



ALTERRA

WAGENINGEN UR



Validatie Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000

Alterra-rapport 2252
ISSN 1566-7197

B. Kempen, F. Brouwer, D.J. Brus, M. Pleijter en F. de Vries

Validatie Bodemkaart Veengebieden provincie
Utrecht, schaal 1 : 25 000

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het kader van het programma BIS 2014 in opdracht van het ministerie van Economische zaken, Landbouw en Innovatie (EL&I)
Projectcode [BO-11-017-005]

BIS Nederland: De bron voor bodeminformatie www.BISNederland.wur.nl

Validatie Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000

B. Kempen, F. Brouwer, D.J. Brus, M. Pleijter, F. de Vries

Alterra-rapport 2252

Alterra, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, 2011

Referaat

Kempen, B., F. Brouwer, D.J. Brus, M. Pleijter en F. de Vries, 2011. *Validatie Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000*, Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2252. 38 blz.; 6 fig.; 6 tab.; 16 ref.

Door bodemgebruik en ontwatering oxideert er organische stof in de bodem. Ondiepe veenlagen worden hierdoor geleidelijk dunner, waardoor de bodemopbouw verandert. Door deze veranderingen is actualisatie van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (BvN), noodzakelijk. In dit onderzoek is gekeken of een recente bodemkaart, de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000 (BVU), kan worden gebruikt voor actualisatie van de veengebieden van de BvN voor de provincie Utrecht. De kwaliteit van de BVU is met een kanssteekproef vastgesteld, en vergeleken met die van de BvN. De validatieresultaten laten zien dat de BVU bruikbaar is voor actualisatie van de BvN. De meest snelle actualisatiemethode, het direct 'inpluggen' van de BVU in de BvN, leidt al tot een verbetering van de kaartkwaliteit van de BvN. De zuiverheden van de BVU en BvN kunnen lokaal echter (grote) verschillen vertonen, zoals bijvoorbeeld in de Eempolder door het ontbreken van waardveengronden op de BVU. Als hiermee rekening wordt gehouden kan bij de actualisatie van de BvN het 'beste' uit beide kaarten worden gecombineerd.

Trefwoorden: bodemkaart, kaartzuiverheid, moerige gronden, Utrecht, validatie, veengronden

ISSN 1566-7197

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

© 2011 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek)
Postbus 47; 6700 AA Wageningen; info.alterra@wur.nl

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

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

Alterra-rapport 2252

Wageningen, december 2011

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Probleemstelling	9
1.2 Projectdoelstelling	9
1.3 Achtergrondinformatie	10
1.3.1 Definities	10
1.3.2 Processen	11
1.4 Leeswijzer	11
2 Materialen en methode	13
2.1 Gegevens	13
2.1.1 Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000	13
2.1.2 Veengebieden Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 - provincie Utrecht	14
2.1.3 Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000	15
2.2 Methode van onderzoek	17
2.2.1 Kaartvergelijking en afbakening onderzoeksgebied	17
2.2.2 Steekproefopzet	20
2.2.3 Gegevensverzameling	21
2.2.4 Statistische verwerking	21
3 Resultaten	23
3.1 Validatie op hoofdgroep-niveau	23
3.2 Validatie op groep-niveau	23
3.3 Validatie op subgroep-niveau	24
3.4 Validatie van de kaartenheden van de BvN	25
4 Conclusies en aanbevelingen	27
Literatuur	31
Bijlagen	
1 Foutenmatrices op hoofdgroep-niveau	33
2 Foutenmatrices op groep-niveau	35
3 Foutenmatrices op subgroep-niveau	37

Samenvatting

De Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, raakt verouderd voor de gebieden met veengronden. Door intensief bodemgebruik, en door de ontwatering die hiermee gepaard gaat, oxideert er organische stof en klinken veenlagen in. Venige lagen worden hierdoor geleidelijk dunner, waardoor veengronden kunnen overgaan in moerige gronden en moerige gronden in minerale gronden. Onderzoek in de provincies Drenthe en Noord-Holland liet zien dat een derde tot driekwart van het areaal veengronden en moerige gronden door oxidatie verdwijnen en overgaan in andere gronden. Ook in de provincie Utrecht treden veranderingen op in de bodemgesteldheid van de veengronden en is actualisatie van de Bodemkaart van Nederland gewenst.

Opnieuw karteren van deze gebieden op de traditionele manier is kostbaar. In 2006-2007 heeft de Universiteit Utrecht samen met adviesbureau Tauw BV een bodemkaart, schaal 1 : 25 000, gemaakt van de veengebieden in de provincie Utrecht. Als deze bodemkaart voldoende nauwkeurig blijkt, dan kan deze kaart worden gebruikt voor de actualisatie van de bodemkaart van Nederland. Dit betekent dat er geen of nauwelijks aanvullend veldwerk hoeft te worden verricht en dit betekent een aanzienlijke kostenbesparing. Het doel van het project is daarom de nauwkeurigheid (kaartzuiverheid) vast te stellen van de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht (BVU), om te kunnen beoordelen of deze kan worden gebruikt bij de actualisatie van de veengebieden op de bodemkaart van Nederland (BvN) van de provincie Utrecht. De BVU is bruikbaar voor actualisatie als de kaart een betere representatie geeft van de huidige bodemgesteldheid dan de BvN. Hiervoor is een validatiestudie uitgevoerd. Dit betekent dat met een kanssteekproef de proef op de som is genomen. Op 240 locaties in het Utrechtse veengebied is het bodemtype bepaald en vergeleken met het bodemtype volgens de BVU en BvN op die locaties. Hieruit is de kaartzuiverheid van beide kaarten berekend, en is statistisch getoetst of de gevonden verschillen significant zijn. De validatie is uitgevoerd voor drie legenda-niveaus. Het doelgebied van de validatiestudie is het gebied waarvoor de BVU en BvN verschillen (19.400 ha). De validatieresultaten en conclusies hebben dus alleen betrekking op dit gebied.

De beschrijvingen van de bodemopbouw op de validatielocaties laten grote veranderingen zien in zowel veendikte als het organische-stofgehalte van de bovengrond sinds de kartering van de BvN. Dit bevestigt de noodzaak van actualisatie. Voor alle drie de legenda-niveaus is de kaartzuiverheid van de BVU hoger dan die van de BvN, maar het verschil is alleen significant op groep-niveau. Op hoofdgroep-niveau is de zuiverheid van de BVU 66,3%, op groep-niveau 57,4% en op subgroep-niveau 39,8%. Voor de BvN zijn deze zuiverheden 62,2%, 47,5% en 36,6%. Verder onderzoek naar de kaartzuiverheid voor verschillende deelgebieden in de provincie en binnen de kaarteenheden van de BvN laat zien dat BVU bruikbaar is voor actualisatie. Aanvullend veldwerk wordt slechts beperkt nodig geacht. De meest snelle actualisatiemethode, het direct 'inpluggen' van de BVU in de BvN, leidt al tot een verbetering van de kaartkwaliteit van de BvN. Er zijn echter (grote) lokale verschillen in de zuiverheid van de BVU en BvN, bijvoorbeeld in de Eempolder door het ontbreken van waardveengronden op de BVU. Door hier rekening mee te houden bij de actualisatie van de BvN kan het 'beste' uit beide kaarten kan worden gecombineerd.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

De bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, van de provincie Utrecht is gemaakt in de periode vóór 1990. Voor de meeste kaartbladen dateren de gegevens zelfs van vóór 1970. Volgens deze bodemkaart bedraagt het areaal gronden met een veenlaag beginnend tussen 0 en 80 cm beneden maaiveld (-mv) circa 46.600 ha. Dit areaal omvat de veengronden, moerige gronden en minerale gronden met een veenlaag beginnend tussen 40 en 80 cm-mv. Door het bodemgebruik en de ontwatering die daarvoor nodig is oxideert er organische stof en klinken veenlagen in. Hierdoor worden de venige lagen geleidelijk dunner, waardoor veengronden kunnen overgaan in moerige gronden en moerige gronden in minerale gronden. In het westelijk veenweidegebied zijn oxidatie van veen en de inklinking die daarmee gepaard gaat de belangrijkste oorzaken van maaiveld daling. Uit metingen in diverse veenweidegebieden in Nederland blijkt dat bij veengronden het maaiveld 0,5 tot 1,5 cm per jaar daalt. Daarnaast leidt oxidatie van veen tot uitstoot van broeikasgassen. Voor ontwikkeling van zowel nationaal ruimtelijk beleid als klimaatbeleid is het daarom van belang om te beschikken over actuele gegevens over de bodemgesteldheid van veengebieden.

Door de dynamiek bij gronden met venige lagen veroudert de bodemkaart voor deze gronden. Onderzoek in de Drentse veenkoloniën en in het Noord-Hollandse veenweidegebied laat zien dat grote arealen veengronden en moerige gronden door oxidatie verdwijnen en overgaan in andere gronden. In Drenthe bleek 86.780 ha van de bodemkaart voor de gebieden met veengronden en moerige gronden verouderd. Dit is 78% van het totale areaal veengronden en moerige gronden in deze provincie (De Vries en Brouwer, 2006). In Noord-Holland is actualisatie gewenst voor 14.000 ha (31% van het totale areaal veengronden en moerige gronden) (De Vries et al., 2010) .

Actualisatie van de veengebieden op de bodemkaart van Nederland door deze opnieuw te karteren op de traditionele manier is kostbaar. In 2006 - 2007 heeft de Universiteit Utrecht samen met adviesbureau Tauw BV een bodemkaart, schaal 1 : 25 000, gemaakt van de veengebieden in de provincie Utrecht (59.000 ha). Als deze bodemkaart voldoende nauwkeurig blijkt, dan kan deze kaart worden gebruikt voor de actualisatie van de bodemkaart van Nederland. Dit betekent dat er geen of nauwelijks aanvullend veldwerk verricht hoeft te worden en dit is een aanzienlijke kostenbesparing.

1.2 Projectdoelstelling

Het doel van het project is de nauwkeurigheid (kaartzuiverheid) vast te stellen van de Bodemkaart Veen- gebieden provincie Utrecht (BVU), om te beoordelen of deze kan worden gebruikt bij de actualisatie van de veengebieden op de bodemkaart van Nederland (BvN) van de provincie Utrecht. Dit gebeurt door middel van een validatiestudie met een kanssteekproef. Aan de hand van de uitkomsten van de steekproef wordt een aanbeveling gedaan voor het gebruik van de BVU voor actualisatie. Actualisatie betekent in dit geval de BvN met de BVU in overeenstemming wordt gebracht, behoudens verschillen als gevolg van noodzakelijke generalisaties door het verschil in kaartschaal.

1.3 Achtergrondinformatie

1.3.1 Definities

Bodemclassificatie

Veengronden: Bodems waarbij binnen de zone tot 80 cm diepte moerig materiaal voorkomt over een aaneengesloten dikte van minstens 40 cm.

Moerige gronden: Bodems met een moerige bovengrond van maximaal 40 cm dikte of een moerige tussenlaag van 5 à 40 cm dikte die binnen 40 cm diepte begint.

Minerale gronden: Bodems die in de zone tot 80 cm diepte voor ten minste de helft van de dikte uit mineraal materiaal, zoals zand, klei of leem, bestaan. Binnen 40 cm-mv komt maximaal 5 cm moerig materiaal voor.

Moerig materiaal: Bodemmateriaal dat voor minstens 15 (bij een kleigehalte van 0%) à 30 massaprocenten (bij een kleigehalte van 70%) uit organische stof bestaat. Een synoniem voor moerig is venig. Bodemmateriaal met meer dan 22,5 tot 55% organische stof wordt *veen* genoemd, vaak in combinatie met een aanduiding van het plantaardig materiaal dat er aan ten grondslag ligt (bijvoorbeeld zeggeveen, veenmosveen, bosveen). In dit rapport wordt ook de term *moerige laag* gebruikt. Hiermee bedoelen we dus een laag met ten minste 15 tot 30% organische stof.

Kaartzuiverheid

De kaartzuiverheid is een algemene kwaliteitsmaat van de bodemkaart. Het is het oppervlaktepercentage van de kaart dat overeenstemt met de werkelijkheid. Kaartzuiverheid is 'globale' informatie over de kaartkwaliteit: het is een rapportcijfer voor de kaart als geheel, of eventueel voor een kaartenheid of een geografische regio (Knotters et al., 2010). Hierbij merken we op dat de kaartzuiverheid geen informatie geeft over de omvang van de classificatiefout. Alle fouten zijn even 'erg': een klasse-verschil (bijvoorbeeld een moerige grond in plaats van een veengrond) weegt even zwaar als twee of meer klassen verschil (bijvoorbeeld een minerale grond in plaats van een veengrond). Ook zijn niet alle foutieve classificaties even relevant voor gebruikers van de bodemkaart voor bijvoorbeeld ruimtelijk beleid en klimaatbeleid.

Idealiter zou een kaart gevalideerd moeten worden voor een bepaalde toepassing. De kaartzuiverheid is dus een strenge maat. Daarnaast merken we op dat er een verband tussen kaartzuiverheid en classificatieniveau. In het algemeen neemt de kaartzuiverheid af als het detail in de classificatie (detail in de kaartlegenda) toeneemt.

Binnen een kaartvlak komen gronden voor die wel en die niet aan de omschrijving van dit kaartvlak voldoen. Gronden die niet aan de omschrijving van het kaartvlak voldoen worden onzuiverheden genoemd. Deze worden veroorzaakt door variatie in bodemopbouw op korte afstand, generalisaties bij het afgrenzen van het vlak, de noodzaak tot verwaarlozen van te kleine oppervlakten met afwijkende gronden of het niet opmerken daarvan. Een kaart geeft de werkelijkheid gegeneraliseerd weer, en is dus een model van de werkelijkheid. De kaart-schaal beperkt de grootte van de kaartvlakken, en dus de mate van detail waarmee de kaart de werkelijkheid weergeeft. Op de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, is een kaartvlak minimaal 5 tot 10 ha groot. Dat betekent dat kleine geïsoleerde gebieden met een afwijkende bodemopbouw niet op de kaart onderscheiden kunnen worden (De Bakker et al., 1989). Bij het indelen van de gronden zijn veel aspecten van belang. Bij veengronden en moerige gronden zijn dat o.a. aard, dikte en samenstelling van de bovengrond, begindiepte en dikte van moerige lagen, herkenbaarheid van de veensoort, aard van de minerale ondergrond onder de moerige laag. Uit eerdere validatiestudies bleek dat een validatie van de bodemkaart op alle indelingscriteria (strikte zuiverheid) vaak een kaartzuiverheid oplevert beneden de 50%. Marsman en De Gruijter (1982) vonden een strikte zuiverheid van 12,7%. Er is vaak tenminste één criterium waarop de kaart afwijkt van de werkelijkheid. Bijvoorbeeld een afwijkende veensoort, of dikte, of afwijkende ondergrond, enz. Bij

een toetsing op alle indelingscriteria spreekt men ook wel van strikte kaartzuiverheid. Bij een toetsing op hoofdlijnen, waarbij wordt getoetst of het bodemprofiel bij de juiste hoofdgroep van de legenda is ingedeeld, bedraagt de gemiddelde kaartzuiverheid 60 tot 70% (Marsman en De Gruijter, 1982). Bij de bodemkartering is de doelstelling om een gemiddelde kaartzuiverheid van ten minste 70% te bereiken. Dat wil zeggen dat binnen een kaartvlak 70% van de oppervlakte op hoofdlijnen juist is benoemd.

1.3.2 Processen

Gronden met moerige lagen veranderen in de tijd. Door een combinatie van oxidatie, klink en krimp van het moerige materiaal daalt het maaiveld geleidelijk. Organische stof in de bodem wordt zowel onder anaërobe als aërobe omstandigheden voortdurend afgebroken. Bij afwezigheid van luchtzuurstof (anaërobe omstandigheden) verloopt de afbraak zeer langzaam. Onder aërobe omstandigheden, als de organische stof aan de lucht is blootgesteld, gaat de afbraak sneller. Dit verteringsproces door micro-organismen wordt oxidatie genoemd. Organisch materiaal breekt af bij blootstelling aan zuurstof en gaat als CO₂ de lucht in. Ontwatering bevordert de zuurstofvoorziening in de bodem, waardoor de oxidatie toeneemt en het maaiveld daalt. Om de drooglegging en de daaraan gerelateerde gebruiksmogelijkheden van landbouwgronden op een bedrijfseconomisch aanvaardbaar niveau te houden, is na verloop van tijd verlaging van polderpeilen nodig. Na deze peilverlagingen treedt er eerst klink op. De bovengrond, die in de natte situatie als het ware in het grondwater dreef, komt na de peilverlaging boven het water uit. Het eigen gewicht drukt nu op de slappe lagen van veen en klei, die daardoor in elkaar worden gedrukt. Daarbij wordt het water uit deze slappe lagen geperst. De drooglegging zorgt ook voor het krimpen van de veenbodem. Maagdelijk veen in de ondergrond bestaat voor 90% uit water. Door de peilverlaging komt dit veen droog te staan en door de verdere uitdroging als gevolg van gewasverdamping verdwijnt er veel water waarbij het veen krimpt. Daarbij verandert de structuur en samenstelling van het veen. Een groot deel van de krimp is daardoor blijvend, zoals blijkt uit langjarig onderzoek van Van den Akker (2005). Hieruit blijkt ook dat maaiveldddaling in het veenweidegebied sterk gerelateerd is aan de grondwaterstanden aan het einde van de zomer. De grondwaterstanden zijn dan op zijn diepst en de bodemtemperatuur op zijn hoogst. Dit zijn optimale omstandigheden voor oxidatie. Van den Akker heeft een langjarige gemiddelde maaiveldddaling vastgesteld van 6 mm per jaar bij ondiepe grondwaterstanden (<40 cm-mv) tot 12 mm per jaar bij diepere grondwaterstanden (60 cm-mv). Verder blijkt uit dit onderzoek dat door de beschermende werking van de kleilaag veenoxidatie en maaiveldddaling bij veengronden met een kleidek (bodemkaart-eenheden kV. en pV.) geringer is dan bij veengronden zonder kleidek (aV., hV., V.).

Oxidatie van veenlagen leidt tot vorming en emissie van broeikasgassen CO₂ (kool dioxide) en N₂O (lachgas). In 2004 werd de jaarlijkse emissie van deze broeikasgassen uit Nederlandse veengronden die in gebruik zijn als landbouwgrond geschat op 4,25 miljoen ton CO₂ en 1043 ton N₂O, wat gelijk is aan CO₂-equivalenten. In totaal dus 4,76 miljoen ton CO₂-equivalenten. Dit is bijna 4% van de totale Nederlandse emissie (Kuikman en Van den Akker, 2005). Doordat enige lagen als gevolg van oxidatie, klink en krimp steeds dunner worden of zelfs geheel verdwijnen kunnen veengronden veranderen in moerige gronden en moerige gronden in minerale gronden.

1.4 Leeswijzer

De eerste paragraaf van hoofdstuk 2 informeert over de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, met nadruk op de veengebieden in de provincie Utrecht, en de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000. In de tweede paragraaf van hoofdstuk 2 beschrijft de methode van onderzoek. Hier komt de afbakening van het onderzoeksgebied aan bod, evenals de methode voor gegevensverzameling en de statistische verwerking van de verzamelde gegevens. De uitkomsten van het onderzoek worden gepresenteerd en besproken in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 bevat ten slotte de conclusies en een aantal aanbevelingen.

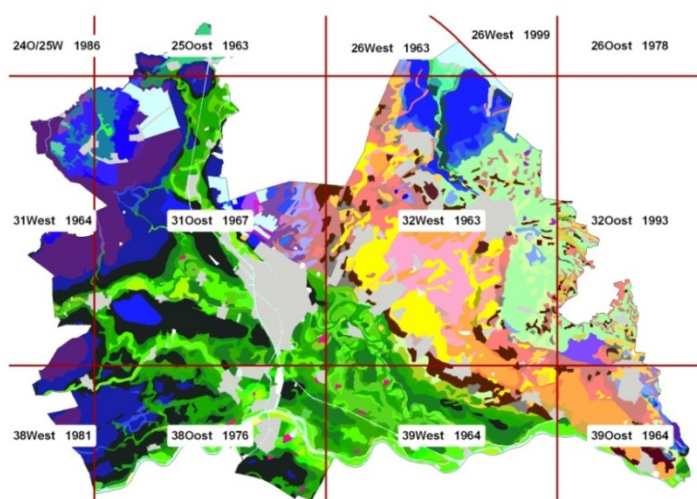
2 Materialen en methode

2.1 Gegevens

2.1.1 Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000

De Bodemkaart van Nederland (BvN) geeft voor het landelijk gebied met kaartvlakken informatie over de bodemopbouw en bodemkenmerken tot een diepte van circa 120 cm-mv (Steur en Heijink, 1991). De kaart geeft informatie over:

- het bodemtype, met naam en omschrijving volgens een gedocumenteerde legenda;
- moedermateriaal;
- de aard, dikte en samenstelling van de bovengrond;
- bodemvorming;
- de profielopbouw en gelaagdheid tot 120 cm-mv;
- veensoort;
- de aanwezigheid van kalk in het profiel;
- het grondwaterstandsverloop, met grondwatertrappen.



Figuur 1

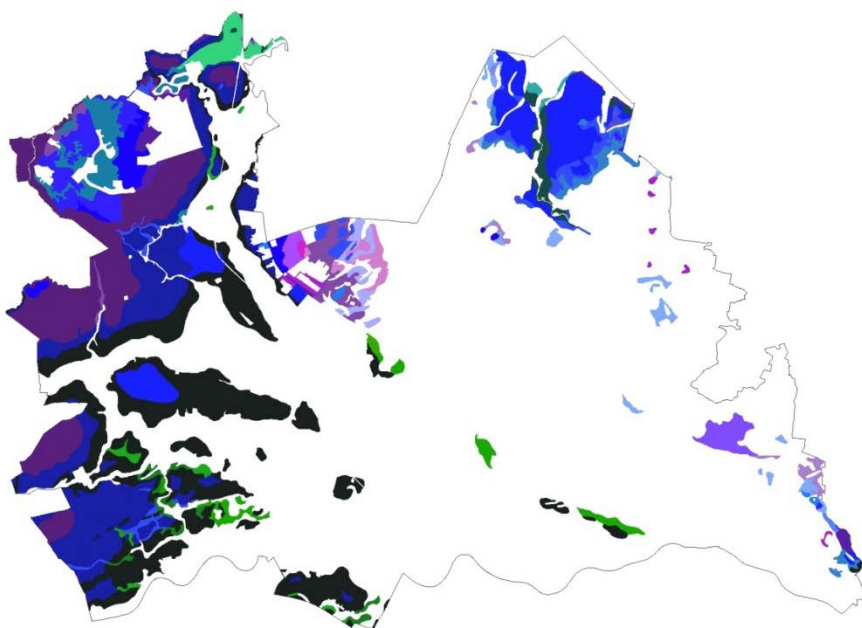
Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000, van de provincie Utrecht met kaartbladindeling en het laatste jaar van de veldopname. In Utrecht komen diverse typen zandgronden voor (de gebieden met de gele, pastelgroene, rood- en oranjebruine kleuren in figuur 2). Verder komen er kleigronden (groen) voor, kleigronden met dikke veenlaag tussen 40 en 80 cm-mv (zwart), veengronden en moerige gronden (blauw en paars)

Bij het karteren van de bodem is een uitgebreide veldverkenning uitgevoerd, waarbij gemiddeld per 10 ha 1 à 2 grondboringen zijn verricht. Bij de boringen is de gelaagdheid van het bodemprofiel vastgelegd in boorbeschrijvingen. Aan de hand van deze boorbeschrijvingen en allerlei landschappelijke kenmerken (o.a. reliëf en verschillen in vegetatie) zijn de eenheden op de kaart ingetekend. Rond 1960 is de Stichting voor Bodemkartering in Zeeland gestart met de landelijke kartering van de bodem op schaal 1 : 50 000. De kaart is uitgegeven per blad van de topografische kaart, schaal 1 : 50 000, met daarbij een toelichting in boekvorm.

Door de aanpak per blad verschilt de periode van opname van blad tot blad. Voor de kaartbladen in Utrecht varieert het laatste jaar van opname van 1963 (bladen 25 Oost, 26 West, 32 West) tot 1981 (blad 38 West, figuur 1). De opname van blad 32 Oost vond plaats in 1963, met een herziening in 1993.

2.1.2 Veengebieden Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 - provincie Utrecht

Het onderzoek is uitgevoerd in gebieden in de provincie Utrecht met veengronden, moerige gronden en minerale gronden met een veenlaag beginnend tussen 40 en 80 cm-mv. Hiervoor zijn uit het GIS-bestand van de BvN de kaartvlakken met deze gronden geselecteerd (figuur 2). Het Utrechtse veengebied beslaat 46.640 ha en onderscheidt 28 typen veengronden, zeven moerige gronden en twaalf minerale gronden met een veenlaag beginnend bij 40 en 80 cm-mv.



Figuur 2

Veengebieden bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 van de provincie Utrecht

Veengronden

Veengronden worden op de bodemkaart aangegeven met hoofdcode V. De kleine letter, of het ontbreken van een kleine letter, voor de hoofdcode, geeft de aard van de bovengrond aan. Veengronden worden onderverdeeld naar de aard van de bovengrond: klei (pV., kV.), zand (zV.) of veen (aV., hV., V.). De kleine letter achter de hoofdcode geeft de veensoort aan (bijvoorbeeld bosveen of veenmosveen) en de diepte van de minerale ondergrond (<120 cm-mv of >120 cm-mv). Het areaal veengronden in Utrecht bedraagt volgens de BvN 25.095 ha. Hiervan begint bij 21.620 ha de minerale ondergrond dieper dan 120 cm-mv (.Vb, .Vc, .Vs, .Vr), bij 1320 ha komt er binnen 120 cm-mv een kleiondergrond voor (.Vk) en bij 2.150 ha een zandondergrond (.Vz, .Vp).

Moerige gronden

Moerige gronden worden op de bodemkaart aangegeven met hoofdcode W. De kleine letter, of het ontbreken ervan, voorafgaand aan de hoofdcode, geeft de aard van de bovengrond aan. Moerige gronden worden onderverdeeld op basis van de aard van de bovengrond (klei, zand of veen) en op basis van de aard van de minerale laag onder moerige laag (klei of zand). Het areaal moerige gronden in Utrecht bedraagt volgens de BvN 2380 ha. Deze gronden liggen voornamelijk in de polder Groot-Mijdrecht, het Noorderpark en aan de

randen van de Eempolder op de overgang tussen de veengronden en minerale gronden. Bij 1320 ha komt een zandondergrond voor (.Wz) en bij ongeveer 1060 ha bestaat de ondergrond uit klei (W.). Deze laatste gronden zijn niet volledig gerijpt en daardoor zeer slap van consistentie. Ongeveer 230 ha heeft een zandbovengrond (zW.) en 780 ha een kleibovengrond (kW.). Bij 1370 ha begint de moerige laag aan het maaiveld (W., vW.).

Minerale gronden met veenlaag beginnend 40-80 cm-mv

Deze gronden worden op de bodemkaart aangegeven met hoofdcode Rv of Mv (als de veenlaag dikker dan 40 cm is) of met een kleine letter w achter de bodemcode (als de veenlaag 15-40 cm dik is). Deze gronden worden niet tot de veengronden gerekend omdat de veenlaag niet binnen 40 cm-mv begint. Het areaal van de minerale gronden met een veenlaag in de ondiepe ondergrond is 15.090 ha. Hiervan komt bij 12.720 ha een veenlaag dikker dan 40 cm voor en bij 2370 ha een veenlaag dunner dan 40 cm. De 'R' in de hoofdcode refereert naar rivierkleigronden en de 'M' naar zeekleigronden.

Samengestelde eenheden

In sommige gebieden is de bodemgesteldheid sterk wisselend op korte afstand. Denk hierbij aan sterk wisselende veendikten of bovengrondtypen. De variatie op korte afstand kan zo groot zijn dat individuele bodemeenheden niet weer te geven zijn op de 1 : 50 000 kaartschaal. In dat geval worden er samengestelde eenheden weergegeven. De samengestelde eenheden met twee of meerdere bodemtypen beslaan een oppervlakte van 4070 ha. Samengestelde eenheden met veengronden en moerige gronden komt het meeste voor (2130 ha), gevolgd door samengestelde eenheden met verschillende typen veengronden (950 ha), veengronden, moerige gronden en minerale gronden (455 ha) en verschillende typen moerige gronden (75 ha).

2.1.3 Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000

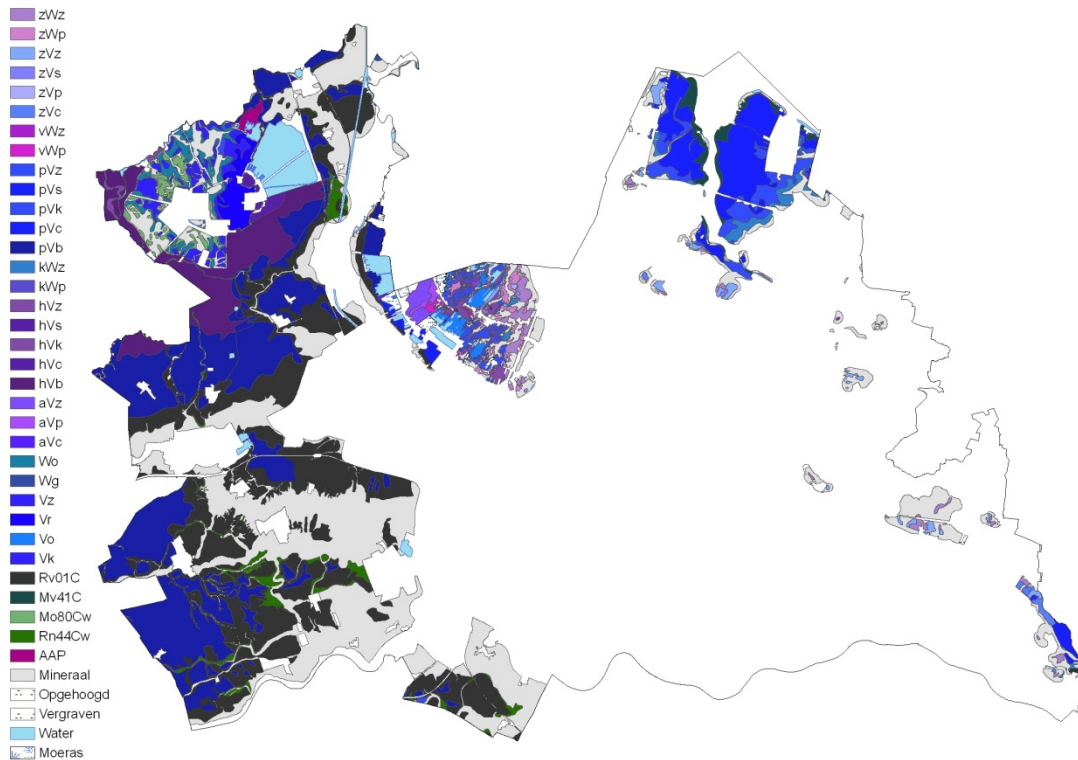
De Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000, is een actualisatie en verfijning van de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000. De kaart is vervaardigd in de periode tussen september 2006 en februari 2008 door de Universiteit Utrecht en Tauw BV in opdracht van de provincie Utrecht (Stouthamer et al., 2008). De kenmerken en eigenschappen van de kaarteenheden van de BVU zijn zoveel mogelijk gebaseerd op het Systeem van bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker et al., 1989) en de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (Steur en Heijink, 1991).

Het gekarteerde gebied, exclusief bebouwing, bedraagt 51.000 ha (figuur 3). De legenda volgt in grote lijnen de legenda van de BvN en onderscheidt 21 typen veengronden, acht moerige gronden, vier minerale gronden met een veenlaag beginnend tussen 40 en 80 cm-mv. Er worden twee samengestelde eenheden onderscheiden: minerale gronden, inclusief minerale gronden met een veenlaag beginnend dieper dan 80 cm-mv, en aangemaakte petgaten. Daarnaast is er een legenda eenheid voor opgehoogde gronden, vergraven gronden, moerassen en water.

Voor het vervaardigen van de BVU zijn de volgende gegevens gebruikt (Stouthamer et al., 2008):

- Bodemkaart herinrichtingsgebied Het Noorderpark en bijbehorend rapport (Scholten en Rutten, 1987). De bodemkartering vond plaats in 1985.
- Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000.
- Digitale en analoge geomorfogenetische kaart van het zuiden van de provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000 (Berendsen, 1982).
- Gegevens proefboerderij Zegveld (Van den Akker, 2005).

- Bodeminformatie uit 9000 nieuwe boringen tot een diepte van 120 cm-mv.



Figuur 3

Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000

Veengronden

Het areaal veengronden op de BVU bedraagt volgens de BVU 20.730 ha. Hiervan begint bij 17.360 ha de minerale ondergrond dieper dan 120 cm-mv. (.Vb, .Vc, .Vs, .Vr), bij 1130 ha komt er binnen 120 cm-mv. een kleiondergrond voor (.Vk) en bij 2240 ha een zandondergrond (.Vz).

Moerige gronden

Het areaal moerige gronden op de BVU is 2350 ha. Deze gronden liggen voornamelijk in de polder Groot-Mijdrecht, het Noorderpark en aan de randen van de Eempolder op de overgang tussen de veengronden en minerale gronden. Bij 1640 ha komt een zandondergrond voor (.Wz) en bij ongeveer 710 ha bestaat de ondergrond uit klei (W.). Ongeveer 790 ha heeft een zandbovengrond (zW.) en 770 ha een kleibovengrond (kW.). Bij 790 ha begint de moerige laag aan het maaiveld (W., vW.).

Minerale gronden met veenlaag beginnend 40-80 cm-mv

Het areaal van de minerale gronden met een veenlaag in de ondiepe ondergrond is 12.250 ha. Hiervan komt bij 11.000 ha een veenlaag dikker dan 40 cm voor (Rv., Mv.) en bij 1250 ha een veenlaag dunner dan 40 cm (R...Cw, M...Cw).

Samengestelde eenheid: Minerale gronden

De BVU maakt geen onderscheid tussen de overige minerale gronden. Dat wil zeggen de minerale gronden zonder veen in het profiel of met veen beginnend dieper dan 80 cm. De minerale gronden beslaan 15.650 ha.

Samengestelde eenheid: Aangemaakte petgaten

Aangemaakte petgaten worden aangegeven met bodemcode AAP. Petgaten zijn ontstaan door het afgraven van veen voor turfwinning. Een deel van de petgaten is opgevuld door een combinatie van natuurlijke verlanding en menselijk ingrijpen in het landschap. De bodem is hierdoor zeer variabel op korte afstand waardoor kartering van bodemtype op schaal 1 : 25 000 niet mogelijk was.

2.2 Methode van onderzoek

Deze studie beoogt inzicht te krijgen in de zuiverheid van de BVU vergeleken met de BvN door validatie met een kanssteekproef. Validatie betekent dat met onafhankelijke gegevens de proef op de som wordt genomen. Op een aantal gelote locaties wordt het bodemtype volgens beide bodemkaarten vergeleken met het bodemtype dat op die locaties in het veld is aangetroffen. De uitkomst van de validatie is een soort rapportcijfer voor de bodemkaart. In deze studie is het rapportcijfer de kaartzuiverheid: het oppervlaktepercentage gronden dat op de bodemkaart juist is geclassificeerd. Op basis van de resultaten van de validatie wordt een aanbeveling gedaan over de bruikbaarheid van de BVU voor actualisatie van de verouderde gebieden van de BvN voor de veengebieden in de provincie Utrecht.

Voordat de steekproef kan worden uitgevoerd moet eerst het onderzoeksgebied worden afgebakend en moet er een steekproef worden ontworpen. Aan de hand van het steekproefontwerp worden veldgegevens verzameld en statistisch verwerkt (de berekening van de kaartzuiverheid). In de volgende paragrafen worden deze activiteiten beschreven.

2.2.1 Kaartvergelijking en afbakening onderzoeksgebied

Het onderzoeksgebied is het gebied waarin het veengebied volgens de BvN (figuur 2) overlapt met het veengebied volgens de BVU (figuur 3). Dit gebied beslaat 39.200 ha en dit is 84% van het veengebied volgens de BvN. Voor dit gebied is actualisatie aan de hand van de BVU mogelijk. Voor de overige 7460 ha van het veengebied van de BvN is 6000 ha sinds de opname bebouwd geraakt. Ongeveer 460 ha staat op de BVU aangegeven als moeras, water of opgehoogde of vergraven grond. De overige 1000 ha van de veengebieden van BvN die buiten de BVU valt bestaat voornamelijk uit drechtvaaggronden (Rv../Mv..) in de Eempolder en het rivierengebied ten zuiden van de Utrechtse Heuvelrug. Deze 1000 ha valt buiten deze studie. Andersom valt er 1060 ha van de BVU buiten het veengebied van de BvN. Het gaat hier om 460 ha veengronden en moerige gronden en 600 ha drechtvaaggronden die op de BvN als minerale gronden op de kaart staan. Deze verschillen worden vooral veroorzaakt door verschillen in kaartvlakbegrenzingsen, ook dit gebied valt buiten het onderzoeksgebied.

Door voor het uitgesneden gebied het bodemtype volgens de BvN te vergelijken met het bodemtype volgens de BVU ontstaat een eerste inzicht in de verandering in bodemgesteldheid tijdens de periode tussen de twee karteringen. Hiervoor is voor het uitgesneden gebied een *overlay* gemaakt met de BvN en BVU. Aan de hand van de *overlay* kunnen oppervlakteveranderingen van de gekarteerde bodemtypen gekwantificeerd worden. Tabel 1 geeft in de vorm van een kruistabel een oppervlaktevergelijking (in ha) weer van de gekarteerde bodemtypen op *subgroep-niveau* van de bodemclassificatie. Dit wil zeggen dat er alleen is gekeken naar verschillen in bovengrond (hV., pV., etc.) en niet in ondergrond (.b., .c., .z., etc.). Binnen de minerale gronden is er geen onderscheid gemaakt tussen de gronden met een veenlaag beginnend bij 40-80 cm-mv en minerale gronden zonder veenlaag binnen 80 cm-mv. De BVU onderscheidt deze gronden. De geselecteerde minerale gronden van de BvN hebben allemaal een veenlaag beginnend tussen 40 en 80 cm-mv. Op subgroep-niveau is de overeenkomst tussen de kaarten 50,4%. Tabel 2 geeft ook een oppervlaktevergelijking weer maar nu op hoofdgroep-niveau van de bodemclassificatie. Hier is alleen onderscheid gemaakt tussen veengronden,

moerige gronden en minerale gronden. Op dit niveau is de overeenkomst tussen de kaarten 76,5%. Veranderingen zijn vooral groot binnen de moerige gronden van de BvN. Slechts 36,6% van deze gronden is op de BVU weergegeven als moerige grond.

Opvallend in tabel 1 is dat de BVU geen waardveengronden (kV.) onderscheidt. Deze gronden beslaan 7712 ha op de BvN (vooral in de Eempolder en op de overgang van drechtvaaggronden naar weide-/koopveengronden in het rivierengebied) en zijn op de BVU grotendeels weergegeven als weideveengronden (pV., 5116 ha). De reden dat de BVU geen waardveengronden onderscheidt is dat deze volgens Stouthamer et al. (2008) niet meer voorkomen, omdat deze gronden sinds de opname van de BvN decennia lang zijn bemest met materiaal dat rijk is aan organische stof.

Ongeveer 33% van het areaal waardveengronden en 24% van het areaal weideveengronden, samen 3800 ha, zijn op de BVU als minerale gronden (voornamelijk drechtvaaggronden, Rv../Mv..) weergegeven. Reden voor deze verandering kan deformatie van de veenlaag zijn als gevolg van oxidatie van organische stof. Doordat organische stof in het kleiige veen verbrandt en de klei achterblijft wordt de kleiige bovengrond dikker. Verschillen kunnen ook ontstaan zijn door verschillen in bemonstering en interpretatie. Het verschil tussen weide- en waardveengronden enerzijds en drechtvaaggronden anderzijds is de dikte van de minerale deklaag. Bij de veengronden is deze dunner dan 40 cm en bij de drechtvaaggronden dikker dan 40 cm. Het grote areaal veengronden dat op de BVU als minerale gronden staat aangegeven kan ook worden verklaard uit het verschil in kaartschaal. Door de grotere kaartschaal van de BVU kunnen begrenzingen tussen veengronden en minerale gronden nauwkeuriger weergegeven worden. Veel van de veranderingen van veengronden naar minerale gronden (of andersom) hebben plaatsgevonden op de grenzen van de kaartvlakken. Dit is vooral het geval in de Eempolder, het gebied rondom Breukelen en ten noorden van Woerden. Door gebruik van een gedetailleerd hoogtemodel tijdens vervaardiging van de BVU kon er ook meer detail aangebracht worden in het kaartbeeld (Stouthamer et al., 2008). Een voorbeeld hiervan vormen de kreekkrugcomplexen ten zuidoosten van Oudewater in het zuidwesten van de provincie. Deze zijn op de BVU bodemkundig onderscheiden als drechtvaaggronden. In het digitale bestand van de BvN zijn dit weideveengronden. Op de papieren BvN staan de kreekkruggen met een arcering aangegeven. Ze zijn echter niet bodemkundig onderscheiden van de omringende veenkommen.

Een laatste opvallend detail in tabel 1 is dat 52% (4199 ha) van het areaal koopveengronden (hV.) op de BVU is weergegeven als weideveengronden. Deze verandering kan het gevolg zijn van afname van het organische stofgehalte van de bovengrond door oxidatie, maar ook van interpretatieverschillen. Bodemkundig verschillen deze twee veengronden in de aard van de bovengrond. Deze is moerig bij koopveengronden of mineraal bij weideveengronden. Bij een kleigehalte van 30-35%, typisch voor veel bovengronden in de provincie, moet de bovengrond ongeveer 22% organische stof bevatten om als moerig geclassificeerd te worden (Ten Cate et al., 1995). Bij kleiige gronden kan een hoge kleifractie het schatten van het organische-stofgehalte bemoeilijken. Vooral als het organische-stofgehalte van de bovengrond in de overgangszone ligt tussen moerig en mineraal. Hierdoor kunnen interpretatiefouten leiden tot verschillen tussen de bodemkaarten.

Tabel 1

Vergelijking oppervlakte gekarteerde bodemtypen volgens de BvN en BVU op subgroep-niveau (ha)

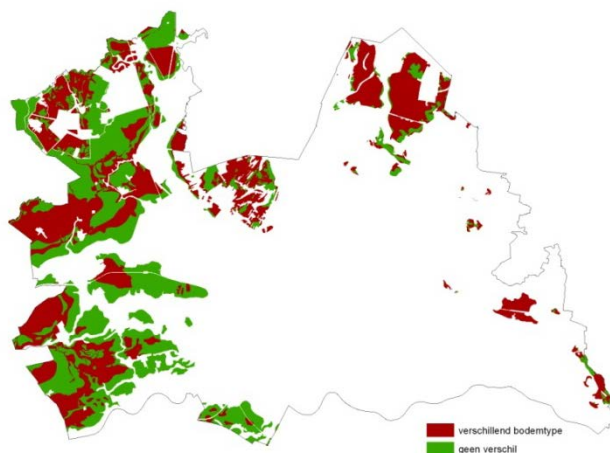
BvN													Totaal BVU
BVU	AP	V	aV	hV	pV	kV	zV	W	vW	kW	zW	Min	
AAP	55	1		5									61
V	112	1165	1	96		2	5	203	1	3	0		1589
aV	3	64	207	2		1			28		3		307
hV	20	92		3039	109		69				5	1	3335
pV	22	44		4199	3857	5116	89	25	14	164	8	932	14.469
zV	5	63	58	3	22		290			3	10		454
W		377		58				224				2	662
vW	2		22	31					16		7		78
kW	42	8		200	2	43	74		2	307	20	1	697
zW	21	1	65	33	8		202		5	24	276		634
Min	8	610	452	423	1274	2550	233	701	54	179	126	10 306	16.915
Totaal BvN	289	2424	805	8089	5272	7712	962	1153	120	679	456	11 242	39201

Tabel 2

Vergelijking oppervlakte gekarteerde bodemtypen volgens de BvN en BVU op hoofdgroep-niveau (ha)

BvN				Totaal BVU
BVU	Veen	Moerig	Mineraal	
Veen	18815	466	932	20214
Moerig	1187	881	3	2072
Mineraal	5549	1060	10306	16915
Totaal BvN	25552	2408	11242	39201

De *overlay* van de BVU en BvN is vervolgens gebruikt voor het afbakenen van het onderzoeksgebied. De steekproef richt zich op het gebied waarvoor de BVU en BvN verschillen in bodemgesteldheid op subgroep-niveau. Het gebied met gronden met dezelfde bovengrond maar een verschillende ondergrond (bijvoorbeeld hVc en hVz) zijn dus niet meegenomen in de steekproef. Ook zijn gronden die op beide kaarten als mineraal zijn geclassificeerd buiten beschouwing gelaten (ongeacht of de minerale gronden wel of geen veenlaag hebben beginnend tussen 40-80 cm-mv). Het is van belang zich te realiseren dat de resultaten van de steekproef alleen gelden voor het *doelgebied* van de steekproef, dat wil zeggen de gebieden waarvoor de bodemkaarten verschillen op subgroep-niveau. Deze gebieden zijn weergegeven in figuur 4 en beslaan 19.470 ha.



Figuur 4

Het onderzoeksgebied is aangegeven in rood. Dit is het gebied waarvoor de BvN en BVU verschillen op subgroep-niveau

2.2.2 Steekproefopzet

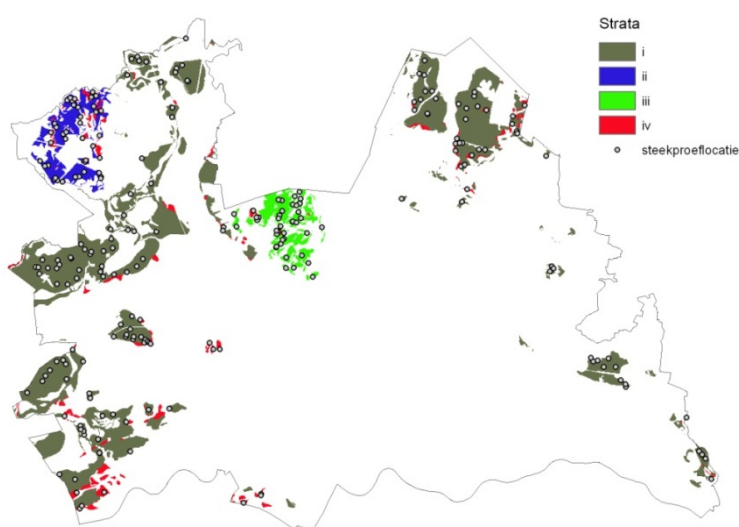
Voor het verzamelen van een validatieset voor het bepalen en het vergelijken van de kaartzuiverheid van de twee bodemkaarten is een steekproef uitgevoerd binnen het doelgebied. Er is gekozen voor een gestratificeerde enkelvoudig aselechte steekproef. Gestratificeerd wil zeggen dat het doelgebied is verdeeld in deelgebieden, de *strata*. Enkelvoudig aselechte wil zeggen dat de steekproeflocaties binnen de strata volledig aselechte worden gekozen door loting.

Er zijn vier strata onderscheiden die bodemkundig of landschappelijk verschillend zijn (figuur 5): i) de grote waarden in het rivierengebied, de Gelderse Vallei (inclusief de Eempolder, 14.895 ha), ii) polder Groot-Mijdrecht (1703 ha), iii) Noorderpark (1500 ha) en iv) gebieden met 'toename' van veen (1372 ha), dat wil zeggen gebieden waarvoor de gronden volgens de BVU een dikkere veenlaag hebben dan volgens de BvN. Dit kan worden veroorzaakt door verschillen in interpretatie of generalisatie.

De gekozen steekproef is een zogenaamde ontwerp-gebaseerde steekproef (Brus en De Gruijter, 1997). Dit wil zeggen dat voor het schatten van de validatie parameters, in dit geval de kaartzuiverheid, gebruik wordt gemaakt van de selectiekansen van steekproeflocaties. De selectiekans is de kans dat een bemonsteringslocatie in de steekproef terecht komt, en deze worden bepaald door steekproefontwerp. Een ontwerp-gebaseerde steekproef is zeer geschikt voor validatie van bodemkaarten (Brus et al., 2011). De redenen hiervoor zijn:

- We zijn geïnteresseerd in een globale zuiverheidsmaat: het ruimtelijke gemiddelde van de kaartzuiverheid voor het doelgebied of voor een specifiek stratum.
- Ontwerp-gebaseerde schatting van de gemiddelde kaartzuiverheid levert een zuivere schatting, dus een schatting die geen systematische afwijkingen heeft van het werkelijk gemiddelde.
- De nauwkeurigheid van de schatting wordt objectief gekwantificeerd, omdat de locaties immers zijn geloot en niet zijn geselecteerd op basis van bijvoorbeeld *expert judgement*.
- De schatting van de kaartzuiverheid en de nauwkeurigheid van deze schatting zijn onafhankelijk van moeilijk te verifiëren modelveronderstellingen (validiteit).

Vooraf de objectiviteit en de validiteit van de steekproef zijn erg belangrijk voor een validatiestudie. We willen immers dat de geldigheid van de uitkomst van de validatie niet ter discussie staat.



Figuur 5

Steekproefstrata en gelote bemonsteringslocaties binnen de strata

2.2.3 Gegevensverzameling

Er zijn 240 locaties bezocht tussen juni en september 2010. Deze locaties waren als volgt verdeeld over de vier strata: 133 locaties in stratum 1, 35 in stratum 2, 39 in stratum 3 en 33 in stratum 4 (figuur 5). De locaties zijn op topografische kaarten, schaal 1 : 20 000, weergegeven en de x- en y-coördinaten zijn ingelezen in een GPS-instrument. Met deze hulpmiddelen zijn de punten in het veld gelokaliseerd. Op elke locatie is met een Edelmanboor en/of guts een grondboring verricht tot 180 cm-mv. Van het uitgeboorde bodemprofiel is een boorbeschrijving gemaakt volgens het protocol dat Alterra Wageningen UR voor boorbeschrijvingen hanteert (Ten Cate et al., 1995). Het organische-stofgehalte en de klei- en leemfracties van de bodemhorizonten zijn met de hand geschat. Er zijn geen laboratoriumanalyses uitgevoerd. Het bodemprofiel is vervolgens geclassificeerd volgens het Nederlandse systeem voor bodemclassificatie (De Bakker et al., 1989).

2.2.4 Statistische verwerking

Voor elke locatie wordt het bodemtype dat in het veld is waargenomen vergeleken met het bodemtype volgens de BVU en BvN. De locaties waar het bodemtype volgens de bodemkaart overeenkomt met het waargenomen bodemtype krijgen score 1. De punten waar het bodemtype volgens de bodemkaart niet overeenkomt met het waargenomen bodemtype krijgen score 0. De validatie is uitgevoerd voor drie legendaniveaus van de bodemclassificatie: van algemeen (drie bodemtypen) tot gedetailleerd (elf bodemtypen). De kaartzuiverheid van de BVU en BvN wordt dan als volgt geschat, gebruikmakend van de scores (De Gruijter et al., 2006):

$$\hat{z} = \sum_{h=1}^H a_h \hat{z}_h,$$

waarin $\hat{z}$ de geschatte (aangegeven met het dakje) gemiddelde (aangegeven met het streepje) kaartzuiverheid is, a_h is het relatieve oppervlak van stratum h , H is het aantal strata en $\hat{z}_h$ is de geschatte gemiddelde kaartzuiverheid in stratum h . Het stratumgemiddelde wordt geschat door:

$$\hat{z}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} z_{hi},$$

waarin z_{hi} de classificatiescore (0 of 1) op steekproeflocatie i in stratum h is en n_h is het aantal locaties in stratum h . Het stratumgemiddelde is het ongewogen gemiddelde van de classificatiescores op de steekproeflocaties binnen het stratum omdat al deze locaties dezelfde selectiekans hebben. Dit volgt uit de steekproefopzet waarbij de locaties binnen een kaartvlak aselekt geloot zijn.

De variantie van het ruimtelijk gemiddelde, een maat voor de nauwkeurigheid van de schatting van dit gemiddelde, wordt geschat door:

$$\hat{V}(\hat{z}) = \sum_{h=1}^H a_h^2 \hat{V}(\hat{z}_h),$$

waarin $\hat{V}(\hat{z}_h)$ de geschatte variantie van stratumgemiddelde $\hat{z}_h$ is. Deze wordt geschat door:

$$\hat{V}(\hat{z}_h) = \frac{1}{n_h(n_h - 1)} \sum_{i=1}^{n_h} (z_{hi} - \hat{z}_h)^2.$$

De standaardfout van de geschatte gemiddelde kaartzuiverheid wordt geschat door $\sqrt{\hat{V}(\hat{z})}$.

Om de kaartzuiverheden van de twee bodemkaarten statistisch met elkaar te vergelijken, introduceren we variabele q . Deze variabele wordt berekend door de classificatiescores van de twee kaarten op een steekproeflocatie van elkaar af te trekken en heeft dus de waarde -1, 0 of 1. Het zuiverheidsverschil tussen de twee kaarten wordt op eenzelfde manier geschat als de gemiddelde kaartzuiverheid. Eerst wordt het stratum-gemiddelde van q berekend en vervolgens het globale gemiddelde door weging met de relatieve stratum-opervlaktes. Om te toetsen of het zuiverheidsverschil significant afwijkt van 0 hebben we aangenomen dat het zuiverheidsverschil een normale verdeling volgt.

Bij validatie vergelijken we het bodemtype volgens de veldwaarneming met het bodemtype volgens de bodemkaart op de locatie van de veldwaarneming. In twee gevallen leidt dit tot problemen die opgelost moeten worden om de validatie te kunnen uitvoeren. In het eerste geval bestaat onzekerheid over het bodemtype op de steekproeflocatie volgens de BvN als de locatie in een samengestelde kaarteenheid valt (zie paragraaf 2.1.2). Binnen deze eenheden komen twee of meerdere bodemtypen voor die niet uitgekarteerd zijn, waardoor op de steekproeflocatie het bodemtype volgens de bodemkaart niet bepaald kan worden. In totaal vielen 55 locaties binnen een samengestelde eenheid van de BvN. Om deze locaties toch mee te nemen bij de verwerking van de steekproefgegevens is gekeken of het waargenomen bodemtype overeenkomt met één van de bodemtypen binnen de samengestelde eenheid. Was dit het geval, dan kreeg de locatie een score van 0,5 in plaats van 1 als de samengestelde eenheid uit twee bodemtypen bestaat, 0,33 als de samengestelde eenheid uit drie bodemtypen bestaat, et cetera. Hierbij is aangenomen dat de bodemtypen binnen een samengestelde eenheid evenredig verdeeld zijn over de ruimte.

In het tweede geval bestaat onzekerheid over de classificatie van het waargenomen bodemprofiel op de steekproeflocatie. Deze onzekerheid wordt veroorzaakt door het onvoldoende nauwkeurig kunnen vaststellen van een aantal diagnostische criteria voor bodemclassificatie, bijvoorbeeld de dikte of het organische-stofgehalte van de bovengrond, uit een boorprofiel. Dit was het geval op 21 locaties. Op zes van deze locaties werd een minerale bovengrond vastgesteld van 40 cm dik met daaronder veen. Een dergelijk profiel kan zowel als minerale grond als een veengrond of moerige grond geclassificeerd worden (afhankelijk van de dikte van de onderliggende veenlaag). Op vijftien locaties met veengronden werd het organische-stofgehalte van de bovengrond geschat op 20-25% bij een geschat kleigehalte van 30-35%. Zulke bovengronden zitten op de classificatiegrens van organisch-mineraal. Om deze grensgevallen correct te kunnen classificeren zijn handschattingen niet nauwkeurig genoeg. Deze veengronden kunnen daarom zowel als koopveengronden (hV., organische-bovengrond) als weideveengronden (pV., minerale bovengrond) geclassificeerd worden. Op de 21 twijfellocaties is daarom gekeken of het bodemtype volgens de BVU en BvN overeenkwam met één van deze twee mogelijke bodemtypen. Was dit het geval, dan kreeg de locatie een score van 0,5 in plaats van 1.

3 Resultaten

3.1 Validatie op hoofdgroep-niveau

Tabel 3 toont de validatieresultaten op het niveau van hoofdklassen. In bijlage 1 zijn de foutenmatrices weergegeven. In deze matrices is het waargenomen bodemtype op de validatielocaties uitgezet tegen het bodemtype volgens de bodemkaart op die locaties (Brus et al., 2011). Op hoofdgroep-niveau zijn drie gronden onderscheiden: veengronden (.V.), moerige gronden (.W.) en minerale gronden. De p -waarde geeft de statistische significantie van de steekproefuitkomst. Hier is deze het geschatte verschil in kaartzuiverheid. De p -waarde is de kans op de gevonden steekproefuitkomst of een extremere waarde gegeven dat de nulhypothese waar is. De nulhypothese is in dit geval: 'er is geen verschil in zuiverheid tussen de twee bodemkaarten'. Als de p -waarde klein is dan ondersteunt de steekproefuitkomst de nulhypothese niet. Er is dan reden om aan te nemen dat er een verschil is in kaartzuiverheid tussen de BvN en BVU. Op hoofdgroep-niveau is de kaartzuiverheid van de BVU 4,1% hoger dan die van de BvN, al geeft de steekproef hier geen sterk bewijs voor ($p = 0.19$). Op stratumniveau zien we dat de BVU een flinke (en sterk significante) verbetering is vergeleken met de BvN voor de polder Groot-Mijdrecht en het Noorderpark. De wat lagere kaartzuiverheid van de BVU voor stratum 'Groot-Mijdrecht' ten opzichte van 'Waarden en GV' en 'Noorderpark' is te wijten aan een overrepresentatie van minerale gronden binnen de polder. Op 11 van de 25 validatielocaties die volgens de BVU in een minerale eenheid liggen, troffen we een moerige grond aan. De bodems in het stratum 'Veentoeiname' zijn volgens de BVU alle geclassificeerd als veengronden. Op 14 van de 33 validatielocaties in dit stratum troffen we ook daadwerkelijk een veengrond aan, wat leidt tot een kaartzuiverheid van 42%.

Tabel 3

De geschatte globale kaartzuiverheid en de kaartzuiverheden voor de vier strata voor de BVU en BvN voor een legenda op hoofdgroep-niveau met drie eenheden: veengronden, moerige gronden en minerale gronden. Tussen de haakjes staan de standaardfouten behorende bij de geschatte kaartzuiverheden

	<i>n</i>	BVU (%)	BvN (%)	<i>p</i>
Globaal	240	66,3 (3,1)	62,2 (2,9)	0,19
<i>Stratum</i>				
1. Waarden en GV	133	69,5 (4,0)	68,0 (3,9)	0,39
2. Groot-Mijdrecht	35	52,9 (8,4)	27,1 (6,3)	0,02
3. Noorderpark	39	70,5 (7,3)	56,4 (5,6)	0,01
4. 'Veentoeiname'	33	42,4 (8,7)	50,0 (8,7)	0,33

3.2 Validatie op groep-niveau

Tabel 4 presenteert de validatieresultaten op groep-niveau. Op dit legendaniveau zijn vijf gronden onderscheiden: veengronden met organische bovengrond (V., hV., aV.), veengronden met minerale bovengrond (pV., kV., zV.), moerige gronden met organische bovengrond (W., vW.), moerige gronden met minerale bovengrond (zW., kW.) en minerale gronden. In bijlage 2 zijn de foutenmatrices weergegeven. De kaartzuiverheid van de BVU is 57,4% en is bijna 10% hoger dan die van de BvN. Het verschil in kaartzuiverheid is sterk significant ($p = 0.02$). Net zoals bij de validatie op hoofdklasse-niveau zien we grote, statistisch significante verschillen in kaartzuiverheid voor Groot-Mijdrecht en het Noorderpark. In tegenstelling tot validatie op hoofdklasse-niveau

wordt nu wel een verschil gevonden voor het stratum 'Waarden en GV'. Voor dit stratum heeft de BVU een hogere kaartzuiverheid dan de BvN: ruim 8%, $p = 0.08$.

Deze resultaten laten zien dat de BVU binnen de veengronden en moerige gronden een beter onderscheid maakt naar type bovengrond (organisch versus mineraal) dan de BvN. Desondanks laat validatie van de BVU op groep-niveau een afname in kaartzuiverheid van 10-15% zien voor strata 1 en 3. Deze afname wordt met name veroorzaakt door verwarring tussen koopveen- (hV.) en weideveengronden (pV.). Op 9 locaties in de weideveen-eenheid van de BVU werd een koopveengrond aangetroffen en op 14 locaties in deze kaarteenheden waren we onzeker of de veldwaarneming een weideveen- of koopveengrond betrof (beoordeeld met score 0.5).

Tabel 4

De geschatte globale kaartzuiverheid en de kaartzuiverheden voor de vier strata voor de BVU en BvN voor een legenda op groep-niveau met vijf eenheden: veengronden, veengronden met minerale bovengrond, moerige gronden, moerige gronden met minerale bovengrond en minerale gronden. Tussen haakjes staan de standaardfouten die horen bij de geschatte kaartzuiverheden

	<i>n</i>	BVU (%)	BvN (%)	<i>p</i>
Globaal	240	57,4 (3,3)	47,5 (3,1)	0,02
<i>Stratum</i>				
1. Waarden en GV	133	59,4 (4,0)	51,2 (6,3)	0,08
2. Groot-Mijdrecht	35	52,9 (8,4)	27,1 (6,0)	0,02
3. Noorderpark	39	56,4 (7,8)	37,2 (6,0)	0,01
4. 'Veentoe name'	33	42,4 (8,7)	43,9 (8,6)	0,46

3.3 Validatie op subgroep-niveau

De laatste validatie vond plaats op subgroep-niveau. Op dit legendaniveau wordt er binnen de veengronden en moerige gronden onderscheid gemaakt tussen het type organische of minerale bovengrond. Er is geen onderscheid naar type ondergrond. Er worden elf legenda-eenheden onderscheiden: aV, hV., kV., zV., pV., V., kW., vW., W., zW. en de minerale gronden. *In bijlage 3 zijn de foutenmatrices weergegeven.* De BVU heeft een kaartzuiverheid van 40%. Dit is bijna 18% lager is dan de kaartzuiverheid op groep-niveau. De nauwkeurigheid van de BVU laat een sterke daling in kaartzuiverheid zien voor strata 1, 3 en 4 ten opzichte van het groep-niveau. De nauwkeurigheid van de BVU is wel enkele procenten hoger dan die van de BvN, maar het gevonden verschil is niet significant. De vraag is nu waardoor deze sterke afname van de nauwkeurigheid verklaard kan worden?

De belangrijkste oorzaak is het ontbreken van de waardveengronden (kV.) op de BVU (zie sectie 2.2.1). Op 29 validatielocaties (waarvan 21 in de Eempolder) in strata 1 en 4 is echter een waardveengrond waargenomen. De BVU geeft op deze locaties een weideveengrond (pV.) aan. De bovengrond heeft op deze locaties een gemiddeld organische-stofgehalte van 4% en een dikte van 18 cm waardoor deze bodems niet als weideveengronden geïdentificeerd kunnen worden. Door het ontbreken van de waardveengronden op de BVU verschilt de zuiverheid sterk tussen deelgebieden in stratum 1. Voor de Eempolder is de kaartzuiverheid van de BVU 3,8% en van de BvN 71,2%. Voor het overige gebied in stratum 1 is de kaartzuiverheid van de BVU 50,5% en van de BvN 31,5%. De sterke afname van de nauwkeurigheid in stratum 3 kan verklaard worden omdat op 9 locaties een veengrond of moerige grond met een zandige bovengrond is aangetroffen, terwijl de BVU een kleiige bovengrond aangeeft.

Tabel 5

De geschatte globale kaartzuiverheid en de kaartzuiverheden voor de vier strata voor de BVU en BvN voor een legenda op subgroep-niveau met elf eenheden. Tussen de haakjes staan de standaardfouten behorende bij de geschatte kaartzuiverheden

	<i>n</i>	BVU (%)	BvN (%)	<i>p</i>
Globaal	240	39,8 (3,3)	36,6 (3.0)	0,28
<i>Stratum</i>				
1. Waarden en GV	133	41,7 (4,0)	39,2 (6.3)	0,36
2. Groot-Mijdrecht	35	52,9 (8,4)	24,3 (6.0)	0,01
3. Noorderpark	39	28,2 (7,1)	18,6 (6.0)	0,12
4. 'Veentoeiname'	33	15,2 (6,3)	43,9 (8.6)	0,01

3.4 Validatie van de kaarteenheden van de BvN

De laatste analyse van de validatieresultaten die we hebben uitgevoerd is de validatie van de kaarteenheden van de BvN binnen het doelgebied. Bij deze analyse hebben we gekeken welke kaart het beste de ruimtelijke spreiding van bodemtypen representeert (op subgroep-niveau) binnen de kaarteenheden van de BvN. Om de kaartzuiverheid van de BVU en BvN te schatten per kaarteenheid van de BvN zijn zogenaamde ratioschatters gebruikt (Brus et al., 2011; Van der Salm et al., 2011). Deze schatters worden gebruikt voor schattingen voor domeinen. Dit zijn deelgebieden binnen het doelgebied die niet met de strata overeenkomen (bijvoorbeeld een bodemtype of landgebruikstype). De resultaten van deze analyse zijn gepresenteerd in tabel 6.

Binnen de hv-eenheid (koopveengronden) geeft de BVU een betere representatie van de huidige bodemgesteldheid dan de BvN. Op de 42 van de 47 validatielocaties geeft de BVU een pV. Op 17 van deze locaties hebben we bij validatie een pV aangetroffen en op 14 locaties een hv/pV grensgeval (zie sectie 3.1). Het ligt in de lijn der verwachting dat het organische-stofgehalte van de bovengronden van deze grensgevallen in de toekomst verder afneemt bij een onveranderd landgebruik en ontwateringstoestand. De grensgevallen kunnen in de nabije toekomst zeer waarschijnlijk als pV geclassificeerd worden.

Voor de pV-eenheid (weideveengronden) geeft de BvN de huidige bodemgesteldheid beter weer. De BVU geeft een minerale bodem (drechtaaggrond; een minimaal 40 cm dik kleipakket beginnend aan het maaiveld op veen) op alle validatielocaties. Op vijf locaties hebben we een minerale (drechtaag)grond aangetroffen. Op negen locaties vonden we een veengrond (8x pV, 1x kV). Wel zaten een aantal gronden dicht tegen de grens met mineraal aan (een bovengrond tussen de 35 en 40 cm dik). De weideveengronden verdienen nadere aandacht bij toekomstige actualisatie en dan vooral het grensgebied met de drechtaaggronden en de kreekkringsystemen in de waarden in het zuidwesten van de provincie.

Ook voor de kV-eenheid (waardveengronden) geeft de BvN de huidige bodemgesteldheid beter weer dan de BVU. Dit wordt grotendeels veroorzaakt doordat de kV-eenheid niet is onderscheiden tijdens de BVU kartering. Toch troffen we maar op 24 locaties (waarvan 19 in de Eempolder) binnen de kV-eenheid daadwerkelijk een waardveengrond aan. Dit gaf een kaartzuiverheid van 41,7%. De bodemeenheden die voor de onzuiverheden binnen de kV-eenheid zorgen zijn vooral de weideveengronden (pV, 13 validatielocaties) en minerale (drechtaag)gronden (14 validatielocaties). Opvallend is dat op deze locaties de BVU op negen van de 13 locaties met een waargenomen weideveengrond een weideveengrond aangeeft. Op acht van de 14 locaties waar een minerale grond werd aangetroffen geeft de BVU een minerale grond. De observatie dat de BvN een betrouwbaarder beeld geeft van de huidige bodemgesteldheid binnen de waardveeneenheid verdient dus enige nuancering. Globaal gezien is deze observatie juist maar er zijn grote regionale verschillen. De BvN geeft een betrouwbaarder beeld van de huidige bodemgesteldheid voor de Eempolder terwijl voor het westelijk rivierengebied de BVU een betrouwbaarder beeld geeft (zie ook sectie 3.3).

Binnen kaarteenheden V (vlierveengronden) van de BvN wordt nu een grote verscheidenheid aan gronden aangetroffen. Vlierveengronden zijn echter niet aangetroffen in de validatiesteekproef. Er worden nog wel veengronden aangetroffen (vier locaties), maar deze hebben een ander type bovengrond. Op vier locaties is een minerale grond gevonden en op zes locaties een moerige grond (negen van deze locaties liggen in polder Groot-Mijdrecht). De BVU geeft voor deze eenheid een beter beeld dan de BvN. Voor kaarteenheden W (plas- en broekeerdgronden) geeft de BvN een beter beeld van de huidige bodemgesteldheid dan de BVU, al is het gevonden verschil in kaartzuiverheid niet significant. De BVU geeft op acht locaties een minerale grond (aangetroffen op drie locaties) en op zes locaties een vlierveengrond (aangetroffen op één locatie). Op zeven locaties is een plas- of broekeerdgrond aangetroffen.

De huidige bodemgesteldheid binnen de kaarteenheden met minerale gronden (vrijwel allemaal drechtvaaggronden) wordt veel beter weergegeven door de BvN dan door de BVU. Op alle validatielocaties binnen deze eenheid geeft de BVU een weideveengrond (pV), terwijl deze grond slechts op vier locaties is aangetroffen. Daarnaast zijn er op zeven locaties waardveengronden (kV) aangetroffen. De 11 locaties waar een veengrond is gevonden liggen allemaal op de grens van kaartvlakken met minerale gronden en kaartvlakken met de veengronden (pV dan wel kV). Deze fouten in de BvN zijn dus ontstaan doordat de kaartvlakgrenzen niet nauwkeurig konden worden vastgesteld tijdens de 1:50.000-kartering.

Ten slotte bespreken we de samengestelde kaarteenheden. We hebben twee associaties onderscheiden. 'Associatie Veen' omvat voornamelijk associaties van veengronden met moerige gronden. In de Gelderse vallei komen veengronden in associatie voor met moerige en minerale gronden. 'Associatie Moerig' omvat associaties van moerige gronden met minerale gronden. Beide associaties liggen voornamelijk in de polder Groot-Mijdrecht en het Noorderpark (1773 ha; de overige 672 ha ligt in de Gelderse Vallei rondom Veenendaal). Voor deze gebieden is al eerder vastgesteld dat de BVU een betere representatie van de huidige bodemgesteldheid geeft dan de BvN, wat hier benadrukt wordt door het verschil in kaartzuiverheid van de BVU en BvN binnen de twee samengestelde kaarteenheden van de BvN. Binnen de kaarteenheden 'Associatie Veen' komen nu voornamelijk moerige gronden (17 validatielocaties) en minerale gronden voor (17 validatielocaties in associaties van veengronden met moerige en minerale gronden). Op 12 locaties worden nog veengronden aangetroffen. Hiervan ligt de helft in associatie AP. Binnen de 'Associatie Moerig' troffen we op vier locaties minerale gronden aan en op vijf locaties moerige gronden.

Tabel 6

Validatie van de kaarteenheden van de BvN waarbij gekeken is welke bodemkaart de ruimtelijke spreiding van bodemtypen binnen de BvN kaarteenheden het beste weergeeft (gekwantificeerd aan de hand van de kaartzuiverheid) op subgroep-niveau. De Associatie Veen-eenheid is voornamelijk een associatie van veengronden met moerige gronden. De Associatie Moerig is voornamelijk een associatie van moerige gronden met minerale gronden

Kaarteenheden BvN	Oppervlakte (ha)	n	BVU (%)	BvN (%)	p
hV	4538	47	47,1	33,6	0,10
pV	1415	14	35,7	57,1	0,20
kV	7711	57	31,0	41,7	0,17
zV	372	8	10,0	10,0	-
V	680	14	46,8	0	0,00
W	663	13	35,5	50,6	0,27
vW	104	2	0	0	-
kW	372	6	57,3	32,0	0,25
zW	6	1	100	0	-
Mineraal	936	23	15,2	54,5	0,01
Associatie Veen	2012	46	55,5	25,7	0,00
Associatie Moerig	440	9	62,3	45,7	0,18

4 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

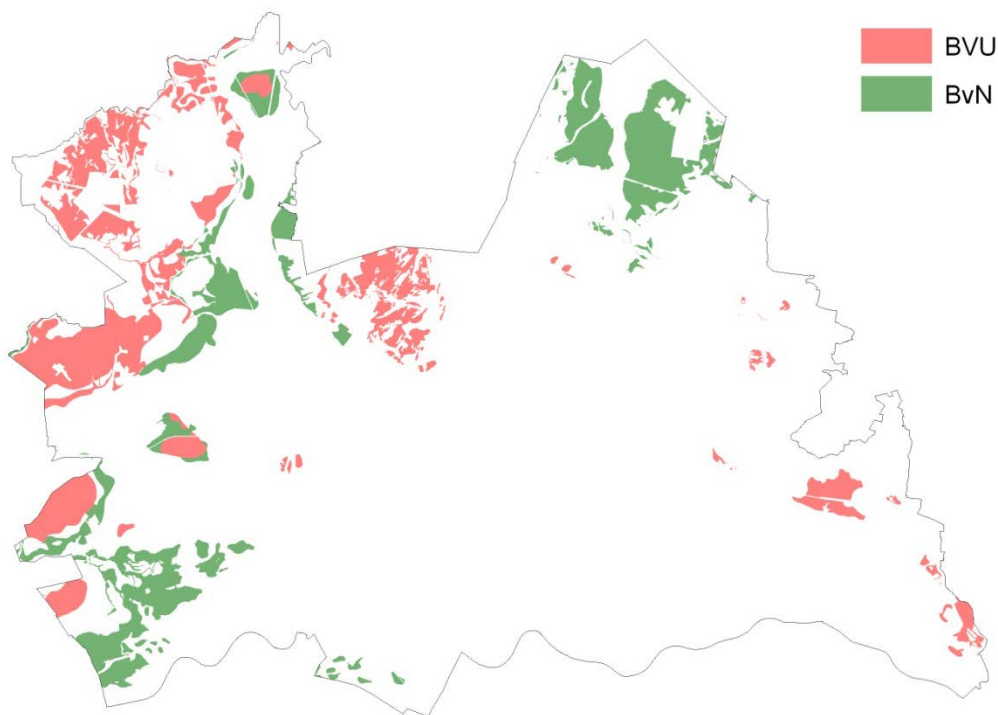
In dit onderzoek is de kwaliteit, uitgedrukt in de kaartzuiverheid, bepaald van de Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000 (BVU; Stouthamer et al., 2008) om inzicht te krijgen in de bruikbaarheid van deze kaart voor actualisatie van de veengebieden van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000 (BvN) van de provincie Utrecht. De BVU is bruikbaar voor actualisatie als de kaart een betere representatie geeft van de huidige bodemgesteldheid dan de BvN. Om dit te beoordelen is een validatiestudie uitgevoerd. Dit betekent dat met een kanssteekproef de proef op de som is genomen. Op 240 locaties in het Utrechtse veengebied is het bodemtype bepaald en vergeleken met het bodemtype volgens de BVU en BvN op die locaties. Uit de vergelijking is de kaartzuiverheid van beide kaarten berekend en er is statistisch getoetst of de gevonden verschillen significant zijn. De validatie is uitgevoerd voor drie legendaniveaus. Daarnaast is gekeken welke bodemkaart de huidige bodemgesteldheid binnen de kaarteenheden van de BvN het beste weergeeft. Het doelgebied van de validatiestudie is het gebied waarvoor de BVU en BvN verschillend zijn op subgroep-niveau en beslaat 19.470 (50% van het Utrechtse veengebied). De validatieresultaten en conclusies hebben dus alleen betrekking op dit gebied.

Conclusies uit dit onderzoek:

- Op basis van de beschrijvingen van de bodemopbouw op de validatielocaties zien we twee soorten veranderingen in bodemgesteldheid sinds de opname van de BvN in de Utrechtse veengebieden. De eerste verandering is de afname van de veendikte als gevolg van oxidatie waardoor veengronden veranderen in moerige gronden en moerige gronden in minerale gronden. De tweede verandering is het organische stofgehalte van de bovengrond. In een aantal bodemeenheden lijkt deze af te nemen waardoor moerige bovengronden overgaan in minerale gronden. Een voorbeeld hiervan vormen de koopveengronden (moerige bovengrond, hV.). Binnen deze kaarteenheden werden op veel validatielocaties weideveengronden aangetroffen (minerale bovengrond, pV.). Ook werden op een groot aantal locaties gronden aangetroffen die op de overgang van koopveen naar weideveen zaten. Bij onveranderd landgebruik en drainage gaan deze gronden in de nabije toekomst over naar weideveengronden.
- Op 33 validatielocaties, voornamelijk in de Eempolder, is een waardveengrond (kV.) aangetroffen. De aanname tijdens de BVU-kartering dat deze gronden niet meer voorkomen, met als gevolg dat deze eenheid niet onderscheiden wordt in de legenda van de BVU, is onjuist. Het ontbreken van deze eenheid heeft grote consequenties voor de kaartzuiverheid van de BVU. Het verschil in kaartzuiverheid tussen groep- en subgroep-niveau wordt hierdoor grotendeels verklaard.
- Voor de drie legendaniveaus is de kaartzuiverheid van de BVU hoger dan die van de BvN, maar het verschil is alleen significant op groep-niveau. Op hoofdgroep-niveau is de zuiverheid van de BVU 66,3%, op groep-niveau 57,4% en op subgroep-niveau 39,8%. Voor de BvN zijn deze zuiverheden 62,2%, 47,5% en 366%. Kaartzuiverheden liggen in de orde van grootte van wat gebruikelijk is (de kaartzuiverheid is een strenge maat; zie ook sectie 1.3.1).
- Het verschil in kaartzuiverheid is het grootst voor de validatiestrata polder Groot-Mijdrecht en het Noorderpark. De kaartzuiverheid van de BvN voor deze twee gebieden ligt de onder de 40%. In deze gebieden waren de oorspronkelijke veenlagen relatief dun vergeleken met de veenlagen in het rivierengebied en de Eempolder, waardoor effecten van oxidatie op de bodemgesteldheid juist in deze gebieden het snelst zichtbaar worden.
- Voor het vervaardigen van de BVU is een gedetailleerde bodemkaart van het Noorderpark, schaal 1 : 10 000, uit 1985 gebruikt. Ook deze informatie is gedateerd. Toch is de invloed hiervan op de kaartzuiverheid voor het Noorderpark beperkt. Op de twee hoogste legendaniveaus is de zuiverheid van

stratum 'Noorderpark' ongeveer gelijk aan die van strata 'Waarden en GV' en 'Groot-Mijdrecht'. Alleen op het laagste niveau is de kaartzuiverheid van het Noorderpark laag, dit wordt veroorzaakt door misclassificatie van het type bovengrond.

- De lage kaartzuiverheid van de BvN in het algemeen en die van de Groot-Mijdrecht en het Noorderpark in het bijzonder tonen de noodzaak voor actualisatie aan.
- De BVU is bruikbaar voor actualisatie. De meest snelle actualisatiemethode, het direct 'inpluggen' van de BVU in de BvN, leidt al tot een verbetering van de kaartkwaliteit van de BvN. Er zijn echter (grote) lokale verschillen in de zuiverheid van de BVU en BvN, bijvoorbeeld in de Eempolder. Hiermee dient bij voorkeur rekening gehouden te worden, zodat voor actualisatie van de BvN het 'beste' uit beide kaarten kan worden gecombineerd (Figuur 6).
- Lokale verschillen in kaartzuiverheid tussen de BVU en BvN werden niet alleen zichtbaar op stratumniveau maar ook na validatie van de kaarteenheden van de BvN. Binnen de eenheden hV, V, 'Associatie Veen' en 'Associatie Moerig' geeft de BVU een beter beeld van de huidige bodemgesteldheid dan de BvN, terwijl de BvN een beter beeld van de huidige bodemgesteldheid geeft voor de eenheden pV, kV (deels doordat de BVU geen kV gronden onderscheid), W en de minerale gronden.
- Uit een overlay van de twee bodemkaarten bleek dat de kaarten hetzelfde bodemtype (op subgroep-niveau) aangaven voor ongeveer de helft van het veengebied in de provincie Utrecht. Voor dit gebied kunnen we aannemen dat de BvN de huidige bodemgesteldheid betrouwbaar weergeeft. Actualisatie van dit gebied is niet nodig. Het loont dus de moeite om voordat wordt geactualiseerd eerst een kanssteekproef uit te voeren om de actualiteit van de BvN te toetsen. Een kanssteekproef is een geringe investering waarmee veel onnodige kosten bespaard kunnen worden. Deze aanpak is gevolgd in de provincie Noord-Holland (De Vries et al., 2010). Uit dit onderzoek bleek dat actualisatie van de BvN slechts nodig was voor ongeveer een derde van het veengebied.



Figuur 6

Schematische weergave van de combinatie van informatie uit de BVU (10 000 ha) en BvN (9500 ha) voor actualisatie van de BvN

Aanbevelingen

- Focus actualisatie van de BvN voor de veengebieden in de provincie Utrecht op de gebieden waarvoor het bodemtype verschilt met het bodemtype volgens de BvN. Dit gebied beslaat ongeveer 50% van het areaal veengronden (inclusief drechtvaaggronden).
- Actualiseer de bodemkaart voor de polder Groot-Mijdrecht, het Noorderpark en de veengebieden in de Gelderse Vallei rondom Veenendaal aan de hand van de BVU ('inpluggen').
- Handhaaf de BvN voor de Eempolder.
- Actualiseer de koopveeneenheid in het rivierengebied aan de hand van de BVU. De koopveengronden worden dan waardveengronden. Er komen op dit moment nog koopveengronden voor maar veel daarvan zitten al op grens met waardveengronden. Gezien de aard van de veranderingen die momenteel optreden in bodemgesteldheid kunnen deze gronden in de nabije toekomst als weideveengronden geclassificeerd worden.
- Aanvullend veldwerk is slechts in beperkte mate nodig. Richt veldwerk op het rivierengebied in de overgangszone van drechtvaag- (Rv..) naar weideveengronden (pV.) en van koopveen- (hV.) naar weideveengronden (pV.).
- De BVU brengt de kreekkrugsystemen in het zuidwesten van de provincie beter in kaart dan de BvN (waar de patronen slechts met een arcering zijn aangegeven). In dit gebied kan de BvN nog een verbeter slag maken aan de hand van de BVU. Hiervoor is ook aanvullend veldwerk zinvol.
- Stel na actualisatie met de BVU het bodemtype lokaal (op kaartvlakniveau) bij aan de hand van de validatieresultaten van de BvN-kaartenheden en recente veldwaarnemingen uit het bodeminformatie-systeem BIS (inclusief de veldgegevens verzameld voor dit onderzoek).

Literatuur

Akker, J.J.H. van den, 2005. Maaiveldddaling en verdwijnende veengronden. In: Rienks, W.A. en A.L. Gerritsen, 2005. Veenweide 25x belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

Berendsen, H.J.A., 1982. De genese van het landschap in het zuiden van de provincie Utrecht – een fysisch-geografische studie. Dissertatie Utrecht, en Utrechtse Geografische Studies 25, 256 p.

Brus, D.J. en J.J. De Gruijter, 1997. Random sampling or geostatistical modelling? Choosing between design-based and model-based sampling strategies for soil (with discussion). *Geoderma* 80(1-2), 1-44.

Brus, D.J., B. Kempen en G.B.M. Heuvelink, 2011. Sampling for validation of digital soil maps. *European Journal of Soil Science* 62(3), 394-407.

De Bakker, H., J. Schelling, D.J. Brus en C. Wallenburg, 1989. Systeem van bodemclassificatie voor Nederland: de hogere niveaus. 2e gewijzigde uitgave. Tweede, gewijzigde druk, bewerkt door D.J. Brus en C. van Wallenburg ed. Winand Staring Centre, Wageningen.

De Gruijter, J.J., D.J. Brus, M.F.P. Bierkens en M. Knotters, 2006. Sampling for natural resource monitoring. Springer.

De Vries, F. en F. Brouwer, 2006. De bodem van Drenthe in beeld. Alterra-rapport 1381, Alterra, Wageningen.

De Vries, F., G.H. Stoffelsen en M.M. van der Werff, 2010. Validatie bodemkaart van de veengebieden in Noord-Holland. Alterra-rapport 2085, Alterra, Wageningen.

Knotters, M., D. Brus, G. Heuvelink, B. Kempen, F. de Vries en D. Walvoort, 2010. Vaste grond onder de voeten? Geactualiseerd Bodemkundig Informatie Systeem informeert over onzekerheid. *Bodem* 20, 22-25.

Kuikman, P.J. en J.J.H. van den Akker, 2005. Veenweide, broeikasgassen en klimaatverandering. In: Rienks, W.A. en A.L. Gerritsen, 2005. Veenweide 25x belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

Marsman, B.A. en J.J. de Gruijter, 1982. Kwaliteit van Bodemkaarten; een vergelijking van karteringsmethoden in een zandgebied. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Rapport 1714.

Scholten, A. en G. Rutten, 1987. De bodemgesteldheid van het herinrichtingsgebied Het Noorderpark: resultaten van een bodemgeografisch onderzoek en geschiktheidsbeoordeling voor weidebouw. Rapport / Stichting voor Bodemkartering nr. 1887, Stiboka, Wageningen.

Steur, G.G.L., W. Heijink (Eds.), 1991. Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000; Algemene begrippen en indelingen (4e editie). Staring Centrum, Wageningen.

Stouthamer, E., H.J.A. Berendsen, J. Peeters en M.T.I.J. Bouman, 2008. Toelichting Bodemkaart Veengebieden provincie Utrecht, schaal 1 : 25 000.

Ten Cate, J.A.M., A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Technical Document 19A, DLO-Staring Centrum, Wageningen.

Van der Salm, C., L.J.M. Boumans, D.J. Brus, B. Kempen, T. van Leeuwen en H. Vrolijk, 2011. Validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE met meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid en de Landelijke Steekproef Kaarteenheden. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 228, Wageningen.

Bijlage 1 Foutenmatrices op hoofdgroep-niveau

BVU

Kaart	Veldwaarneming		
	V	W	M
V	98	17	24
W	2	16	3
M	21	19	40

V: veengronden; W: moerige gronden; M: Minerale gronden

BvN

Kaart	Veldwaarneming		
	V	W	M
V	88	13	27
W	10	16	8
M	11	1	11
AP (.V)	6		
V-W-M		1	7
V-W	6	15	10
V-M		1	
W-M		5	4

V: veengronden; W: moerige gronden; M: Minerale gronden

Bijlage 2 Foutenmatrices op groep-niveau

BVU

Veldwaarneming					
Kaart	V	mV	W	mW	M
V	12	1	4	1	3
mV	23*	64	3	7	21
W	0	0	7	1	1
mW	2	0	2	6	2
M	2	19	14	5	40

* 14 veldwaarnemingen zitten op de grens tussen V en mV.

V: veengronden; mV: veengronden met minerale bovengrond; W: moerige gronden; mW: moerige gronden met minerale bovengrond; M: Minerale gronden

BvN

Veldwaarneming					
Kaart	V	mV	W	mW	M
V	23*	21	7	2	8
mV	4	49	2	4	20
W	2	0	7	2	4
mW	0	1	0	3	3
M	0	11	1	0	11
AP (.V)	5	1			
V-W-M			1		7
V-W	3		8	4	7
V-M			1		
W-M			2		1
mV-mW	1	1		3	1
mV-mW-M	1				2
mW-M			1	2	3

* 14 veldwaarnemingen zitten op de grens tussen V en mV.

V: veengronden; mV: veengronden met minerale bovengrond; W: moerige gronden; mW: moerige gronden met minerale bovengrond; M: Minerale gronden

Bijlage 3 Foutenmatrices op subgroep-niveau

BVU

Veldwaarneming											
Kaart	aV	hV	kV	kW	M	pV	V	vW	W	zV	zW
aV	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
hV	2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
kV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
kW	0	1	0	2	1	0	0	2	0	0	2
M	0	1	4	2	40	14	1	1	13	1	3
pV	1	22*	29	5	21	29	0	0	3	6	2
V	2	1	0	0	2	0	3	0	4	0	0
vW	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
W	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0
zV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zW	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1

* 14 veldwaarnemingen zitten op de grens tussen hV en pV.

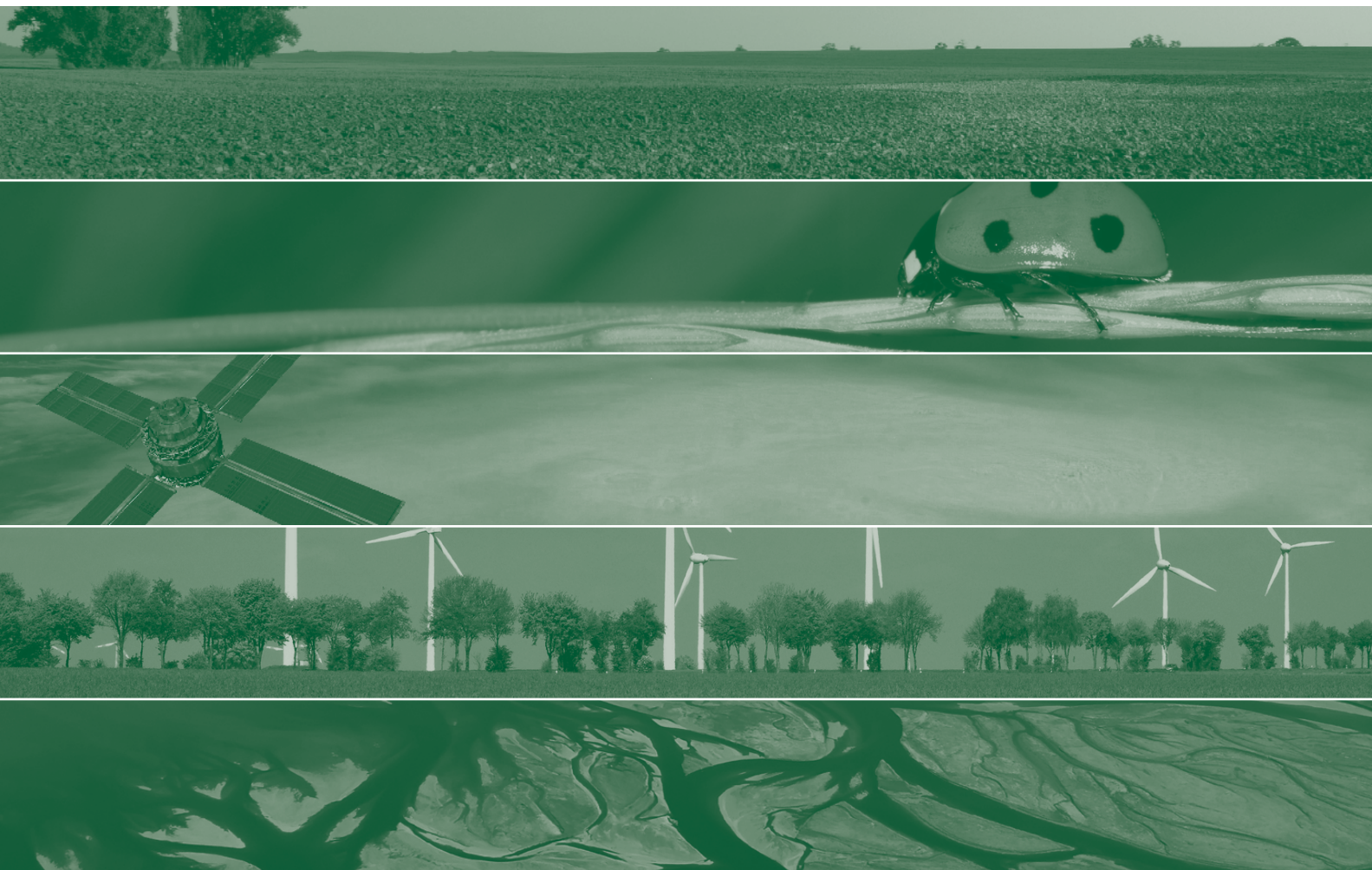
aV: madeveengrond; hV: koopveengrond; kV: waardveengrond; kW: moerige grond met kleidek; M: minerale grond; pV: weideveengrond; V: vlier- of vlietveengrond; vW: moerige grond met moerige bovengrond; W: plaseerd- of broekeerdgrond; zV: meerveengrond; zW: moerige grond met zanddek

BvN

Veldwaarneming											
Kaart	aV	hV	kV	kW	M	pV	V	vW	W	zV	zW
aV											
hV		20		1	4	17			1	3	1
kV		1	24	2	14	13			2	1	
kW			1	3	2						
M			7		11	4			1		
pV			1		5	8					
V	2	1			4				6	1	
vW											2
W	1				4		1		7		
zV	2	1			1	1				1	2
zW					1						
AP (.V)	1	2					2			1	
aV-vW-M					7			1			
hV-W					3				1		
hV-vW		1		2			2	2			2
V-M									1		
V-W					4				5		
W-M					1				2		
zV-zW	1			2	1					1	1
zV-zW-vW-M					2		1				
zW-M					3			1			2

* 14 veldwaarnemingen zitten op de grens tussen hV en pV.

aV: madeveengrond; hV: koopveengrond; kV: waardveengrond; kW: moerige grond met kleidek; M: minerale grond; pV: weideveengrond; V: vlier- of vlietveengrond; vW: moerige grond met moerige bovengrond; W: plaseerd- of broekeerdgrond; zV: meerveengrond; zW: moerige grond met zanddek



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

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