.

Voor het doen van correcte uitspraken is de kwaliteit van de gebruikte methode belangrijk. De methode is uitgebreid getest (Wamelink et al. 2008b). Uit de test kwam naar voren dat de berekeningen voor pH zeer betrouwbaar zijn, echter die voor ammonium en nitraat zijn relatief onbetrouwbaar. Om de kwaliteit van vooral die laatste te verbeteren zijn meer metingen nodig. Hierdoor kunnen de indicatiewaarden van de soorten beter worden geschat, waardoor de basis van de hier ontwikkelde methode (sterk) verbeterd kan worden. Daarnaast is het indicator systeem dat

gebruikt wordt opgezet voor Nederland. Er is discussie onder de experts of landelijk geschatte indicatorwaarden voor plantensoorten regionaal bruikbaar zijn. Voor sommige soorten zouden regionaal geschatte indicatorwaarden betere resultaten kunnen geven. Hetzelfde zou kunnen gelden voor vegetatietypen (in dit geval habitattypen), d.w.z. dat voor een soort per habitatype een indicatorwaarde voor bijvoorbeeld pH wordt geschat. Om beide opsplitsingen in indicatorwaarden goed te onderzoeken zijn meer gegevens nodig dan nu beschikbaar zijn. Voor het regionale effect zou wel eens kunnen gelden dat dit effect er weliswaar voor een beperkt aantal soorten is, maar dat het op het eindresultaat zoals hier gepresenteerd niet van invloed is. Een vergelijkbare studie waar de indicatorwaarden voor Nederland worden vergeleken met die voor Zweden, Duitsland, Frankrijk, Engeland en Spanje laten voor de overlappende soorten geen wezenlijke verschillen zien. Over indicatorwaarden per vegetatietype is, zover wij weten, niets bekend.

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van 3900 vegetatieopnamen. Dat is een respectabel aantal, echter de opnamen liggen niet random verspreid over de habitattypen. Dit betekent dat per type er een verschillend aantal opnamen beschikbaar zijn om de milieutekorten te berekenen. Dat betekent tevens dat de betrouwbaarheid en de volledigheid per habitatsite verschilt. In principe kan het tekort voor een habitatsite met een zeer groot oppervlak gebaseerd zijn op slechts een opname, terwijl een habitatsite met een zeer klein oppervlak gebaseerd kan zijn op vele opnamen. Als in de toekomst vegetatieopnamen zouden worden gemaakt om de kwaliteit te bepalen van de habitatsites dan raden wij een oppervlakte gewogen steekproef aan.

Om aan het bovengenoemde effect van de regio tegemoet te komen zou het systeem gekalibreerd kunnen worden met behulp van veldmetingen (zie ook Wamelink et al 2008a). Op een aantal sites zou dan een vegetatieopname moeten worden gemaakt en de abiotiek gemeten. Deze metingen kunnen dan worden vergeleken met de berekende abiotiek, waarna kalibratie kan plaats vinden. Op basis van de metingen kunnen uiteraard ook de milieutekorten voor die plek worden berekend, wat tot betrouwbaardere resultaten leidt dan volgens de hier gebruikte methode. Echter om een betrouwbaar overzicht te krijgen zijn zeer veel metingen nodig, die veel tijd en geld kosten. Dit lijkt voorlopig niet haalbaar. Wel kan dus een combinatie van bodemmetingen en vegetatieopnamen worden gebruikt om de betrouwbaarheid te vergroten.

De resultaten (kaarten) zijn gebaseerd op vegetatieopnamen. Om te veel afwijkingen met de huidige situatie te voorkomen zijn alleen opnamen gebruikt uit het recente verleden (na 1995). Desondanks kan de huidige situatie anders zijn ten opzichte van het moment waarop de opname is gemaakt. Een verdere accumulatie van stikstof in het ecosysteem kan leiden tot grotere milieutekorten dan hier berekent. Naarmate er meer verschil is tussen het moment van de vegetatieopname en het heden zal het verschil groter zijn. Hetzelfde geldt voor verzuring die effect heeft op de pH en de Ca en Mg voorraden in de bodem. Het gaat hierbij waarschijnlijk om relatief kleine effecten. De milieutekorten zullen hierdoor onderschat worden. Relatief grote verschillen kunnen ontstaan door eenmalige grote beheeringrepen zoals plagen,

afgraven of baggeren. De situatie na de ingreep heeft meestal weinig relatie meer met, abiotisch gezien, de situatie voor de ingreep. Doel van dit soort ingrepen is bijna altijd de abiotische situatie verbeteren en dus de aanwezige milieutekortten te verkleinen of teniet te doen. In zulke gevallen zullen de hier berekende milieutekortten voor die sites overschat worden, de situatie is in werkelijkheid een stuk beter. Omdat er geen gegevens beschikbaar zijn over wanneer en waar dit soort maatregelen zijn genomen, kan hiervoor niet worden gecorrigeerd. Informatie over waar welke maatregelen zijn en worden genomen zijn onmisbaar om hiervoor te kunnen corrigeren. Wij roepen hier daarom op om dergelijke gegevens goed gedocumenteerd, digitaal beschikbaar te maken.

Milieutekortten kunnen alleen berekend worden voor natuurgebieden die ook een habitatype hebben toegekend gekregen. In een vrij groot aantal gevallen is wel bekend dat het natuurgebied tot een Natura 2000 gebied behoort, maar is nog geen habitatype toegekend. Voor een aantal abiotische randvoorwaarden van habitatypen was niet genoeg informatie beschikbaar om een milieutekort te berekenen. Dit kan alleen opgelost worden door meer veldmetingen te doen en deze toe te voegen aan de database waarop de randvoorwaarden voor de habitatypen zijn gebaseerd (Wamelink et al 2006). Om 5 en 95 percentielen te kunnen berekenen (hier de grenzen waarop het milieutekort 100% is), zijn minstens 90 waarnemingen nodig, maar het liefst twee maal zo veel om de onzekerheid te verkleinen.

In principe kunnen ook milieutekortten voor grote en kleine wateren, beken en rivieren worden berekend. Echter de tekorten zijn gebaseerd op metingen in de bodem en niet in het water zelf. Hoewel er een relatie is tussen bodem en water, kan op basis van water tot andere conclusies worden gekomen. Daarom wordt aangeraden om alle aquatische typen met enige terughoudendheid te bekijken. Daarnaast zijn de berekende tekorten alleen gebaseerd op vegetatieopnamen, daarin zijn geen planten die onder water leven meegenomen. Ook dit kan tot een vertekend beeld leiden.

Zoekkaarten

Anders dan voor de milieukwaliteit voor de habitatgebieden zijn de zoekkaarten voor de Veluwe vrij compleet. De enige voorwaarde voor een berekening is dat er een vegetatieopname binnen een vegetatie-eenheid op de kaart aanwezig is. Voor deze kaarten worden vooral voor de steden en de landbouwenclaves geen waarden gegeven.

De mogelijkheden voor het ontwikkelen van de gekozen habitatypen is soms beperkt. Vooral voor de stuifzanden zijn de tekorten vrij groot. Om dit type uit te breiden is waarschijnlijk meer nodig dan het simpel verwijderen van de vegetatie, maar zal er ook een deel van de bodem en het strooisel verwijderd moeten worden.

5 Conclusies

Voor bijna alle doorgerekende habitatgebieden wordt voor minstens een van de abiotische randvoorwaarden een milieutekort berekend. Alleen voor een aantal gebieden in het Korenburgerveen nabij Winterswijk worden geen tekorten berekend. Voor de Veluwe vertonen alle gebieden een milieutekort.

Op de Veluwe zijn vooral tekorten berekend voor Ca en in veel mindere mate voor pH. Ook vallen de milieutekorten voor totaal fosfor en fosfaat op. Deze zijn waarschijnlijk het gevolg van bemesting in het verleden.

Op sommige plekken op de Veluwe wordt er een vochttekort geconstateerd. Voor het Renkums beekdal is dat geen verrassing. Echter er zijn ook twee vrij grote gebieden op de Veluwe waar een vochttekort wordt berekend. Het gaat hierbij om een combinatie van de habitattypen droge en natte heide. De tekorten worden berekend voor de natte heide. Het is de vraag of de toewijzing hier realistisch is, het kan ook veroorzaakt worden doordat de veldsituatie binnen het type niet goed vertegenwoordigd wordt. Dit kan worden veroorzaakt doordat er op de natte plakken geen vegetatieopnamen beschikbaar zijn. Maar ook als dat wel zou zijn dan zullen de droge gebieden een (onterecht) tekort vertonen. Dit kan alleen worden opgelost door de ligging van de habitattypen afzonderlijk te definiëren.

De zoekkaarten geven een goed overzicht voor de Veluwe waar de kansen voor het ontwikkelen van nieuwe habitatgebieden het grootst is. Ook hier geldt echter dat veel gebieden onvoldoende abiotische kwaliteit bezitten om zonder meer het type te ontwikkelen. Extra ingrepen (nutriënten verwijderen, de kalk gehalte omhoog brengen) zijn dan nodig.

De gebruikte methode is voor het eerst toegepast om een inventarisatie te maken. Validatie is nog niet mogelijk, daarvoor moeten eerst nieuwe bodemmetingen worden uitgevoerd. Deze kunnen dan tevens worden gebruikt om het systeem te kalibreren. Hierdoor wordt de methode verder toegespitst op Gelderland.

De resultaten dienen in eerste instantie om de milieutekorten te inventariseren en de grootte ervan te inventariseren. Er wordt ruimtelijk aangegeven waar de tekorten zich bevinden. Het is echter zeer aan te raden om voor eventueel uit te voeren ingrepen eerst lokaal nadere informatie in te winnen.

Literatuur

Centraal Bureau voor de Statistiek. 2000. Handleiding Landelijk Meetnet Flora – milieu- en natuurkwaliteit. CBS, Voorburg/Heerlen.

Clark, M.C. & Tilman, D. 2008. Loss of plant species after chronic low-level nitrogen deposition to prairie grasslands. *Nature* 451: 712 – 715.

Dirkse, G.M. & W.P. Daamen. 2000. Pilot meetnet functievervulling bos, natuur en landschap. Alterra rapport 97. Alterra, Wageningen

Ellenberg, H, Weber, H E, Düll, R, Wirth, V, Werner, W, Pauliszen D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18:1-248.

Gies, T.J.A., H. van Dobben & A. Bleeker. 2007 Onderbouwing significant effect depositie op natuurgebieden. Een onderzoek naar de wijze waarop in het kader van de Vogel- en Habitatrichtlijn getoetst kan worden of vergunningverlening kan leiden tot significante negatieve effecten op de natuur. Alterra rapport 1490. Alterra, Wageningen.

Kelly, V.R., Lovett, G.M., Weathers, K.C. & Likens, G.C., 2002. Trends in atmospheric concentration and deposition compared to regional and local pollutant emissions at a rural site in southeastern New York, USA. *Atmospheric Environment* 36: 1569-1575.

Kemmers, Rolf, Han van Dobben, Wiegier Wamelink & André Jansen. 2007. Effecten van het generieke milieubeleid op het terugdringen van de verzuring en op het herstel van natuurwaarden in multifunctionele bossen op arme zandgronden. Alterra rapport 1531. Alterra, Wageningen.

Koomen 2009 in press.

Schaminée, J.H.J., Hommel, P.W.F.M., Stortelder, A.H.F., Weeda, E.J. & Westhoff, V. 1995. *De Vegetatie van Nederland. Deel 1.* Opulus Press, Uppsala/Leiden.

Tarasón, L., Jonson, J.E., Fagerli, H., Benedictow, A., Wind, P., Simpson, D. & Klein, H., 2003. Transboundary Acidification, Eutrophication and Ground Level Ozone in Europe PART III. Source-receptor relationships. EMEP Status Report. Oslo, Norway: Norwegian meteorological institute.

Wamelink, G.W.W., Dobben, H.F. van, Schouwenberg, E.P.A.G. & Mol-Dijkstra, J.P. 2003a. Haalbaarheid van natuurdoeltypen in arme bossen en droge heide op de hogere zandgronden: een modelstudie. Rapport 562. Alterra, Wageningen.

Wamelink, G.W.W., Braak, C.J.F. ter & Dobben, H.F. van. 2003b. Changes in large-scale patterns of plant biodiversity predicted from environmental economic scenarios. *Landscape Ecology* 18: 513-527.

Van Dobben, H.F., Wamelink, G.W.W., Schouwenberg, E.P.A.G. & Mol-Dijkstra, J.P. 2003c. Natuurdoelen in bossen en heide op arme, droge zandgrond onhaalbaar bij de huidige milieukwaliteit. *Nederlands Bosbouw Tijdschrift* 75: 45-48.

Van Dobben, H.F., E.P.A.G. Schouwenberg, J. P. Mol, H.J.J. Wieggers, M.J.M. Jansen, J. Kros & W. de Vries. 2004. Simulation of critical loads for nitrogen for terrestrial plant communities in The Netherlands. *Alterra rapport 953*. Alterra, Wageningen.

Van Dobben H. & A. van Hinsberg, 2008. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en Natura 2000-gebieden. *Alterra-rapport 1654*. Alterra, Wageningen.

Wamelink, G.W.W., Goedhart, P.W., Dobben, H.F van & Berendse, F. 2005. Plant species as predictors of soil pH: replacing expert judgement by measurements. *Journal of vegetation science* 16:461-470.

Wamelink, G.W.W., Dobben, H.F. van, Wegman, R.M.A. & Frissel, J.Y. 2006. Voorzichtigheid bij het gebruik van Ellenberg indicatorwaarden is geboden. *Stratitotis* 32: 21-30.

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. Report 1489, Alterra, Wageningen, The Netherlands.

Wamelink, G.W.W. 2007. Simulation of vegetation dynamics as affected by nitrogen deposition. Wageningen Universiteit, Wageningen. PhD Thesis.

Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem & H.F. van Dobben. 2008a. Plan van aanpak voor het uitvoeren van een nulmeting bodemkwaliteit van het Natura 2000 gebieden in Gelderland. *Alterra rapport 1781*. Alterra, Wageningen.

Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem & H.F. van Dobben. 2008b. Test voor het berekenen van de milieutekortingen voor habitattypen in de provincie Gelderland. *Alterra rapport 1836*. Alterra, Wageningen.

Bijlage 1 Samenvatting van de ontwikkelde methode zoals die hier is toegepast

Overgenomen uit Wamelink et al. 2008a.

Schatting abiotische randvoorwaarden habitattypen

Om de randvoorwaarden voor de habitattypen te schatten is gebruik gemaakt van een methode die eerder door ons is toegepast om de randvoorwaarden voor plantensoorten te schatten. Een grote database met daarin vegetatieopnamen met gemeten bodemgegevens is hiervoor de basis. Elke goed ontwikkelde vegetatieopname is te koppelen aan een habitatype (via het toekennen van een vegetatietype; associatie). Op basis hiervan kan voor elk habitatype berekend worden waar het type niet en waar het type wel voor kan komen voor een abiotische factor, bijvoorbeeld bodem pH. Dit gebeurt door het berekenen van de percentielen, zoals hieronder weergegeven voor het habitatype stuifzand (fig. a).

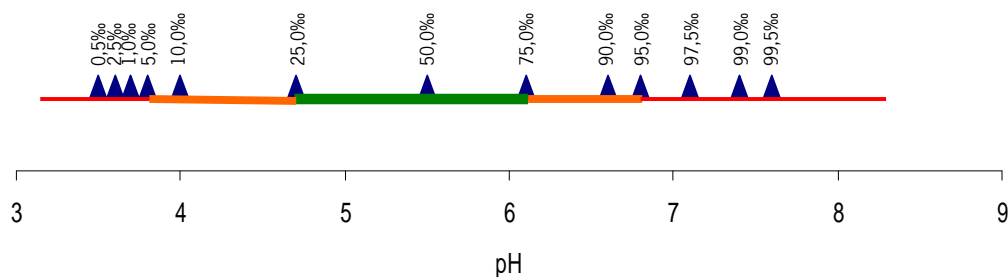


Fig. a. Abiotische randvoorwaarde voor bodem pH voor habitatype stuifzand. De drieboeken geven de verschillende berekende percentielen, groen geeft het gebied waar het type optimaal kan voor komen, oranje het gebied waar het type suboptimaal kan voorkomen en rood geeft het gebied waar het type niet kan voor komen.

Het 0,5 % geeft aan dat 0,5% van de waarnemingen zich beneden deze pH waarde bevinden. De abiotische randvoorwaarde moet worden gedefinieerd en wij hebben er voor gekozen om de 5 en 95 percentielen als uiterste grenzen te nemen waarbinnen het type nog voor kan komen. Buiten dit gebied kan het type niet meer optimaal voor komen, voor stuifzand betekent beneden pH 3,8 en boven pH 6,8. Daarbinnen hebben we nog onderscheid gemaakt tussen het gebied waar het type optimaal kan voor komen, tussen het 25 en 75 percentiel (pH 4,7 en 6,1; het groene gebied) en waar het type suboptimaal kan voorkomen, tussen het 5 en 25 percentiel en het 75 en 95 percentiel (tussen pH 3,8 en 4,7 en tussen pH 6,1 en 6,8; het oranje gebied). Als de pH zich in het oranje gebied bevindt kan het type dus nog wel voor komen, maar is er wat aan de hand en zouden maatregelen misschien nodig kunnen zijn, zeker bij een verslechtering van de situatie. Voor de rode gebieden geldt dat zonder maatregelen het type er niet voor kan komen.

Bepaling van de milieukwaliteit op basis van vegetatieopnamen

De bepaling van de huidige milieukwaliteit (nulmeting) kan op twee manieren. De beste is door in het veld te gaan meten; ga het veld in, neem een bodemonmonster en laat deze analyseren. De methode staat beschreven in dit rapport. Echter om een echt goed overzicht te krijgen zijn duizenden metingen nodig en dat is kostbaar. Een alternatief of aanvulling wordt daarom ook gegeven. De abiotische kwaliteit kan ook worden geschat op basis van al gemaakte vegetatieopnamen, bijvoorbeeld op basis van de PQ's (permanente quadraten) van de provincie Gelderland. Elke opname bestaat uit een aantal soorten. Voor deze soorten is het gemiddelde waaronder ze voorkomen voor alle abiotische randvoorwaarden van de meetlat bekend. Door de waarden voor de soorten die in de opname aanwezig zijn te middelen kan de abiotiek van de opname worden geschat.

Bepaling van de tekorten aan milieukwaliteit

Omdat nu de randvoorwaarden per habitatype en de plaatselijke situatie (gemeten of geschat) bekend zijn kan voor elke opname gekeken worden of de milieukwaliteit goed genoeg is of dat voor sommige randvoorwaarden de abiotiek niet voldoet aan de eisen. Voor het laatste geval kan dan berekend worden hoe groot het verschil is tussen gewenst en actueel, met andere woorden het tekort aan milieukwaliteit kan berekend worden. Daarbij wordt er vanuit gegaan dat het tekort maximaal is als de waarde zich in het rode gebied bevindt uit fig. a, het tekort is dan 100%. Als de waarde zich in het oranje gebied bevindt dan wordt het tekort berekend, als het relatieve verschil tussen de grenswaarde (bijvoorbeeld het 25 percentiel) en de geschatte of gemeten waarde. Ook dit levert een tekort in procenten op. Om een totaal overzicht te krijgen worden de percentages voor de verschillende randvoorwaarden samengenomen, waarbij niet alle randvoorwaarden even zwaar mee tellen. Dit geeft dan Natura 2000 dekkende kaart met per habitatype de tekorten aan milieukwaliteit, ook kan zichtbaar worden gemaakt voor welke randvoorwaarde het tekort het grootste is en voor hoeveel randvoorwaarden er een tekort aan milieukwaliteit is.

Bijlage 2 Samenvatting van de test van de methode zoals die hier is toegepast

Overgenomen uit Wamelink et al. 2008b.

De provincie Gelderland wil graag de huidige stand van zaken van de milieukwaliteit weten van de in de provincie aanwezige habitatgebieden. Knelpunten dienen in beeld worden gebracht onder andere met betrekking tot de abiotiek. Hiertoe heeft Alterra een systeem ontwikkeld. Op basis van vegetatieopnamen kan de abiotiek ter plekke worden geschat door gebruik te maken van de aanwezig plantensoorten en hun indicerende eigenschappen. Daarnaast zijn de abiotische randvoorwaarden voor habitattypen vast gesteld. Door beide met elkaar te confronteren kan voor een set van abiotische randvoorwaarden, zoals bodem pH, grondwaterstand of stikstofgehalte van de bodem, berekend worden of de omstandigheden gunstig zijn of dat voor, een aantal, abiotische randvoorwaarden de bodem niet voldoet. Als het laatste het geval is kan het tekort (milieutekort) worden berekend en omgerekend worden naar een percentage. Door het omrekenen naar een percentage kunnen tekorten met elkaar worden vergeleken en naar een totaal tekort voor een habitatype worden omgerekend.

Het bovenstaande systeem was nog niet getest en het was onbekend hoe de tekorten zouden zijn voor de Gelderse habitatgebieden.

Het doel van dit onderzoek was om voor een deel van de Gelderse habitatgebieden te onderzoeken hoe de tekorten zouden uitvallen, of deze plausibel zijn en wat de invloed van verschillende berekeningsmethoden zou zijn op het eindresultaat. Uiteindelijk diende er een beste berekeningswijze te worden geselecteerd.

De test is uitgevoerd voor een deel van de habitattypen verspreid op de Veluwe. De verschillende berekeningsmethoden leidden niet tot grote verschillen, met uitzondering van een variant. In de hier voorgestelde methode wordt uitgegaan van gewogen gemiddelden. De abiotische randvoorwaarden worden ingedeeld in groepen die een verschillende weegwaarde meekrijgen om tot een totaal milieutekort voor de abiotiek te komen. De gedefinieerde groepen zijn zuurgraad (pH), grondwaterstand (GVG, GHG, GLG en vochtgehalte), totaal gehalten (voor fosfaat en stikstof), macronutriënten (ammonium, nitraat, kalium en fosfaat) en overige nutriënten (magnesium en calcium). De C/N verhouding is afgefallen vanwege het geringe onderscheid en de betrouwbaarheid, het zoutgehalte is afgefallen omdat het voor de Gelderse habitatgebieden niet relevant is. Het totale milieutekort voor abiotiek per habitatgebied kan worden gebruikt voor vergelijking met andere factoren (depositie of recreatiedruk) of om een totaal overzicht voor de provincie te genereren.

De berekende milieutekorten zijn getoetst aan expertkennis. Milieutekorten werden voor alle geteste gebieden berekend, vooral voor het totale stikstof en fosfaat gehalte en het calciumgehalte van de bodem. Opvallend was het geringe aantal gebieden dat een tekort liet zien voor bodem pH. Ook voor de andere randvoorwaarden werd voor sommige gebieden een of meerdere tekorten berekend. Voor elk gebied geldt

dat er minstens een abiotische randvoorwaarde een tekort laat zien, dat omgerekend 100% is. Als de berekeningsvariant zou worden aangehouden zonder middeling van de tekorten dan zou voor ieder gebied een 100% tekort worden gegeven. Wij zijn van oordeel dat een dergelijke berekeningswijze de situatie te negatief weergeeft en hebben daarom niet voor deze variant gekozen.

Om de berekeningen te testen heeft een kruisvalidatie plaats gevonden voor een deel van de berekeningswijze. Deze laat zien dat voor pH de berekeningen betrouwbaar zijn, maar dat de betrouwbaarheid af neemt naarmate er minder basisgegevens beschikbaar zijn om de randvoorwaarden op te baseren. Meer metingen, vooral voor micro- en macronutriënten blijft noodzakelijk. Ook adviseren wij om in de habitatgebieden zoveel mogelijk bodemmonsters te nemen om de actuele situatie te bepalen. Deze kunnen dan tevens worden gebruikt om het systeem verder te valideren en te verbeteren.

Er is een Fortran programma ontwikkeld dat de berekeningen van de milieutekortten automatisch uitvoert in combinatie met het programma Turboveg waarmee de abiotiek per vegetatieopname wordt berekend.

Bijlage 3 Fortran programma voor de berekening van de milieutekort

```
! programma milieutekorten.for
! Het programma berekent de milieutekortten voor vegetatieopnamen op basis van habitattypen
! Invoer: 'ranges_voor_bepaling_milieutekortten.txt' abiotische ranges voor habitattypen
! 'opnamen_milieutekort.txt' vegetatieopnamen met berekende/gemeten abiotiek
! Uitvoer: 'milieutekortten.txt' milieutekortten absoluut
! 'milieutekortten_percentage.txt' milieutekortten in procenten
! Aanroep: 'berekening1' berekening van de tekorten voor tekorten bij lagere waarden
! 'berekening2' berekening van de tekorten voor tekorten bij hogere waarden
! eerste versie 1.0
! Datum eerste versie 7-5-2008
! Gemaakt door Wieger Wamelink Alterra (wieger.wamelink@wur.nl)
```

```
-----
program milieutekortten
implicit none
```

```
Real pH_D05(61),pH_D25(61),pH_D75(61),pH_D95(61) !percentielen voor pH
Real pH_MEA !veldgemiddelde
Real C_N_D05(61),C_N_D25(61),C_N_D75(61),C_N_D95(61) !percentielen voor pH
Real C_N_MEA !veldgemiddelde
Real Ca_D05(61),Ca_D25(61),Ca_D75(61),Ca_D95(61) !percentielen voor pH
Real Ca_MEA !veldgemiddelde
Real Cl_D05(61),Cl_D25(61),Cl_D75(61),Cl_D95(61) !percentielen voor pH
Real Cl_MEA !veldgemiddelde
Real ghg_D05(61),ghg_D25(61),ghg_D75(61),ghg_D95(61) !percentielen voor pH
Real ghg_MEA !veldgemiddelde
Real glg_D05(61),glg_D25(61),glg_D75(61),glg_D95(61) !percentielen voor pH
Real glg_MEA !veldgemiddelde
Real gvg_D05(61),gvg_D25(61),gvg_D75(61),gvg_D95(61) !percentielen voor pH
Real gvg_MEA !veldgemiddelde
Real K_D05(61),K_D25(61),K_D75(61),K_D95(61) !percentielen voor pH
Real K_MEA !veldgemiddelde
Real Mg_D05(61),Mg_D25(61),Mg_D75(61),Mg_D95(61) !percentielen voor pH
Real Mg_MEA !veldgemiddelde
Real NH4_D05(61),NH4_D25(61),NH4_D75(61),NH4_D95(61) !percentielen voor pH
Real NH4_MEA !veldgemiddelde
Real NO3_D05(61),NO3_D25(61),NO3_D75(61),NO3_D95(61) !percentielen voor pH
Real NO3_MEA !veldgemiddelde
Real Ntot_D05(61),Ntot_D25(61),Ntot_D75(61),Ntot_D95(61) !percentielen voor pH
Real Ntot_MEA !veldgemiddelde
Real PO4_D05(61),PO4_D25(61),PO4_D75(61),PO4_D95(61) !percentielen voor pH
Real PO4_MEA !veldgemiddelde
Real Ptot_D05(61),Ptot_D25(61),Ptot_D75(61),Ptot_D95(61) !percentielen voor pH
Real Ptot_MEA !veldgemiddelde
Real vocht_D05(61),vocht_D25(61),vocht_D75(61),vocht_D95(61) !percentielen voor pH
Real vocht_MEA !veldgemiddelde
Real pH_tekort
Real pH_tekort_perc
Real C_N_tekort
```

```

Real C_N_tekort_perc
Real Ca_tekort
Real Ca_tekort_perc
Real Cl_tekort
Real Cl_tekort_perc
Real ghg_tekort
Real ghg_tekort_perc
Real glg_tekort
Real glg_tekort_perc
Real gvg_tekort
Real gvg_tekort_perc
Real K_tekort
Real K_tekort_perc
Real Mg_tekort
Real Mg_tekort_perc
Real NH4_tekort
Real NH4_tekort_perc
Real NO3_tekort
Real NO3_tekort_perc
Real Ntot_tekort
Real Ntot_tekort_perc
Real PO4_tekort
Real PO4_tekort_perc
Real Ptot_tekort
Real Ptot_tekort_perc
Real vocht_tekort
Real vocht_tekort_perc
Integer h_nr(61) !habitat nummer ww
real opnamenr
Integer datum
real xcoord
real ycoord
Character hab_type*18
Character h_code*18(61) !habitat code

Integer l,k
Integer n !aantal habitattypen

n=61

open (10,file='ranges_voor_bepaling_milieutekortten.txt')
open (11,file='opnamen_milieutekort.txt')
open (12,file='milieutekortten.txt')
open (13,file='milieutekortten_percentage.txt')

write (12,*) 'opnamenr datum xcoord ycoord habitat C/N Ca Cl
& ghg glg gvg K Mg NH4 NO3 Ntot pH PO4 Ptot vocht'
write (13,*) 'opnamenr datum xcoord ycoord habitat C/N Ca Cl
& ghg glg gvg K Mg NH4 NO3 Ntot pH PO4 Ptot vocht'

Do l=1,1
Read (10,*)

```

```

End do
Do l=1,n
  Read(10,*) h_code(l),h_nr(l),pH_D05(l),pH_D25(l),pH_D75(l),
& pH_D95(l),
& C_N_D05(l),C_N_D25(l),C_N_D75(l),C_N_D95(l),
& Ca_D05(l),Ca_D25(l),Ca_D75(l),Ca_D95(l),
& Cl_D05(l),Cl_D25(l),Cl_D75(l),Cl_D95(l),
& ghg_D05(l),ghg_D25(l),ghg_D75(l),ghg_D95(l),
& glg_D05(l),glg_D25(l),glg_D75(l),glg_D95(l),
& gvg_D05(l),gvg_D25(l),gvg_D75(l),gvg_D95(l),
& K_D05(l),K_D25(l),K_D75(l),K_D95(l),
& Mg_D05(l),Mg_D25(l),Mg_D75(l),Mg_D95(l),
& NH4_D05(l),NH4_D25(l),NH4_D75(l),NH4_D95(l),
& NO3_D05(l),NO3_D25(l),NO3_D75(l),NO3_D95(l),
& Ntot_D05(l),Ntot_D25(l),Ntot_D75(l),Ntot_D95(l),
& PO4_D05(l),PO4_D25(l),PO4_D75(l),PO4_D95(l),
& Ptot_D05(l),Ptot_D25(l),Ptot_D75(l),Ptot_D95(l),
& vocht_D05(l),vocht_D25(l),vocht_D75(l),vocht_D95(l)
End do

```

```

Do l=1,1
  Read (11,*)
End do

```

```

Do l=1,25000
  Read (11,*) opnamenr,datum,xcoord,ycoord,hab_type,
& C_N_MEA,Ca_MEA,Cl_MEA,ghg_MEA,glg_MEA,gvg_MEA,K_MEA,Mg_MEA,
& NH4_MEA,NO3_MEA,Ntot_MEA,pH_MEA,PO4_MEA,Ptot_MEA,vocht_MEA

```

```

  call berekening1(n,pH_D05,pH_D25,pH_D75,pH_D95,pH_MEA,pH_tekort,
& pH_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening1(n,C_N_D05,C_N_D25,C_N_D75,C_N_D95,C_N_MEA,
& C_N_tekort,C_N_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening1(n,Ca_D05,Ca_D25,Ca_D75,Ca_D95,Ca_MEA,
& Ca_tekort,Ca_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,Cl_D05,Cl_D25,Cl_D75,Cl_D95,Cl_MEA,
& Cl_tekort,Cl_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,ghg_D05,ghg_D25,ghg_D75,ghg_D95,ghg_MEA,
& ghg_tekort,ghg_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,glg_D05,glg_D25,glg_D75,glg_D95,glg_MEA,
& glg_tekort,glg_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,gvg_D05,gvg_D25,gvg_D75,gvg_D95,gvg_MEA,
& gvg_tekort,gvg_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,K_D05,K_D25,K_D75,K_D95,K_MEA,
& K_tekort,K_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,Mg_D05,Mg_D25,Mg_D75,Mg_D95,Mg_MEA,
& Mg_tekort,Mg_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,NH4_D05,NH4_D25,NH4_D75,NH4_D95,NH4_MEA,
& NH4_tekort,NH4_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,NO3_D05,NO3_D25,NO3_D75,NO3_D95,NO3_MEA,
& NO3_tekort,NO3_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,Ntot_D05,Ntot_D25,Ntot_D75,Ntot_D95,Ntot_MEA,

```

```

& Ntot_tekort,Ntot_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,PO4_D05,PO4_D25,PO4_D75,PO4_D95,PO4_MEA,
& PO4_tekort,PO4_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening2(n,Ptot_D05,Ptot_D25,Ptot_D75,Ptot_D95,Ptot_MEA,
& Ptot_tekort,Ptot_tekort_perc,hab_type,h_code)
  call berekening1(n,vocht_D05,vocht_D25,vocht_D75,vocht_D95,
& vocht_MEA,vocht_tekort,vocht_tekort_perc,hab_type,h_code)

```

```

  write (12,20) opnamenr,datum,xcoord,ycoord,hab_type,
& C_N_tekort,Ca_tekort,Cl_tekort,ghg_tekort,glg_tekort,
& gvg_tekort,K_tekort,Mg_tekort,NH4_tekort,NO3_tekort,Ntot_tekort,
& pH_tekort,PO4_tekort,Ptot_tekort,vocht_tekort
  write (13,21) opnamenr,datum,xcoord,ycoord,hab_type,
& C_N_tekort_perc,Ca_tekort_perc,Cl_tekort_perc,
& ghg_tekort_perc,glg_tekort_perc,gvg_tekort_perc,K_tekort_perc,
& Mg_tekort_perc,NH4_tekort_perc,NO3_tekort_perc,Ntot_tekort_perc,
& pH_tekort_perc,PO4_tekort_perc,Ptot_tekort_perc,
& vocht_tekort_perc
  End do

```

```
20 format (f10.0,I10,2(f10.2),A18,15f10.2)
```

```
21 format (f10.0,I10,2(f10.2),A18,15f10.2)
```

```
End
```

```

!-----
! Subroutine berekening1
! Berekening van het milieutekort voor randvoorwaarden die een milieutekort gevan aan de onderkant van de
range
! Aanroep vanuit milieutekortn.for
! Eerste versie 7-5-2008
! auteur Wieger Wamelink; wieger.wamelink@wur.nl
!-----

```

```

Subroutine berekening1(n,D05,D25,D75,D95,MEA,tekort,tekort_perc,
& hab_type,h_code)
implicit none

```

```
Real D05(61),D25(61),D75(61),D95(61)
```

```
!percentielen voor pH
```

```
Real MEA
```

```
!veldgemiddelde
```

```
Real tekort
```

```
Real tekort_perc
```

```
Character hab_type*18
```

```
Character h_code*18(61)
```

```
!habitat code
```

```
Integer l,k
```

```
Integer n
```

```
!aantal habitattypen
```

```
Do k=1,n
```

```
  If (hab_type.EQ.h_code(k)) then
```

```
    If (D05(k).EQ.-999) D05(k)=999
```

```
    If (D25(k).EQ.-999) D25(k)=999
```

```
    If (MEA<D25(k)) then
```

```
      tekort=D25(k)-MEA
```

```
      tekort_perc=(tekort/(D25(k)-D05(k)))*100
```

```

      If (D05(k)==999.OR.D25(k)==999) then
        tekort=-6666                                !abiotische randvoorwaarde onbekend
        tekort_perc=-6666
      End if
      goto 1
    Else
      tekort=0
      tekort_perc=0
      goto 1
    End if
  Else
    tekort=n.b.                                     !habitat code opname niet in lijst abiotische randvoorwaarden
    tekort_perc=n.b.
  End if
End do
1  If (tekort_perc>100) tekort_perc=100
  If (hab_type.EQ.'gh') then
    tekort=-9999                                    !geen habitattype aangewezen, dus geen tekort berekenen
    tekort_perc=-9999
  End if
  If (hab_type.EQ.'nb') then
    tekort=-7777                                    !habitattype onbekend
    tekort_perc=-7777
  End if

      End !berekening
!-----
!  Subroutine berekening2
!  Berekening van het milieutekort voor randvoorwaarden die een milieutekort gevan aan de bovenkant van de
range
!  Aanroep vanuit milieutekorten.for
!  Eerste versie 7-5-2008
!  auteur Wieger Wamelink; wieger.wamelink@wur.nl
!-----
Subroutine berekening2(n,D05,D25,D75,D95,MEA,tekort,tekort_perc,
&   hab_type,h_code)
implicit none

Real  D05(61),D25(61),D75(61),D95(61)             !percentielen voor pH
Real  MEA                                         !veldgemiddelde
Real  tekort
Real  tekort_perc
Character hab_type*18
Character h_code*18(61)                           !habitat code
Integer l,k
Integer n                                         !aantal habitattypen

Do k=1,n
  If (hab_type.EQ.h_code(k)) then
    If (MEA>D75(k)) then
      tekort=MEA-D75(k)
      tekort_perc=(tekort/(D95(k)-D75(k)))*100
    End if
  End if
End do

```

```

    If (D75(k)=-999.OR.D95(k)=-999) then
        tekort=-6666
        tekort_perc=-6666
    End if
    goto 1
Else
    tekort=0
    tekort_perc=0
    goto 1
End if
Else
    tekort=n.b.
    tekort_perc=n.b.
End do
1  If (tekort_perc>100) tekort_perc=100
If (hab_type.EQ.'gh') then
    tekort=-9999
    tekort_perc=-9999
End if
If (hab_type.EQ.'nb') then
    tekort=-7777
    tekort_perc=-7777
End if

    End !berekening
!labiotische randvoorwaarde onbekend
!habitat code opname niet in lijst abiotische
!geen habitatype aangewezen, dus geen tekort berekenen
!habitattype onbekend

```