



Validatie bodemkaart van de veengebieden in Noord-Holland

Alterra-rapport 2085
ISSN 1566-7197

F. de Vries, G.H. Stoffelsen en M.M. van der Werff

Validatie bodemkaart van de veengebieden in
Noord-Holland

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van de provincie Noord-Holland
Projectcode [5237412-01]

Validatie bodemkaart van de veengebieden in Noord-Holland

F. de Vries
G.H. Stoffelsen
M.M. van der Werff

Alterra-rapport 2085

Alterra, Wageningen UR
Wageningen, 2010

Referaat

Vries, F. de, G.H. Stoffelsen en M.M. van der Werff, 2010. Validatie bodemkaart van de veengebieden in Noord-Holland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2085. 28 blz.; 8 fig.; 5 tab.; 7 ref.

Onder invloed van het bodemgebruik en de daarvoor noodzakelijke ontwatering oxideert er organische stof in de bodem. Oppervlakkig voorkomende veenlagen worden hierdoor geleidelijk dunner, waardoor er veranderingen optreden in de bodembouw. In dit onderzoek is nagegaan of de Bodemkaart, schaal 1 : 50 000, voor de veengebieden in Noord-Holland nu nog een betrouwbaar beeld geeft van de bodemgesteldheid. Met behulp van een steekproef is getoetst of de gronden met veenlagen in het bodemprofiel bij de juiste hoofdklasse van de legenda zijn ingedeeld. Hiervoor is op 207 locaties de veendikte bepaald. Met deze validatieset is de kaartzuiverheid berekend. Per stratum varieert de kaartzuiverheid van 52 tot 88%, met een gemiddelde van ruim 80%.

Trefwoorden: bodemkaart, validatie, kaartzuiverheid, veengronden, moerige gronden, Noord-Holland.

ISSN 1566-7197

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

© 2009 Alterra Wageningen UR, Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland
Telefoon 0317 48 07 00; fax 0317 41 90 00; e-mail info.alterra@wur.nl

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

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

Alterra-rapport 2085

Wageningen, oktober 2010

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	10
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 Gedetailleerde bodemkaarten	15
2.1.3 Boorbeschrijvingen	16
2.2 Methode van onderzoek	16
2.2.1 Afbakening onderzoeksgebied	17
2.2.2 Veendiktekaart	17
2.2.3 Validatie bodemkaart met beschikbare gegevens in BIS	17
2.2.4 Validatie bodemkaart met kanssteekproef	17
3 Resultaten	19
3.1 Kaartzuiverheid op basis van boorbeschrijvingen in BIS	19
3.2 Kaartzuiverheid op basis van kanssteekproef	20
3.2.1 Regionale stratumindeling	20
3.2.2 Kaartzuiverheid per regionaal stratum	21
3.2.3 Kaartzuiverheid per veendikteklasse	23
4 Conclusies en aanbevelingen	25
Literatuur	27

Samenvatting

Geeft de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, nog een betrouwbaar beeld van de bodemgesteldheid van de veengebieden in de provincie Noord-Holland? Dat is de centrale vraag in dit project. Volgens de bodemkaart, met opnameperiode van 1963 tot 1990, bedraagt het areaal gronden met veenlagen ondiep in het bodemprofiel meer dan 45.000 ha. Deze gronden zijn op de bodemkaart onderverdeeld in moerige gronden en veengronden. Moerige gronden hebben een moerige of venige laag van 5 à 40 cm dikte die binnen 40 cm-mv. begint. Bij veengronden is de laag dikker dan 40 cm, met eveneens een begindiepte ondieper dan 40 cm-mv. Door het bodemgebruik en de daarvoor noodzakelijke ontwatering oxideert er organische stof en klinkt het veen in. De veenlagen worden geleidelijk dunner, waardoor veengronden kunnen veranderen in moerige gronden en moerige gronden in minerale gronden.

In haar bodemvisie (2009) constateert de provincie dat veenoxidatie ook in Noord-Holland optreedt. Omdat de bodemkaart voor Noord-Holland op veel plaatsen 20 jaar en op sommige plaatsen 40 jaar oud is, twijfelt de provincie over de juistheid van de bodeminformatie voor gebieden met veengronden en moerige gronden. De beschikbaarheid van actuele informatie over de bodemopbouw is van groot belang. De provincie en andere overheden (gemeenten, waterschappen en rijksoverheid) gebruiken de gegevens bij het maken van plannen voor o.a. bodembeheer, waterbeheer, natuurbeheer, infrastructuur en beleid op het gebied van klimaatbestendigheid, milieu en landbouw.

Het doel van dit project is om voor de gebieden met veengronden en moerige gronden de juistheid van de gegevens op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000 vast te stellen door het bepalen van de kaartzuiverheid. De kaartzuiverheid is een maat voor de juistheid van de informatie, uitgedrukt in het oppervlaktepercentage gronden dat op de bodemkaart juist is geclassificeerd

Met behulp van een kanssteekproef is getoetst of de gronden met veenlagen in het bodemprofiel bij de juiste hoofdklasse van de legenda zijn ingedeeld. Hiervoor is op 207 locaties de veendikte bepaald. Met deze validatieset is per stratum de kaartzuiverheid berekend. Er is op twee manieren gestratificeerd. Bij de 'regionale stratificering' is rekening gehouden met de regionale ligging, bodemgebruik en in mindere mate met de veendikte. Dit resulteerde in acht strata. Bij de 'stratificering naar veendikte' is strikt ingedeeld naar veendikteklasse en dat wat resulteerde in vier strata.

De gemiddelde kaartzuiverheid over alle strata bedraagt iets meer dan 80%. Dat wil zeggen dat iets meer dan 80% van de oppervlakte moerige gronden en veengronden op de bodemkaart juist is geclassificeerd. Dit gemiddelde voor het totale veengebied in Noord-Holland ligt duidelijk boven de gestelde ondergrens van 65%. In principe voldoet de informatie op de bodemkaart daarmee aan de gestelde kwaliteitseisen. Vooral bij de dikke veengronden is een hoge kaartzuiverheid vastgesteld (88%). Bij stratificering naar veendikte scoren de strata met moerige gronden en dunne veengronden beide onder de 65%. De stratificering naar veendikte resulteert in een nauwkeurigere lokalisering van gebieden met verouderde informatie. We adviseren deze gebieden met moerige gronden en dunne veengronden te actualiseren (8755 ha). In twee deelgebieden (4880 ha) kan een update worden uitgevoerd met gegevens die zijn verzameld nadat de bodemkaart werd gepubliceerd.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling

Geeft de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, een betrouwbaar beeld van de bodemgesteldheid van de veengebieden in de provincie Noord-Holland? Dat is de centrale vraag in dit project.

Ten gevolge van het bodemgebruik en de daarvoor noodzakelijke ontwatering oxideert er organische stof en klinken veenlagen in. Door dit proces worden de veenlagen geleidelijk dunner, waardoor veengronden kunnen overgaan in moerige gronden en moerige gronden in minerale gronden. Dit gaat gepaard met maaiveld daling. Uit metingen in diverse veenweidegebieden in Nederland blijkt dat bij veengronden een maaiveld daling van 0,5 tot 1,5 cm per jaar optreedt. Door deze dynamiek bij gronden met veenlagen is de bodemkaart informatie over soort bodems aan veroudering onderhevig. De bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, van de provincie Noord-Holland is vervaardigd in de periode vóór 1990. In het zuidoosten van de provincie dateren de gegevens zelfs van vóór 1970. Volgens deze bodemkaart bedraagt het areaal veengronden in de provincie ca. 37.670 ha en het areaal moerige gronden ca. 4785 ha. Daarnaast komen er associaties voor van veengronden en moerige gronden en van moerige gronden en minerale gronden (3100 ha). De moerige gronden liggen voornamelijk in de droogmakerijen en daarbuiten op de overgang van de veengronden naar de minerale gronden.

In haar bodemvisie (2009) constateert de provincie dat veenoxidatie ook in Noord-Holland optreedt. Omdat de bodemkaart voor Noord-Holland op veel plaatsen 20 jaar en op sommige plaatsen 40 jaar oud is, twijfelt de provincie over de juistheid van de bodeminformatie voor gebieden met veengronden en moerige gronden. De beschikbaarheid van actuele informatie over de bodemopbouw is van groot belang. De provincie en andere overheden (gemeenten, waterschappen en rijksoverheid) gebruiken de gegevens bij het maken van plannen voor o.a. bodembeheer, waterbeheer, natuurbeheer en infrastructuur en beleid op het gebied van klimaatbestendigheid, milieu en landbouw.

1.2 Projectdoelstelling

Het doel van dit project is om voor gebieden met veengronden en moerige gronden de juistheid van de gegevens op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, vast te stellen door de kaartzuiverheid te bepalen. De kaartzuiverheid is een maat voor de juistheid van de informatie, uitgedrukt in het oppervlaktepercentage gronden dat op de bodemkaart juist is geïdentificeerd.

Om de betrouwbaarheid van de informatie te toetsen is een onafhankelijke validatieset nodig. Onafhankelijk wil zeggen dat de waarnemingen waarmee we de kaart valideren niet gebruikt mogen zijn bij het vervaardigen van de kaart.

1.3 Achtergrondinformatie

1.3.1 Definities

Om de Nederlandse gronden in kaart te kunnen brengen zijn er voor de classificatie definities opgesteld: *Veengronden* zijn bodems waarbij binnen de zone tot 80 cm diepte moerig materiaal voorkomt over een aaneengesloten dikte van minstens 40 cm.

Moerige gronden zijn 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.

Moerig materiaal is bodemmateriaal dat voor minstens 15 (bij een lutumgehalte van 0%) à 30 massaprocenten (bij een lutumgehalte van 70%) uit organische stof bestaat. Bodemmateriaal met meer dan 22,5 à 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 tenminste dan 15 à 30% organische stof.

Minerale gronden zijn gronden die in de zone tot 80 cm diepte voor tenminste 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.

1.3.2 Processen

Gronden met veenlagen zijn aan verandering onderhevig. Door een combinatie van oxidatie, klink en krimp van het moerige materiaal treedt er een geleidelijke maaiveldaling op. 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 aërobe verteringsproces door micro-organismen wordt oxidatie genoemd. Het aan zuurstof blootgestelde organisch materiaal breekt af en verdwijnt 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 bedrijfseconomisch op een aanvaardbaar niveau te houden is na verloop van tijd verlagings van polderpeilen nodig. Na deze peilverlagings treedt er eerst klink op. De bovengrond, die in de natte situatie als het ware in het grondwater dreef, komt na de peilverlagings 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 peilverlagings komt dit veen droog te staan en door de verdere uitdroging als gevolg van gewasverdamings 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 (Van den Akker, 2005). Uit langjarig onderzoek door Van den Akker blijkt dat maaiveldaling 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 maaiveldaling vastgesteld van 6 mm per jaar bij ondiepe grondwaterstanden (< 40 cm-mv.) tot 12 mm per jaar bij diepere grondwaterstanden (ca. 60 cm-mv.). De jaarlijkse maaiveldaling verschilt van jaar tot jaar onder invloed van neerslag en verdamping. In zomers met weinig neerslag zakt de grondwaterstand dieper weg en treedt er een grotere maaiveldaling op. Door de beschermende werking van de kleilaag is veenoxidatie en maaiveldaling bij veengronden met een kleidek (bodemkaartenheden kV.. en pV...) geringer dan bij veengronden zonder kleidek (o.a. hV.., V..) (Van den Akker, 2005).

Oxidatie van veenlagen leidt tot vorming en emissie van broeikasgassen CO₂ (kooldioxide) en N₂O (lachgas). In 2004 werd de jaarlijkse emissie van deze broeikasgassen vanuit Nederlandse veengronden die in gebruik zijn als landbouwgrond geschat op 4,25 miljoen ton CO₂ en 1043 ton N₂O, wat gelijk is aan 0,3 miljoen CO₂-

equivalenten. In totaal dus ruim 4,5 miljoen ton CO₂-equivalenten. Dit is bijna 4% van de totale Nederlandse emissie (Kuikman en Van den Akker). Doordat veenlagen 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

In hoofdstuk 2 wordt in de eerste paragrafen meer informatie gegeven over de bodemkaart, schaal 1 : 50.000, de kaart die in dit project gevalideerd wordt. Verder wordt er beschreven welke bodemkundige informatie nog meer beschikbaar is voor Noord-Holland. In de laatste paragrafen wordt aangegeven op welke wijze het onderzoek is uitgevoerd. De uitkomsten van het onderzoek worden weergegeven in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 tenslotte bevat de conclusies en een aantal aanbevelingen.

2 Materialen en methode

2.1 Gegevens

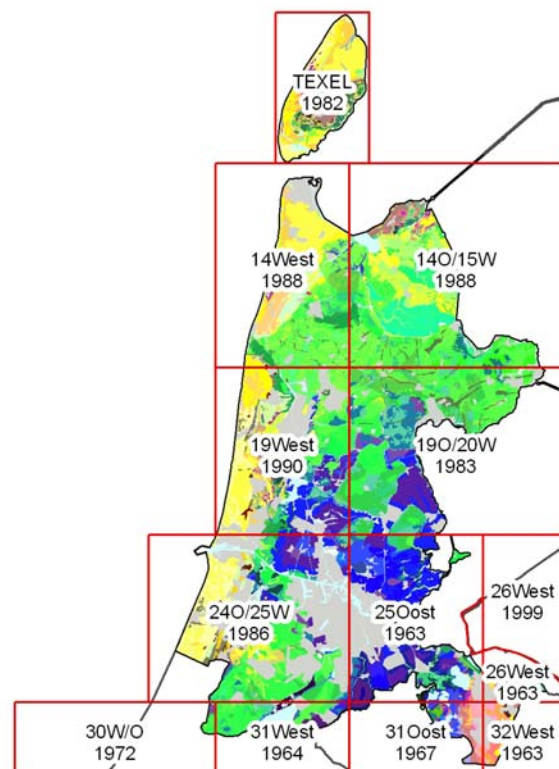
2.1.1 Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000

In dit onderzoek wordt de kwaliteit van de informatie die de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, voor de veengebieden in Noord-Holland geeft gevalideerd. Deze paragraaf geeft een beknopte beschrijving van deze landelijke kaart.

De Bodemkaart van Nederland geeft voor het landelijk gebied door middel van kaartvlakken informatie over de bodemopbouw en bodemkenmerken tot een diepte van ca. 120 cm onder het maaiveld (cm-mv.) (Steur en Heijink, 1991). De kaart geeft o.a. 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, d.m.v. grondwatertrappen (Gt).

Bij het in kaart brengen van de bodem is een uitgebreide veldverkenning uitgevoerd, waarbij gemiddeld per 10 ha één à twee 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 (Stiboka) 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 Noord-Holland varieert het laatste jaar van opname van 1963 (blad 32 West) tot 1990 (blad 19 West, figuur 1). De bodemkaart is vervaardigd voor het landelijk gebied. Sinds de opname van de kaart zijn door



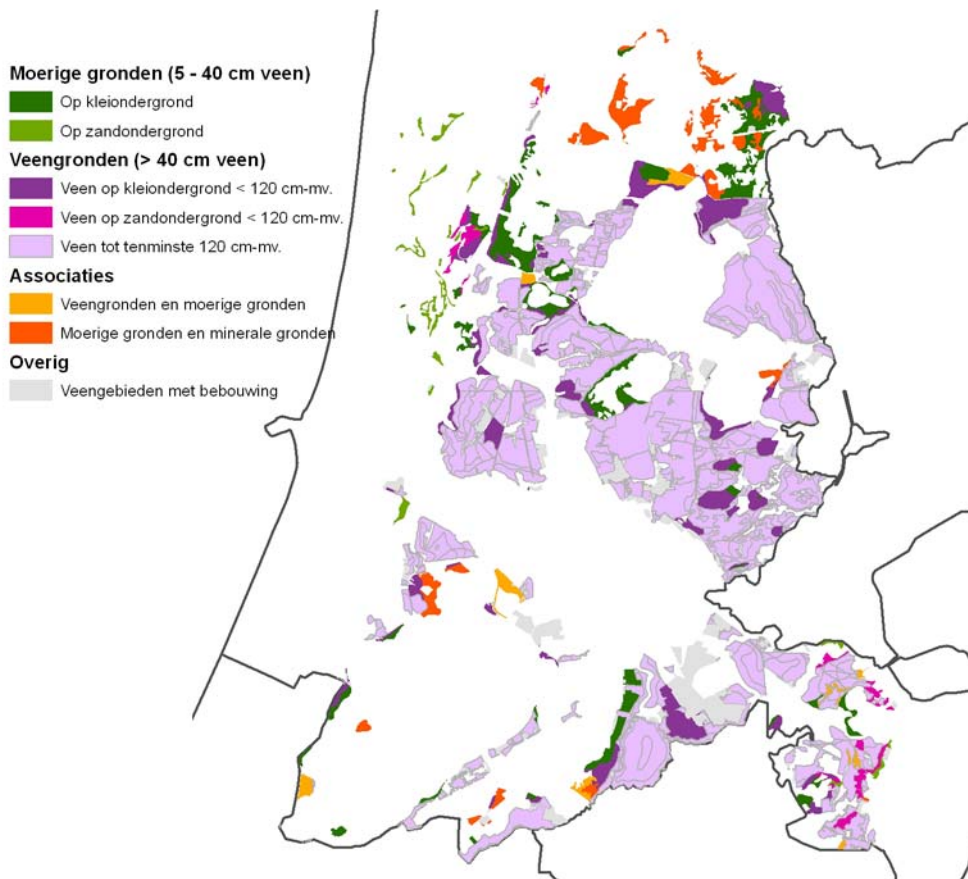
Figuur 1
Kaartbladindeling van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, met laatste jaar van de veldopname

stadsuitbreidingen delen van het landelijk gebied bebouwd geraakt. Deze bebouwde gebieden vallen buiten dit onderzoek.

In Noord-Holland komen diverse typen zandgronden (de gebieden met de gele en roodachtige kleuren in figuur 1), kleigronden (groen), veengronden (blauw en paars) en moerige gronden (paars) voor.

Moerige gronden

De moerige gronden hebben een moerige laag van 5 à 40 cm die ondieper dan 40 cm-mv. begint. De moerige gronden worden onderverdeeld op basis van de aard van de bovengrond (klei, zand of moerig) en op basis van de aard van de minerale laag onder de moerige laag (klei of zand). Het areaal moerige gronden in Noord-Holland bedraagt ca. 4.785 ha. Bij ca. 4.000 ha komt een kleiondergrond voor. Vooral eenheid Wo komt veel voor. Bij dit bodemtype begint de moerige laag aan maaiveld. De kleiondergrond is niet volledig gerijpt en daardoor zeer slap van consistentie. Bij ongeveer 800 ha bestaat de ondergrond uit zand. Bij deze moerige gronden begint de moerige laag aan maaiveld (vWz) of onder een toplaag van klei op 20 à 40 cm diepte (kWz). De moerige gronden met een zandondergrond liggen vooral langs de strandwallen ten noorden en zuiden van Castricum (figuur 2).



Figuur 2

Indeling van de eenheden van de bodemkaart naar veendikte en aard van de ondergrond.

Veengronden

Bij de veengronden is de veenlaag binnen 80 cm-mv. tenminste 40 cm dik. Veengronden worden op de bodemkaart onderverdeeld naar de aard van de bovengrond (klei, zand of moerig), de veensoort (bijvoorbeeld

bosveen of veenmosveen) en de begindiepte van de minerale ondergrond (< 120 cm-mv. of > 120 cm-mv.). Het areaal veengronden in Noord-Holland bedraagt volgens de bodemkaart ca. 37.670 ha. Hiervan begint bij ca. 31.500 ha de minerale ondergrond dieper dan 120 cm-mv. (o.a. hVb, kVb en Vr), bij ca 5200 ha komt er binnen 120 cm-mv. een kleiondergrond voor (kVk, pVk) en bij 1000 ha een zandondergrond (kVz, Vz).

Associaties

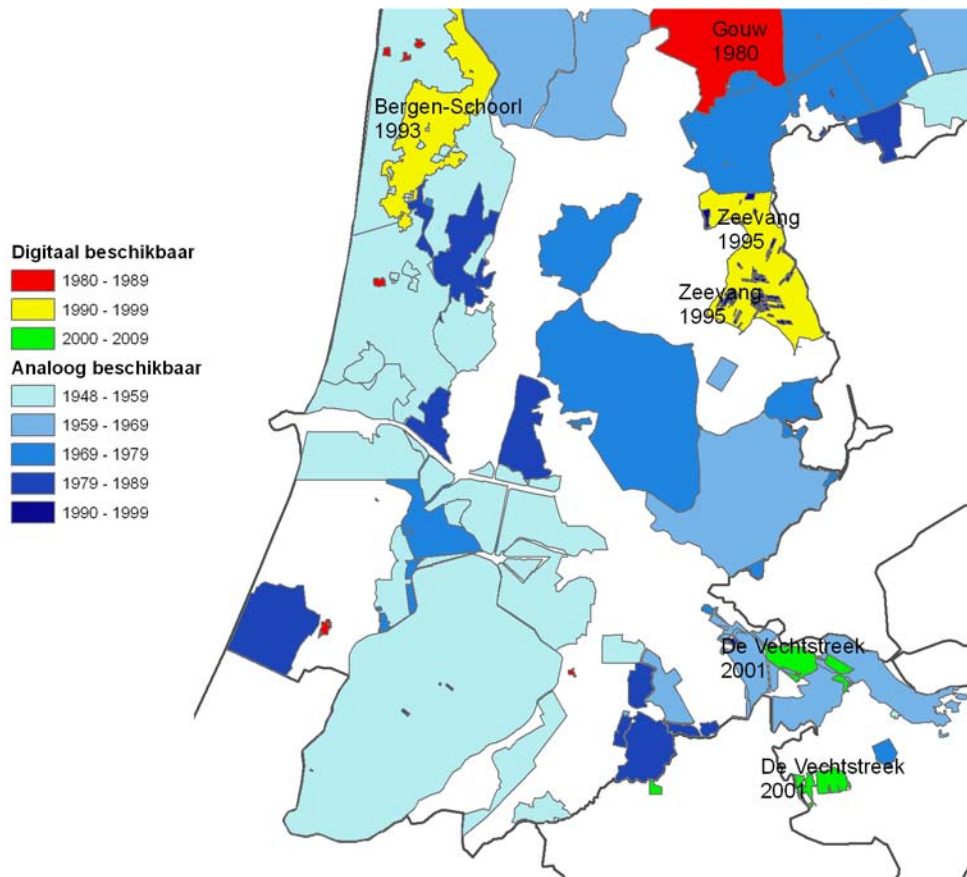
In sommige gebieden is de bodemgesteldheid sterk wisselend. Door variatie in veendikte komt er bijvoorbeeld een mix van veengronden en moerige gronden voor, of een mix van moerige gronden en minerale gronden. Vaak zijn in dit soort gebieden ook cultuurtechnische werken uitgevoerd, zoals egalisatie en diepploegen. Dit soort gebieden, met een areaal van ca. 3100 ha, is op de bodemkaart aangegeven met een associatie van twee of meer bodemeenheden. De associatie Wo/pMo komt het meeste voor. Dit is een combinatie van moerige gronden met een moerige toplaag op klei en kleigronden waarbij de toplaag niet moerig is.

Kaartzuiverheid

De gronden gelegen binnen een kaartvlak voldoen in het algemeen aan de daarvoor gestelde criteria. Binnen zo'n kaartvlak zullen ook gronden voorkomen, die daaraan niet voldoen. Deze zgn. onzuiverheden worden veroorzaakt door variatie in bodemopbouw op korte afstand, de globale kartering van de grenzen, de noodzaak tot verwaarlozen van te kleine oppervlakten met afwijkende gronden of het niet opmerken daarvan. Een kaart geeft de werkelijkheid gegeneraliseerd weer. Op de bodemkaart, schaal 1 : 50.000, is een kaartvlak minimaal 5 à 10 ha groot. Dat betekent dat kleine geïsoleerde gebiedjes 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 veenlagen, herkenbaarheid van de veensoort, aard van de minerale ondergrond onder de veenlaag. Uit onderzoek is gebleken dat een validatie van de bodemkaart op alle indelingscriteria vaak een kaartzuiverheid oplevert beneden de 50%. Er is in veel gevallen wel een afwijkend aspect. 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, hierbij wordt getoetst of het bodemprofiel bij de juiste hoofdgroep van de legenda is ingedeeld, bedraagt de gemiddelde kaartzuiverheid 60 à 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.

2.1.2 Gedetailleerde bodemkaarten

Figuur 3 toont een overzicht met de beschikbare gedetailleerde bodemkaarten. Veel kaarten zijn alleen in analoge vorm beschikbaar en de meeste hiervan zijn van voor 1990. Deze informatie is, indien het destijds al beschikbaar was, gebruikt bij het vervaardigen van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, en is daarom nu niet geschikt om de kwaliteit van de bodemkaart te toetsen of eventueel te gebruiken voor een actualisatie. Van twee gebieden met veenbodems zijn digitale bestanden beschikbaar. Van het gebied Zeevang met een oppervlakte van ca. 3960 ha dateren de gegevens van 1995. De bodemkaart van De Vechtstreek beslaat een oppervlakte van ca. 920 ha. Deze kaart dateert van 2001. Beide kaarten representeren de gegevens op schaal 1 : 10.000.



Figuur 3
Gebieden met gedetailleerde bodemkaarten, met een indeling naar jaar van opname.

2.1.3 Boorbeschrijvingen

In totaal zijn er binnen de veengebieden ca. 5.100 boorbeschrijvingen in het Bodemkundig Informatie Systeem (BIS) van Alterra beschikbaar. Een deel van deze beschrijvingen is van voor 1990 en daardoor te oud om te gebruiken voor de toetsing van de bodemkaart. In de twee gebieden met digitale detailkaarten, Zeevang en De Vechtstreek, komt een concentratie aan boringen voor van respectievelijk 3810 en 428 stuks. De boringen in Zeevang dateren van 1995 en die van De Vechtstreek van het jaar 2001. Buiten deze gebieden beschikken we over 166 boorbeschrijvingen van na 1990. De boorbeschrijvingen van na 1990 kunnen gebruikt worden voor de validatie van de bodemkaart, schaal 1 : 50.000, omdat deze zijn ingewonnen na het vervaardigen van de bodemkaart.

2.2 Methode van onderzoek

Het onderzoek in dit project naar de juistheid van de informatie over de bodemopbouw van de veengebieden in Noord-Holland is in een aantal stappen uitgevoerd. Op basis van de uitkomst van deze onderdelen bepalen we of er gedeelten van de bodemkaart verouderd zijn. In de volgende paragrafen worden de verschillende activiteiten voor dit project beschreven.

2.2.1 Afbakening onderzoeksgebied

Het onderzoek heeft betrekking op gebieden in Noord-Holland met veengronden en moerige gronden. Voor de begrenzing van deze gebieden zijn uit het GIS-bestand van de bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000, alle kaartvlakken met moerige gronden en veengronden geselecteerd. Omdat er sinds de opname van de bodemkaart in het gebied allerlei bouwactiviteiten hebben plaatsgevonden is nagegaan of er veengebieden zijn die nu onder een nieuwbouwwijk of industrieterrein liggen. In dit soort gebieden is de bodemopbouw vaak erg verstoord, doordat er cultuurtechnische ingrepen zijn uitgevoerd (zoals ophoging) om de terreinen bouwrijp te maken. De veengebieden met nieuwe woonwijken of industrieterreinen zijn daarom buiten de steekproef gehouden. Om bebouwde gebieden te identificeren is gebruik gemaakt van een GIS-bestand met bebouwde kommen. Het areaal met bebouwing bedraagt 6115 ha.

2.2.2 Veendiktekaart

De eenheden van de bodemkaart met moerige gronden en veengronden zijn ingedeeld bij de drie veendikteklassen die gevalideerd worden. Door de aanwezigheid van associaties op de bodemkaart komen er ook mengklassen voor. De indeling naar veendikte is als volgt:

- 5 - 40 cm; binnen deze klasse vallen de moerige gronden;
- 40 - 120 cm; binnen deze klasse vallen de 'dunne' veengronden, dit zijn veengronden waarbij de veenlaag binnen 120 cm-mv. over gaat in een minerale ondergrond (zand of klei);
- > 120 cm; de 'dikke' veengronden waarbij de veenlaag doorloopt tot tenminste 120 cm-mv;
- 0 - 40 cm; dit zijn gebieden waar associaties voorkomen van moerige gronden en minerale gronden;
- 5 - 120 cm; de gebieden met een associatie van moerige gronden en veengronden.

2.2.3 Validatie bodemkaart met beschikbare gegevens in BIS

Met de beschikbare boringen van na 1990 is een validatie van de bodemkaart uitgevoerd. Daarbij is een opsplitsing gemaakt in de gebieden met een concentratie aan boringen in de Zeevang en De Vechtstreek en het gebied daarbuiten. Vervolgens is per veendikteklasse de kaartzuiverheid bepaald.

2.2.4 Validatie bodemkaart met kanssteekproef

Van de twee gebieden Zeevang en De Vechtstreek zijn voldoende boorbeschrijvingen beschikbaar om de bodemkaart te valideren. Van het overige veengebied zijn te weinig actuele gegevens aanwezig voor validatie met behulp van bestaande gegevens. Voor dit resterende gebied is doormiddel van een steekproef een validatieset verzameld. Het onderzoeksgebied is daarvoor opgedeeld in verschillende min of meer homogene regionale deelgebieden waarbinnen locaties worden geloot voor het maken van een boorbeschrijving. Aan de hand van deze gegevens wordt de kaartzuiverheid vastgesteld.

Het uitvoeren van de kanssteekproef omvat de volgende activiteiten:

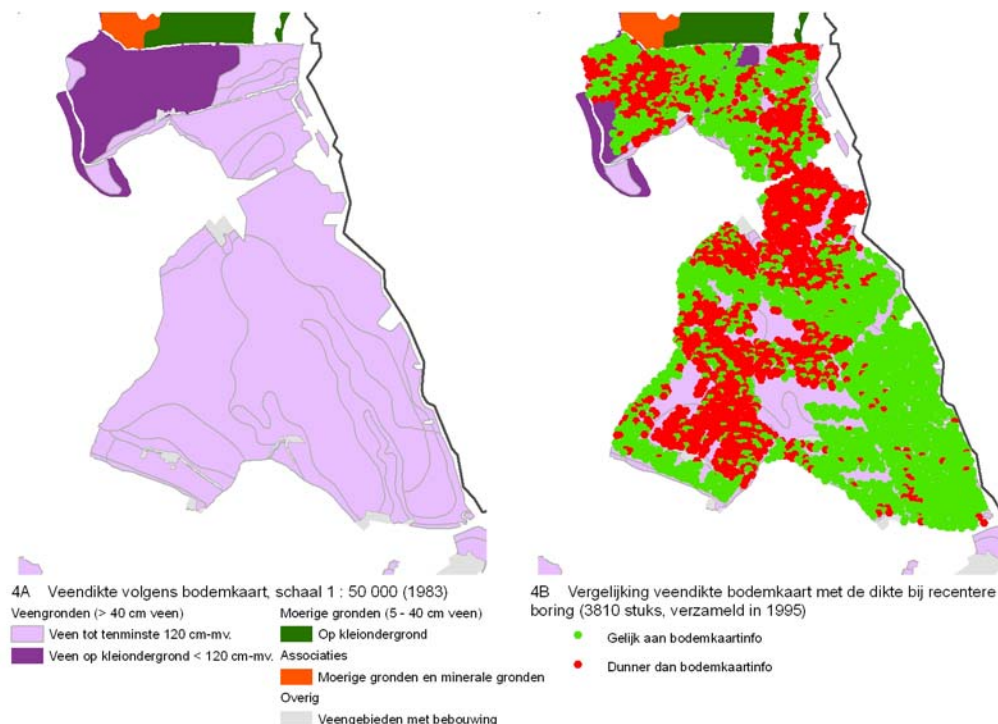
- Stratificeren van de veengebieden. Het onderzoeksgebied is op basis van veendikte, ligging (bijvoorbeeld binnen droogmakerij of er buiten), landgebruik (landbouw versus natuur) en regio opgesplitst in acht deelgebieden (strata). Een aantal geïsoleerd liggende kleine vlakjes met veengronden en moerige gronden buiten het centrale veengebied zijn uitgezonderd (o.a. bij Bergen en noordelijker) omdat voor deze versnipperde gebiedjes een uitgebreidere steekproef nodig zou zijn. Deze verspreid liggende vlakjes vallen dus buiten de steekproef.

- Loten locaties binnen de strata. De loting is in GIS uitgevoerd. De punt dichtheid bedraagt 1 per 100 à 200 ha. Binnen een stratum bedraagt het aantal steekproefpunten, afhankelijk van de oppervlakte van het stratum, minimaal 20 en maximaal 30 punten. Per stratum zijn steeds tien reservepunten geloot. Reservepunten zijn nodig, omdat locaties soms niet bezocht kunnen worden, bijvoorbeeld omdat de grondgebruiker geen toestemming geeft of omdat op de gelote plek verharding of open water voorkomt.
- Veldbezoek gelote locaties voor het maken van boorbeschrijvingen. De gelote locaties zijn op topografische kaarten, schaal 1 : 20.000, weergegeven en de x- en y-coördinaten zijn ingelesen in een GPS-instrument. Met deze hulpmiddelen zijn de punten in het veld gelokaliseerd. Na het benaderen van de grondgebruiker is ter plekke 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 voor boorbeschrijvingen hanteert (Ten Cate et al., 1995).
- Verwerken gegevens per stratum. Van elke locatie is op basis van de veendiktekaart de verwachtingswaarde voor de veendikte bekend. De werkelijke dikte volgens de boorbeschrijving wordt vergeleken met de verwachtingswaarde voor de veendikte. De punten waarbij de actuele veendikte overeenkomt met de veendikte volgens de veendiktekaart krijgen score 1. De punten waarbij de actuele veendikte dunner is dan de veendikte volgens de veendiktekaart krijgen score 0. De punten met een actuele veendikte groter dan de veendikte volgens de bodemkaart krijgen ook score 1. Per stratum wordt de kaartzuiverheid berekend uit de som van alle scores / het totaal aantal bezochte locaties binnen het stratum (De Gruiter et al., 2006). Wanneer de kaartzuiverheid meer dan 65% bedraagt, is de informatie over de veengronden en moerige gronden op de bodemkaart nog voldoende. Een zuiverheid van 65 wil zeggen dat 65% van de oppervlakte op de bodemkaart goed geclassificeerd is. Wanneer het percentage lager is dan 65% is het wenselijk om een actualisatie te voeren.
- Rapportage en advies voor het verbeteren van de informatie.

3 Resultaten

3.1 Kaartzuiverheid op basis van boorbeschrijvingen in BIS

In de twee gebieden met een concentratie aan boringen, Zeevang en De Vechtstreek, is de bodemkaart gevalideerd met de boringen in BIS. Figuur 4 toont in welke mate de veendikte volgens de bodemkaart, schaal 1 : 50.000, van het gebied Zeevang overeenkomt met de veendikte op de boorlocaties.



Figuur 4

Veendikte in gebied Zeevang volgens de bodemkaart schaal 1 : 50 000 (4A) en de overeenkomst met de veendikte bij recentere boringen (4B).

Bij de rode punten in de figuur is de actuele veendikte geringer dan de veendikteklasse die de kaart weergeeft. Deze afwijking komt zowel binnen de dunne en de dikke veengronden voor. Aan de hand van de score bij de boringen in Zeevang is de kaartzuiverheid berekend voor de weergave van de veendikte op de bodemkaart. Tabel 1 geeft hiervan een overzicht. Op basis van alle boringen bedraagt de kaartzuiverheid 61%. Dat wil zeggen dat voor een oppervlaktepercentage van 61% de bodemkaart de juiste veendikte aangeeft. In Zeevang komen volgens de bodemkaart twee veendikteklassen voor (dunne veengronden met een kleiondergrond < 120 cm-mv. en dikke veengronden met veen tot tenminste 120 cm-mv.). De veengronden met minerale ondergrond binnen 120 cm-mv. scoren met 66 % iets beter dan de dikke veengronden (60%). In De Vechtstreek (ook tabel 1) vinden we op basis van alle boringen een score van 67%. Per veendikteklasse zijn er grote verschillen in zuiverheid. Bij de moerige gronden (5 - 40 cm veen) bedraagt de kaartzuiverheid slechts 28%, terwijl de bij de dikke veengronden de kaartzuiverheid 80% bedraagt. De bodemkaart, schaal 1 : 50.000,

van De Vechtstreek dateert van voor 1970. De kaart is dus al meer dan 40 jaar oud. Door de oxidatie van het veen zijn in die periode veel moerige gronden veranderd in minerale gronden.

Buiten de twee gebieden met detailkaarten beschikken we voor 166 locaties over een boorbeschrijving van na 1990. Ook bij deze set scores moerige gronden laag (42%) en de dikke veengronden hoog (94%, tabel 1).

Tabel 1

Validatie voor deelgebieden van de bodemkaart op basis van de boorbeschrijvingen uit BIS.

Gebied	Oppervlakte (ha)	Aantal boringen	Aantal boringen met veendikte gelijk aan info op de bodemkaart	Kaartzuiverheid voor de factor veendikte (%)
Zeevang (boringen uit 1995)	3960	3810	2307	61
o boringen in dunne veengronden (40 – 120 cm)	485	472	313	66
o boringen in dikke veengronden (> 120 cm)	3474	3338	1994	60
De Vechtstreek (boringen uit 2001)	920	428	285	67
o boringen in moerige gronden (5 – 40 cm)	104	93	26	28
o boringen in dunne veengronden (40 – 120 cm)	163	73	46	63
o boringen in dikke veengronden (> 120 cm)	653	246	197	80
Overig gebied met verspreid liggende boringen		166	96	58
o boringen in moerige gronden (5 – 40 cm)		118	50	42
o boringen in dikke veengronden (> 120 cm)		36	34	94

3.2 Kaartzuiverheid op basis van kanssteekproef

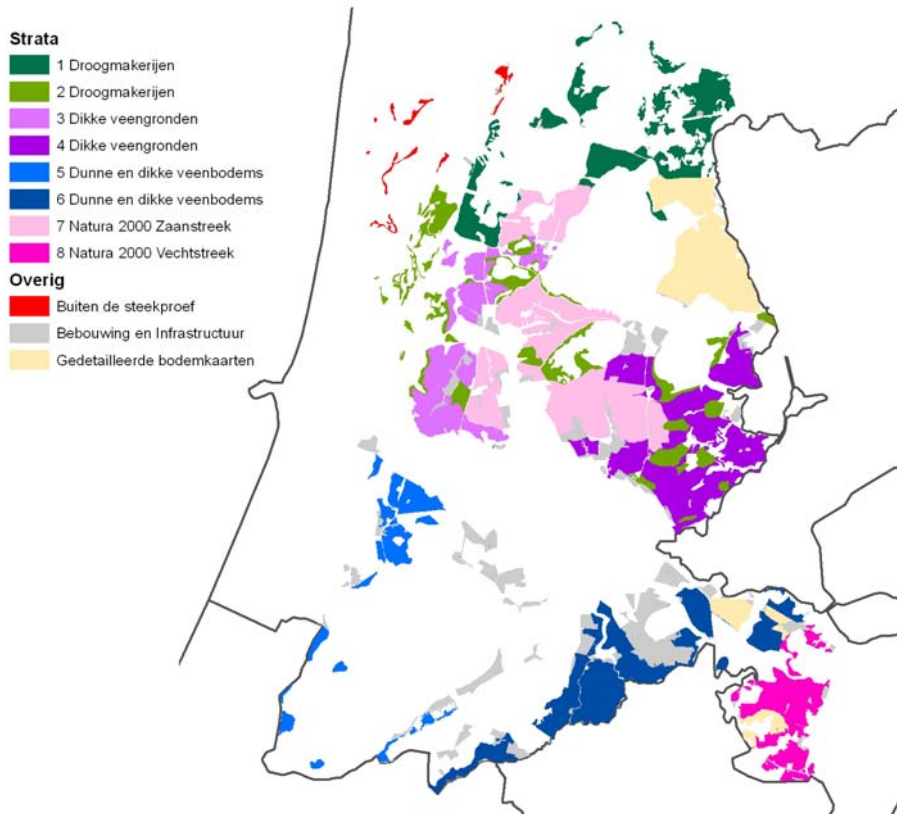
3.2.1 Regionale stratumindeling

Voor de steekproef zijn acht regionale strata onderscheiden, waarbinnen locaties zijn geloot. Figuur 5 toont de ligging van de strata en tabel 2 geeft een overzicht van de oppervlakte en het aantal boringen dat per stratum is uitgevoerd. In het voorjaar van 2010 zijn er totaal zijn 207 boringen verricht. Bij de stratificering zijn de gebieden Zeevang en De Vechtstreek en de gebieden met recente stadsuitbreidingen buiten beschouwing gelaten, evenals allerlei kleine geïsoleerde veengebiedjes buiten het centrale veengebied. Voor deze verspreid liggende vlakjes zou vanwege de versnipperde ligging een groot aantal extra punten nodig zijn om kaartzuiverheid te onderzoeken.

Tabel 2

Oppervlakte overzicht van de regionale strata en het aantal uitgevoerde boringen.

Stratum	Oppervlakte (ha)	Aantal boringen
1. Droogmakerijen met moerige gronden, dunne veengronden en associaties (Wester Kogge – Schermer)	4460	30
2. Droogmakerijen met moerige gronden en dunne veengronden (Uitgeest - Purmerend)	3675	25
3. Dikke veengronden (Zaanstreek)	3440	20
4. Dikke veengronden (Broek in Waterland)	5790	25
5. Dunne en dikke veengronden (Haarlemmermeer)	2040	22
6. Dunne en dikke veengronden (Uitgeest – Weesp)	5110	32
7. Natura 2000-gebied (Zaanstreek)	7430	32
8. Natura 2000-gebied (Vechtstreek)	2265	21
Totaal veenbodems ingedeeld in strata	34.210	207
Veengebieden met gedetailleerde bodemkaarten	4880	
Veengebieden met bebouwing en infrastructuur	6115	
Overige geïsoleerde veengebiedjes buiten het onderzoek	360	



Figuur 5
Regionale stratumindeling.

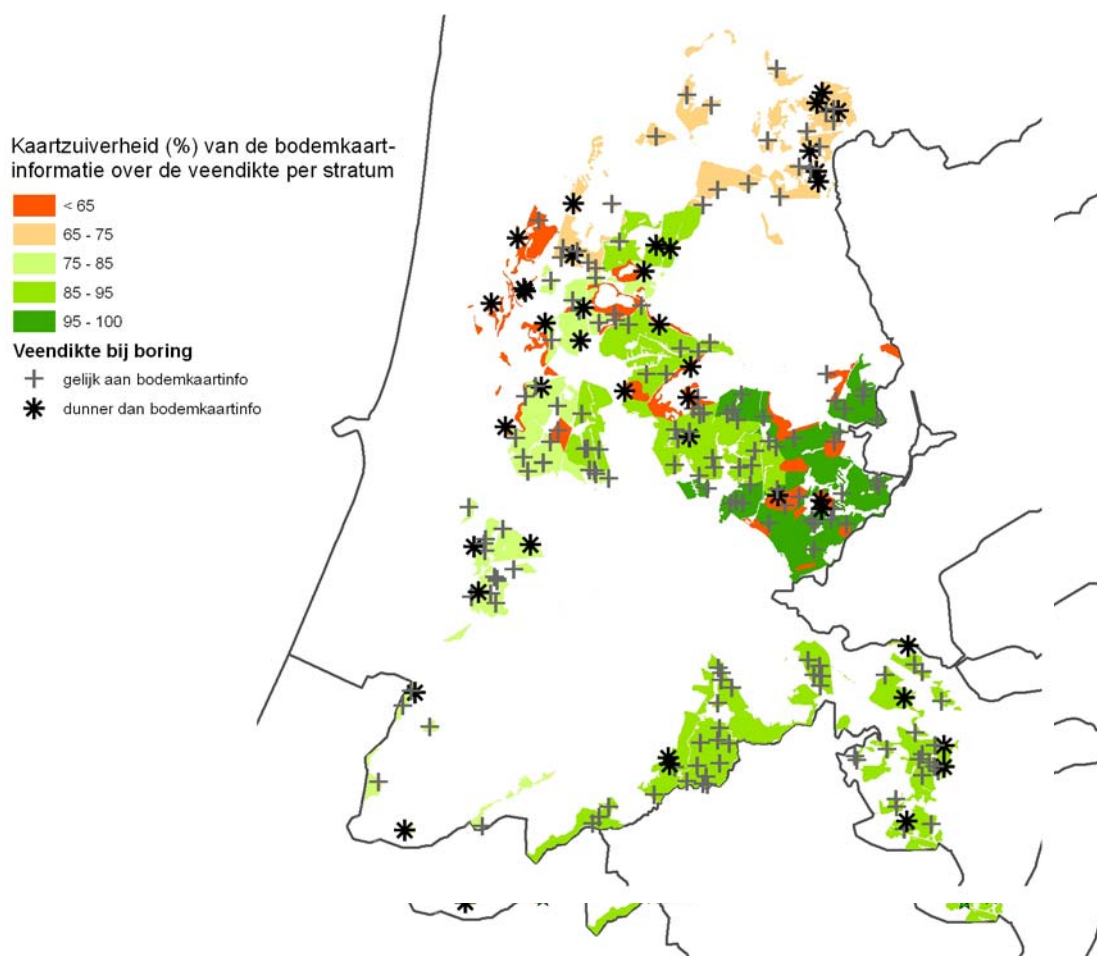
3.2.2 Kaartzuiverheid per regionaal stratum

De resultaten van de validatie per stratum staan in tabel 3. De kaartzuiverheid varieert per stratum van 52 tot 100%. De gemiddelde kaartzuiverheid over alle strata bedraagt 83%. Daarmee is de kaart gemiddeld

Tabel 3
Validatie van de bodemkaart per stratum.

Stratum	Oppervlakte (ha)	Aantal boringen	Aantal boringen met veendikte gelijk aan info op de bodemkaart	Kaartzuiverheid voor de factor veendikte (%)
1. Droogmakerijen met moerige gronden, dunne veengronden en associaties (Wester Kogge - Schermer)	4460	30	22	73
2. Droogmakerijen met moerige gronden en dunne veengronden (Uitgeest - Purmerend)	3675	25	13	52
3. Dikke veengronden (Zaanstreek)	3440	20	15	75
4. Dikke veengronden (Broek in Waterland)	5790	25	25	100
5. Dunne en dikke veengronden (Haarlemmermeer)	2040	22	17	77
6. Dunne en dikke veengronden (Uitgeest - Weesp)	5110	32	28	88
7. Natura 2000-gebied (Zaanstreek)	7430	32	29	91
8. Natura 2000-gebied (Vechtstreek)	2265	21	18	86
Totaal veenbodems ingedeeld in strata	34.210	207		
<i>Gemiddelde kaartzuiverheid</i>				<i>83</i>

voor het totale gebied van goede kwaliteit. Per stratum zijn er grote verschillen in kwaliteit. Bij stratum 4 is de score zelfs 100%, dat wil zeggen dat de veendikte bij alle boorlocaties overeen komt met de aangegeven veendikte op de bodemkaart. Dit stratum heeft betrekking op de dikke veengronden (> 120 cm) in Broek in Waterland. Uit de boorbeschrijvingen in dit gebied blijkt zelfs dat bij slechts twee boringen de minerale ondergrond binnen 180 cm-mv. voorkomt. Op de overige locaties binnen dit stratum is de minerale ondergrond met de 180 cm lange grondboor niet aangeboord. Stratum 2 heeft met 52% de slechtste score. Dit stratum omvat de regio ten noorden van Amsterdam met een grote variatie aan dunne veengronden en moerige gronden. Veel van deze gronden liggen in droogmakerijen. Bij vijf van de 25 boringen ontbreekt het veen. Bij vijf boringen is de veenlaag afgedekt door een 40 à 80 cm dikke kleilaag, zodat ze niet tot de moerige gronden of veengronden worden gerekend. De kaartzuiverheid van dit stratum is lager dan de gestelde eis van 65%. Bij de overige strata is de kaartzuiverheid voldoende. Figuur 6 toont de kaartzuiverheid per stratum en de ligging van de boringen met de overeenkomst tussen de veendikte op de locaties en de veendikte volgens de bodemkaart.



Figuur 6

Kaartzuiverheid per regionaal stratum en de overeenkomst van de veendikte volgens de bodemkaart met de veendikte bij de validatiepunten.

3.2.3 Kaartzuiverheid per veendikteklasse

We kunnen het gebied ook stratificeren op basis van de veendiktekaart. Per veendikteklasse omvat de steekproef voldoende boringen om de bodemkaart volgens deze stratificering te valideren. De uitkomsten van deze indeling staan in tabel 4. Ook volgens deze stratificatie scoren de dikke veengronden hoog (88%). De moerige gronden en de dunne veengronden hebben met ca. 60% een lage kaartzuiverheid. Dit zijn de rode gebieden in figuur 7.

De gebieden met een associatie aan veendikteklassen scoren hoog, omdat de informatie die de bodemkaart van deze gebieden weergeeft zeer globaal is. De bodemkaart-associatie Wo/pMo... omvat zowel moerige gronden als minerale gronden, dit betekent dat er wel of niet een moerige laag kan voorkomen. Uit de steekproef blijkt dat bij deze gebieden de minerale gronden overheersen. Van de zeventien boringen is bij tien boringen een minerale grond aangetroffen, bij vier een moerige grond en bij drie een veengrond.

In figuur 7 zijn eveneens de twee gebieden (Zeevang en De Vechtstreek) aangegeven die gevalideerd zijn met BIS-gegevens.

Tabel 4

Validatie van de veendikte per veendikteklasse op de bodemkaart.

Veendikteklasse volgens de bodemkaart	Oppervlakte (ha)	Aantal boringen	Aantal boringen met veendikte gelijk aan info op de bodemkaart	Kaartzuiverheid voor de factor veendikte (%)
Moerige gronden, 5 - 40 cm	3810	38	23	61
Dunne veengronden, 40 -120 cm	4845	25	15	60
Dikke veengronden, > 120 cm	22.905	127	112	88
<i>Gemiddelde kaartzuiverheid</i>				<i>81</i>
Associatie veendikteklassen	2650	17	17	100

Kaartzuiverheid (%) per
veendikteklasse

Moerige gronden 5 - 40 cm

60 - 65 %

Veengronden 40 - 120 cm

60 - 65 %

< 65 (volgens BLS-gegevens)

> 65 (volgens BLS-gegevens)

Veengronden > 120 cm

< 65 (volgens BLS-gegevens)

> 65 (volgens BLS-gegevens)

85 - 95 %

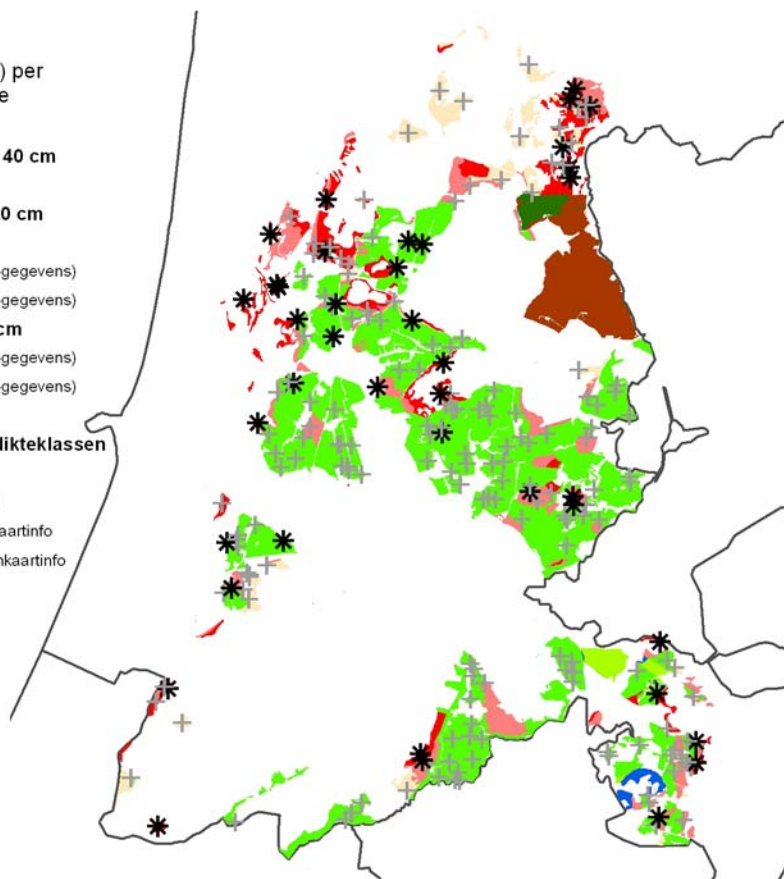
Associaties in veendikteklassen

95 - 100 %

Veendikte bij boring

+ gelijk aan bodemkaartinfo

* dunner dan bodemkaartinfo



Figuur 7

Kaartzuiverheid per veendikteklasse (inclusief de gebieden met detailkaarten) en de overeenkomst van de veendikte volgens de bodemkaart met veendikte bij de validatiepunten.

4 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

In dit onderzoek is bij de veengebieden in Noord-Holland de kwaliteit bepaald van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50.000. Met behulp van een steekproef is getoetst of de gronden met veenlagen in het bodemprofiel bij de juiste hoofdklasse van de legenda zijn ingedeeld. Hiervoor is op 207 locaties de veendikte bepaald. Met deze validatieset is per stratum de kaartzuiverheid berekend. Er is op twee manieren gestratificeerd. Bij de 'regionale stratificering' is rekening gehouden met de regionale ligging, bodemgebruik en in mindere mate met de veendikte. Dit resulteerde in acht strata. Bij de 'stratificering naar veendikte' is strikt ingedeeld naar veendikteklasse, wat resulteerde in vier strata.

De belangrijkste conclusies uit dit onderzoek zijn:

- de gemiddelde kaartzuiverheid over alle strata bedraagt iets meer dan 80%. Dat wil zeggen dat iets meer dan 80% van de oppervlakte moerige gronden en veengronden op de bodemkaart juist is geclassificeerd. Dit gemiddelde voor het totale veengebied in Noord-Holland ligt duidelijk boven de gestelde ondergrens van 65%. In principe voldoet de informatie op de bodemkaart daarmee aan de gestelde kwaliteitseisen.
- De hoge gemiddelde kaartzuiverheid komt vooral door het grote areaal dikke veengronden. Bij deze veengronden bedraagt de kaartzuiverheid gemiddeld 88%.
- Bij de regionale stratificering is er één stratum met een score onder de kwaliteitsgrens van 65%. Dit is een stratum (stratum 2) met moerige gronden en dunne veengronden in de droogmakerijen ten noorden van Amsterdam.
- Bij de stratificering naar veendikte scoren de strata met moerige gronden en met dunne veengronden beide onder de 65%. Deze stratificering resulteert in een nauwkeuriger lokalisering van de gebieden met verouderde informatie dan de regionale stratificering.
- Voor twee gebieden, Zeevang en De Vechtstreek, zijn aanvullende gegevens beschikbaar in de vorm van gedetailleerde bodemkaarten.
- In gebieden met associaties van veendikteklassen geeft de bodemkaart weinig exacte informatie over de veendikte. In de steekproef is bij tien van de zeventien boringen een minerale bodem aangetroffen.
- Sinds het verschijnen van de bodemkaart is ongeveer 6115 ha veengebied in beslag genomen door bebouwing.

Aanbevelingen

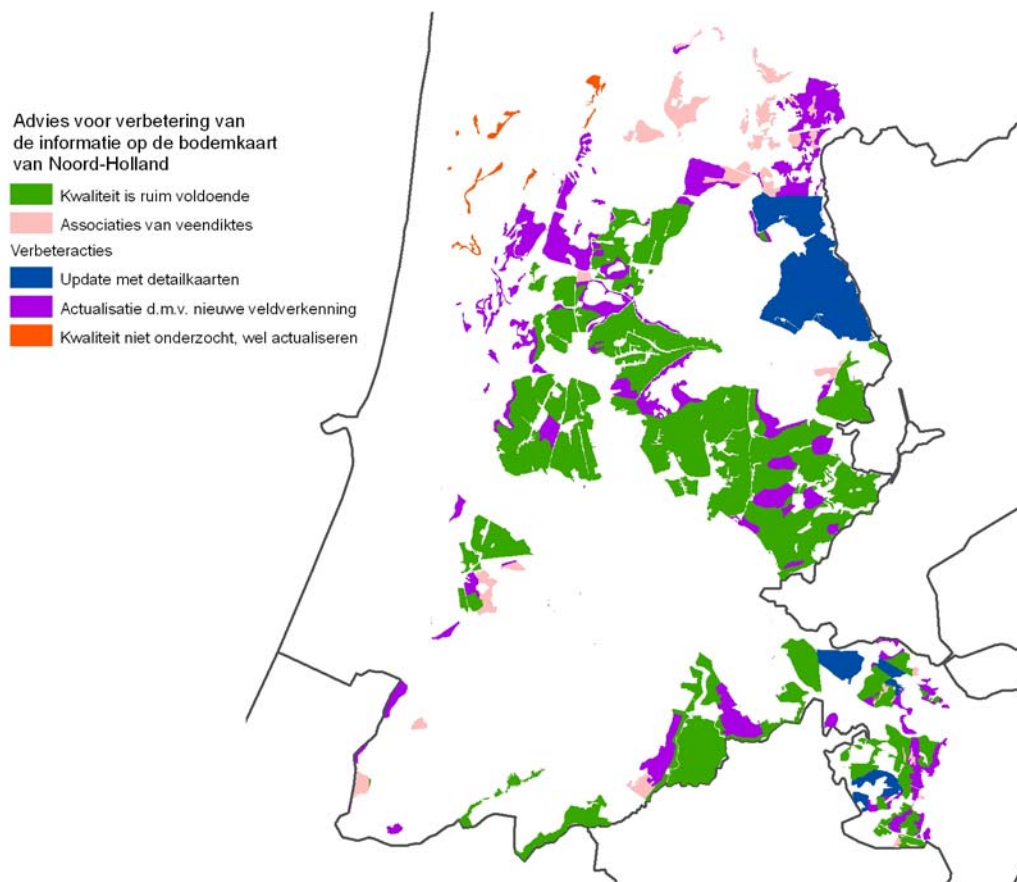
Hoewel de gemiddelde kaartzuiverheid van de bodemkaart van de veengebieden in Noord-Holland boven 80% ligt en daardoor ruim voldoende is, zijn er lokaal een aantal gebieden waarvan de kaartkwaliteit niet meer voldoet. Om voor deze gebieden de kwaliteit te verbeteren doen we de volgende aanbevelingen (zie ook tabel 5 en figuur 8):

- De bodemkaart van de gebieden Zeevang en De Vechtstreek actualiseren met de gegevens uit de detailkarteringen en de boorbeschrijvingen. Het totale areaal dat op deze manier geactualiseerd kan worden bedraagt 4880 ha. Voor de aansluiting met de omliggende gebieden is enig veldwerk nodig.
- De bodemkaart van de gebieden met moerige gronden (3810 ha) en dunne veengronden (4845 ha), hebben een kaartzuiverheid onder de 65%. Deze gebieden dienen geactualiseerd te worden. Hiervoor is een bodemkundige inventarisatie nodig.
- Van een aantal verspreid liggende kaartvlakken met moerige gronden en veengronden buiten het centrale veengebied is de actualiteit niet onderzocht. Omdat het in deze gebieden vooral om moerige gronden en dunne veengronden gaat adviseren we om bij deze gronden eveneens een actualisatie uit te voeren. Hiervoor is een bodemkundige inventarisatie nodig.

Tabel 5

Oppervlakte overzicht met verbeteracties.

Advies voor verbetering van de informatie	Oppervlakte (ha)
Update met gegevens van detailkaarten	4,880
Actualiseren d.m.v. bodemkundige inventarisatie	8,755
Kwaliteit niet onderzocht, wel actualiseren d.m.v. een bodemkundige inventarisatie	360
Kwaliteit van de informatie is ruim voldoende	22,905
Associaties van veendiktes	2,650
Veengebieden met bebouwing	6,115



Figuur 8

Overzicht met verbeteracties.

Literatuur

Akker, J.J.H. van den, 2005. Maaiveldaling 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.

Bakker, H. de, J. Schelling, D.J. Brus en C. van Wallenburg, 1989. *Systeem voor bodemclassificatie voor Nederland: de hogere niveaus*. 2^e gewijzigde uitgave. Staring Centrum, Wageningen.

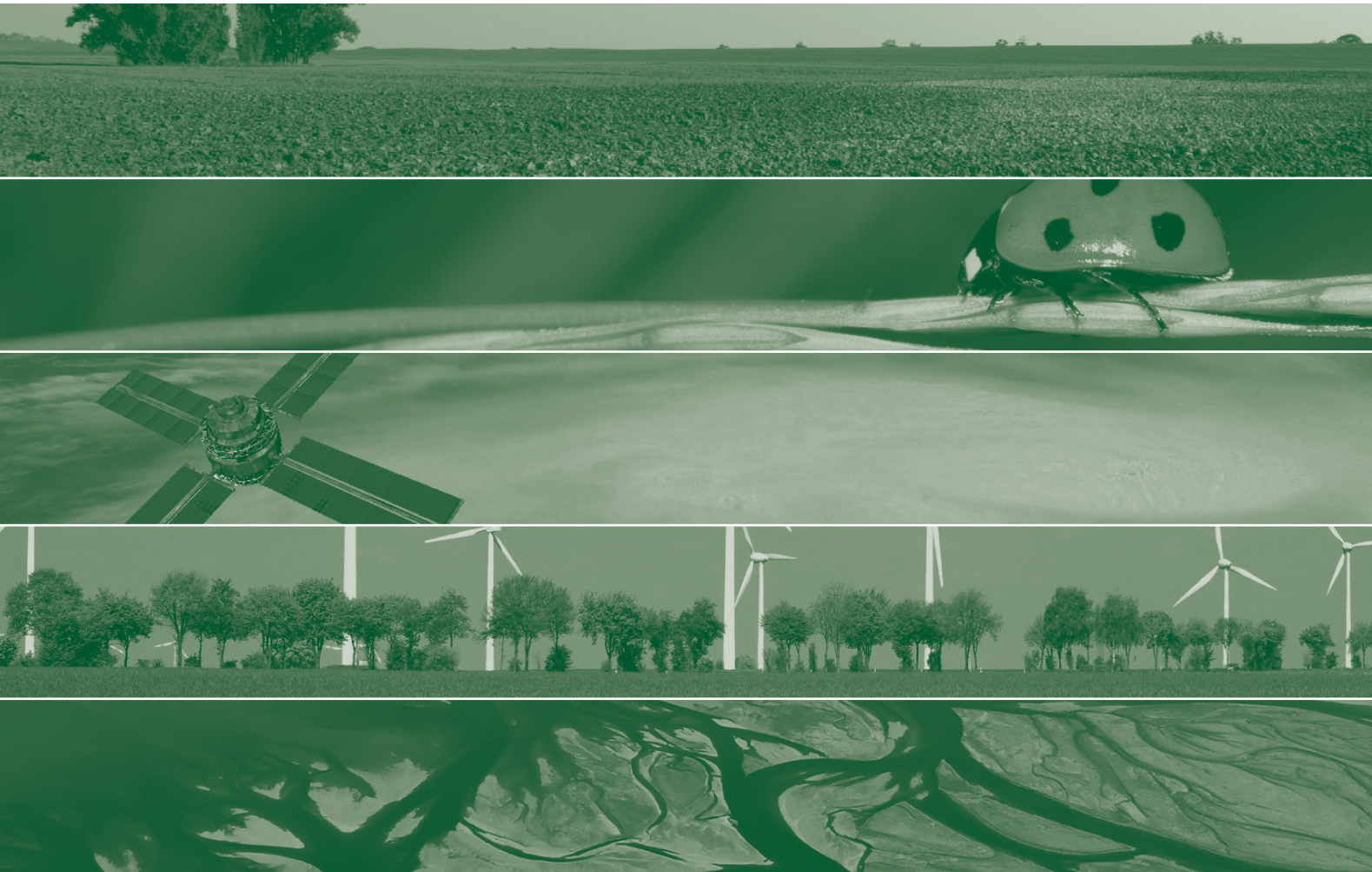
Kuikman, P.J. en J.J.H. van den Akker, 2005. Veenweide, broeikasgassen en klimaatverandering. In: Rienks, W.A. en A.L. Gerritsen, 2005. *Veenweide 25x belicht. Een bloemlezing van het onderzoek van Wageningen*. Wageningen Universiteit en Researchcentrum.

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

Cate, J.A.M. ten, A.F. van Holst, H. Kleijer en J. Stolp, 1995. *Handleiding bodemgeografisch onderzoek. Richtlijnen en voorschriften. Deel A: Bodem*. Staring Centrum. Wageningen. Technisch document 19A.

Steur, G.G.L. en W. Heijink, 1991. *Bodemkaart van Nederland 1 : 50.000. Algemene begrippen en indelingen*. 4^e uitgave. Staring Centrum. Wageningen.

Grijter, J., D. Brus, M. Bierkens en M. Knotters, 2006. *Sampling for Natural Resource Monitoring*. Springer, Heidelberg.



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

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

Meer informatie: www.alterra.wur.nl