

Monitoring Landschap

Gebruik van steekproeven en landsdekkende bestanden

A.J.M. Koomen
W. Nieuwenhuizen
J. Roos-Klein Lankhorst
D.J. Brus
P.F.G. Vereijcken

werkdocumenten

WOT
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Monitoring Landschap

Gebruik van steekproeven en
landsdekkende bestanden

A.J.M. Koomen

W. Nieuwenhuizen

J. Roos-Klein Lankhorst

D.J. Brus

P.F.G. Vereijken

Werkdocument 41

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, oktober 2006

De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu) De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Citeren uit deze reeks is dan ook niet mogelijk. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd. De reeks omvat zowel inhoudelijke documenten als beheersdocumenten.

Werkdocument 41 is geaccepteerd door Joep Dirx, opdrachtgever namens de WOT Natuur & Milieu.

©2006 **Alterra**

Postbus 47, 6700 AA Wageningen.

Tel: (0317) 47 47 00; fax: (0317) 41 90 00; e-mail: info.alterra@wur.nl

Plant Research International

Bornsesteeg 47, 6708 PD Wageningen

Tel. (317) 47 69 37; fax: (317) 48 35 54; e-mail: pieter.verrijken@wur.nl

De reeks WOt-werkdocumenten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit rapport is verkrijgbaar bij het secretariaat. Het rapport is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen

Tel: (0317) 47 78 44; Fax: (0317) 42 49 88; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Inhoud

Samenvatting	5
1 Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Doelstelling	9
1.3 Leeswijzer	10
2 Definities en begrippen bij monitoring	11
2.1 Bepalen toestand en verandering in een steekproef	11
2.2 Verschillende beperkingen en onnauwkeurigheden	12
3 Vergelijking steekproef met landsdekkende bestanden	15
3.1 Landsdekkende bestanden	15
3.2 Gegevens uit de Steekproef Landschap	17
3.3 Schema voor monitoring	19
3.4 Vergelijking steekproef-landsdekkende bestanden	21
3.5 Uitwerking per meetvariabele	25
3.5.1 Landbouw	26
3.5.2 Bebouwing	36
3.5.3 Infrastructuur	43
3.5.4 Recreatie	45
3.5.5 Natuur	46
3.5.6 Water	51
3.5.7 Lijnvormige beplanting	55
3.5.8 Cultuurhistorie	60
3.5.9 Aardkunde	62
3.5.10 Overige variabelen	64
3.6 Conclusies	65
4 Dynamiek van grondgebruik in het landschap	67
4.1 Inleiding	67
4.2 Dynamiek grondgebruik op basis van LGN en BBG	67
4.3 Vergelijking met andere resultaten	75
5 Conclusies en aanbevelingen	79
Literatuur	81

Samenvatting

Op het gebied van monitoring is er de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan getuige de recente inventarisatie van Dijkstra (2005) waaruit blijkt dat er bijna 50 verschillende systemen en bestanden bestaan die gerelateerd zijn aan monitoring. Daaronder vallen behalve effectmonitors (wat gebeurt er in het landschap?) ook diverse beleidsmonitors (hoe staat het met de voortgang van het beleid?).

Met Het verschijnen van de Agenda Vitaal Platteland (2004) en de Nota Ruimte (2005) is monitoring opnieuw in de belangstelling komen te staan omdat het rijk de voortgang van doelstellingen van het beleid door middel van monitoring wil volgen en toetsen. Hiertoe is in het beleidsondersteunende onderzoek van LNV een project uitgevoerd naar 'Indicatoren voor Landschapskwaliteit' (Koomen et al, 2005) waarin is gekeken naar bestaande graadmeters en indicatoren en de koppeling met de kernkwaliteiten zoals beschreven in de Nota Ruimte.

Het MNP wil voor landschap een monitorsysteem gaan opbouwen. Hiertoe is het essentieel inzicht te hebben in de nauwkeurigheid van verschillende mogelijke beschikbare gegevensbestanden zodat er een beargumenteerd keuze kan worden gemaakt. Welke indicator kan op welke wijze het beste worden gemeten? Hoe betrouwbaar zijn landsdekkende bestanden? Met de gegevens uit de Steekproef Landschap als basis wordt in dit rapport getracht een antwoord te geven op bovenstaande vragen.

In dit rapport spelen monitoring en statistiek een belangrijke rol om de centrale vraag te beantwoorden die luidt:

"In hoeverre kunnen beschikbare landsdekkende bestanden worden gebruikt in plaats van een steekproef (met luchtfoto's en veldwaarnemingen)"

Om voor een meetvariabele de gegevens uit de steekproef te kunnen vergelijken met die uit een landsdekkend bestand is een statistische methode opgezet. Uitgangspunt is dat de veranderingen uit de steekproef over de periode 1996-2003 foutloos zijn bepaald. Veranderingen uit landsdekkende bestanden zijn geselecteerd uit de TOP-10, LGN en BBG.

Landsdekkende bestanden zoals de topografische kaart kunnen gebruikt worden bij de bepaling van de allerlei landschapskenmerken zoals de oppervlakte van bebouwing, totale lengte van lijnvormige beplanting, areaal (on)aangetast reliëf enz. De mate van nauwkeurigheid van deze bepalingen is verschillend voor de landschapskenmerken. Voor een aantal kenmerken zal deze bepaling nagenoeg foutloos zijn, voor andere kenmerken moet rekening gehouden worden met een aanzienlijke bepalingfout. Landschapskenmerken waarvoor bepalingen nagenoeg foutloos zijn, kunnen dus geïnventariseerd en gemonitord worden met een methode waarin alleen gebruik gemaakt wordt van bepalingen met de landsdekkende bestanden.

Voor het monitoren van landschapskenmerken die met landsdekkende bestanden niet foutloos bepaald kunnen worden, zou overwogen kunnen worden het landschapskenmerk in een beperkt aantal km-hokken door middel van luchtfoto's en eventueel aanvullend veldwerk te bepalen. Verondersteld wordt dat deze luchtfoto-veldwerk bepalingen nagenoeg foutloos zijn.

De vergelijking van gegevens uit de steekproef met landsdekkende bestanden levert de volgende conclusies op:

- De topografische kaart is een betrouwbare bron om de toestand van vlakvormig grondgebruik te beschrijven met uitzondering van bedrijfsterreinen en recreatief grondgebruik zoals sportvelden, verblijfsrecreatie. Hiervoor biedt het BGG van CBS een alternatief. Hoe goed of betrouwbaar dit alternatief is, is op basis van deze studie niet aan te geven.
- Op basis van de Steekproefgegevens is slechts voor enkele variabelen aan te tonen dat de Top-10 al dan niet betrouwbaar is voor het beschrijven van veranderingen in grondgebruik. Omdat de topografische kaart de toestand goed blijkt te beschrijven valt te verwachten dat een betere validatieset (meer punten, minder time-lag) aan zal tonen dat de topografische kaart een betrouwbare dataset is voor monitoring van veranderingen in grondgebruik.
- Er bestaat onvoldoende, gekwantificeerd inzicht in de betrouwbaarheid van de topografische kaart als het om het voorkomen en veranderingen in lijnvormige beplantingen gaat. Een kosten-batenafweging tegen alternatieven, zoals een vlakdekkende of steekproefsgewijze veldopname is daarom op dit moment niet te maken. Aangeven of en op welke manier dit inzicht wel is te verkrijgen (in de vorm van een aanbeveling). Een dergelijk omvang is ook voldoende om betrouwbare uitspraken te doen over veranderingen in lijnvormige beplantingen.
- Voor de gedetailleerde monitoring van veranderingen in cultuurhistorie en aardkunde is veldcontrole onontbeerlijk. Voor een betrouwbaar inzicht in veranderingen is op basis van de in dit rapport uitgevoerde statistische analyse, een steekproef van 150 gebiedjes van 1*1 km noodzakelijk waarbij de verdeling over de landschapstypen gewogen moet worden naar de mate van verandering waarvoor veranderingen in het grondgebruik een goede indicatie zijn. Hoe lager de dynamiek, hoe meer punten nodig zullen zijn.
- De uitvoering van een dergelijke steekproef voor aardkunde kost eenmalig 45 000 euro (uitgaande van 70 reeds geïnventariseerde punten). Voor herhalingsmetingen gaat het om 210 000 euro per keer.
- De uitvoering van een dergelijke steekproef voor cultuurhistorie kost eenmalig 45 000 euro (uitgaande van 70 reeds geïnventariseerde punten). Voor herhalingsmetingen gaat het om 210 000 euro per keer.
- Het verdient aanbeveling om in overleg met Kadaster Topografische Dienst te streven naar verbetering van de topkaarten voor monitoring van landschapsveranderingen. Het gaat daarbij om de volgende aandachtspunten:
 - Recreatief grondgebruik en bedrijfsterreinen als vlakelementen opnemen in de legenda
 - Verbetering van de betrouwbaarheid en frequentie van actualiseren voor lijnvormige beplantingen

Naast de bovenstaande vergelijking is ook gekeken naar de omgekeerde vergelijking: hoe goed kan een steekproef de totale dynamiek in het landschap op verschillende n schaalniveaus beschrijven ten opzichte van selecties uit landsdekkende bestanden. Er zijn er niet of nauwelijks gegevens bekend over dynamiek in grondgebruik op basis van verschillende landsdekkende bronnen. Daarom staan in deze analyse de volgende twee doelen centraal:

- Bepaling van de dynamiek in grondgebruik op basis van landsdekkende bestanden
- Vergelijking van dynamiek grondgebruik met gegevens uit de Steekproef Landschap

Meer informatie over de ordegrrootte van de dynamiek op basis van verschillende landsdekkende bestanden is waardevol als indicator en ter vergelijking met gegevens uit de Steekproef Landschap. De mate waarin de landsdekkende bestanden ten opzichte van de

steekproef afwijken, kan worden bepaald door eerst de dynamiek in grondgebruik te bepalen op basis van verschillende landsdekkende bestanden, en deze gegevens vervolgens te vergelijken met die uit de Steekproef Landschap. Allereerst is het van belang de verschillende bestanden te beschrijven vanuit het perspectief van bruikbaarheid en betrouwbaarheid (paragraaf 4.2). Vervolgens kan, mede op basis van de bevindingen uit paragraaf 4.2 de totale dynamiek in het landschap worden bepaald (paragraaf 4.3). De gegevens over de totale dynamiek kan dan vergeleken worden met gegevens uit de steekproef (paragraaf 4.4).

Wat eerder al opviel bij de gegevens uit de steekproef landschap komt nu ook naar voren bij de vergelijking met landsdekkende bestanden: de dynamiek is niet normaal verdeeld over Nederland. Analyses op verschillende niveaus (hoog/laag Nederland, provincies, landschapstypen) laten zien dat de dynamiek in het ene gebied veel groter is dan in het andere. Deze kennis kan bij een volgende steekproef gericht op het beschrijven van landschapsveranderingen een rol spelen. Voor het aantonen van geringe veranderingen met een hoge mate van betrouwbaarheid zijn meer steekproefgebieden nodig dan voor het aantonen van omvangrijke veranderingen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Op het gebied van monitoring is er de afgelopen jaren veel onderzoek gedaan getuige de recente inventarisatie van Dijkstra (2005) waaruit blijkt dat er bijna 50 verschillende systemen en bestanden bestaan die gerelateerd zijn aan monitoring. Daaronder vallen behalve effectmonitors (wat gebeurt er in het landschap?) ook diverse beleidsmonitors (hoe staat het met de voortgang van het beleid?).

Met Het verschijnen van de Agenda Vitaal Platteland (2004) en de Nota Ruimte (2005) is monitoring opnieuw in de belangstelling komen te staan omdat het rijk de voortgang van doelstellingen van het beleid door middel van monitoring wil volgen en toetsen. Hiertoe is in het beleidsondersteunende onderzoek van LNV een project uitgevoerd naar 'Indicatoren voor Landschapskwaliteit' (Koomen et al, 2005) waarin is gekeken naar bestaande graadmeters en indicatoren en de koppeling met de kernkwaliteiten zoals beschreven in de Nota Ruimte.

Ook het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) heeft in het kader van de Monitor Doelbereik Nota Ruimte behoefte aan gegevens over landschapsveranderingen. Hiervoor is er al een Monitor Schaalkenmerken (Dijkstra et al 2000; Roos-Klein-Lankhorst et al, 2004) en het BelevingsGIS (Roos-Klein-Lankhorst et al, 2004; 2005) beschikbaar. De Steekproef Landschap is in 2000-2004 opgezet om indicatoren voor ruimtegebruik, cultuurhistorie en aardkunde te beschrijven. In het rapport over de Steekproef Landschap (Koomen et al, 2004), waarop dit rapport een vervolg is, wordt ingegaan op de ontwikkelingen in de tijd van enkele fysieke graadmeters in het landschap (ruimtegebruik, cultuurhistorie en aardkunde).

Het MNP wil voor landschap een monitorsysteem gaan opbouwen. Hiertoe is het essentieel inzicht te hebben in de nauwkeurigheid van verschillende mogelijke beschikbare gegevensbestanden zodat er een beargumenteerd keuze kan worden gemaakt. Welke indicator kan op welke wijze het beste worden gemeten? Hoe betrouwbaar zijn landsdekkende bestanden? Met de gegevens uit de Steekproef Landschap als basis wordt in dit rapport getracht een antwoord te geven op bovenstaande vragen.

1.2 Doelstelling

In dit rapport spelen monitoring en statistiek een belangrijke rol om de centrale vraag te beantwoorden die luidt:

“In hoeverre kunnen beschikbare landsdekkende bestanden worden gebruikt in plaats van een steekproef (met luchtfoto’s en veldwaarnemingen)”

Hiertoe worden gegevens uit de steekproef landschap vergeleken met gegevens die op basis van landsdekkende bestanden zijn verkregen. Deze vergelijking wordt op twee manieren gemaakt:

- Hoe goed kun je met landsdekkende bestanden monitoren? Door middel van een statistische vergelijking van gegevens uit de steekproef landschap met gegevens uit landsdekkende bestanden wordt voor een aantal indicatoren een beeld gegeven in hoeverre dit mogelijk is.

- Construeer een beeld van de actuele dynamiek in het Nederlandse landschap op basis van landsdekkende bestanden en vergelijk deze uitkomsten met die uit de Steekproef Landschap.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd uit 5 hoofdstukken. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op enkele definities zoals de toestand en verandering en de consequenties van verschillen in diverse gegevensbestanden. Ook komen de verschillende soorten fouten bij het vergelijken van verschillende gegevensbronnen aan de orde. Vergelijkingen per indicator tussen de resultaten uit de steekproef en gegevens uit landsdekkende bestanden worden in hoofdstuk 3 besproken, inclusief de methode van vergelijken. Hoofdstuk 4 doet in feite het omgekeerde waarbij de veranderingen uit landsdekkende bestanden vergeleken worden met extrapolaties op basis van de steekproef. In het laatste hoofdstuk 5 worden ten slotte enkele conclusies getrokken.

2 Definities en begrippen bij monitoring

Bij het monitoren en het werken met statistiek komen enkele centrale begrippen veelvuldig voor. Om verwarring over de exacte betekenis van deze begrippen te voorkomen worden deze in dit hoofdstuk van een nadere definitie voorzien. In paragraaf 2.1 wordt ingegaan op het verschil tussen het bepalen van de toestand en de veranderingen op basis van een steekproef. Paragraaf 2.2 gaat in op verschillende in definities zoals die bestaan in verschillende landsdekkende bestanden.

2.1 Bepalen toestand en verandering in een steekproef

De centrale vraag bij het monitoren (ook van landschap) is waar de werkzaamheden op gericht moeten zijn. Er bestaan twee soorten doelen met betrekking tot monitoring:

1. Bepalen van de toestand (status monitoring)
2. Bepalen van de veranderingen in een toestand (effect of trend monitoring)
 - a. Verandering in toestand tussen t_1 en t_2
 - b. Trend (gemiddelde verandering over de te beschouwen tijdsperiode)

Bij status monitoring is het doel het beschrijven van de status van het onderzoeksgebied, en het volgen van deze status in de tijd. Bij trend of effect monitoring is het doel het schatten of toetsen van een trend. Soms is tevens het doel vast te stellen of er een relatie bestaat tussen de verandering en een bepaalde gebeurtenis of genomen maatregel. Ruwweg kan gesteld worden dat voor trendmonitoring een statische steekproef het meest efficiënt is, d.w.z. in alle meetrondes worden dezelfde locaties (km-hokken) bezocht, het meest efficiënt is. Voor zover ons bekend, worden natuurlijke hulpbronnen in Nederland tot nu toe in alle gevallen gemonitord met statische meetnetten, denk bijv. aan de landelijke en provinciale bodem- en grondwatermeetnetten. Statische meetnetten hebben dan ook praktische voordelen. Wanneer de éénmalige kosten die nodig zijn voordat op een locatie gemeten kan worden hoog zijn (lokaliseren van punten, vragen van toestemming, inrichten van meetlocatie denk bijv. aan het plaatsen van een grondwaterstandsbuis) is het aantrekkelijk om zo weinig mogelijk punten te monitoren.

Ook de statistische verwerking van de gegevens is relatief eenvoudig. Statische meetnetten zijn echter over het algemeen suboptimaal voor statusmonitoring. In dit geval kan het efficiënt zijn telkens een deel van de locaties (km-hokken) van een bepaalde meetronde te vervangen door nieuwe locaties. Dit wordt een rotatie-steekproef genoemd. Wanneer het landschapskenmerk gemeten tijdens de laatste meetronde gecorreleerd is met dit kenmerk tijdens de voorlaatste meetronde, dan kan de nauwkeurigheid van het geschatte actuele gebiedsgemiddelde of gebiedstotaal vergroot worden door de metingen uit de voorlaatste meetronde mee te nemen bij de statistische verwerking van de gegevens. Dit kan alleen wanneer er overlap is tussen de twee opeenvolgende steekproeven. De optimale verhouding tussen het aantal locaties in de steekproef dat in de volgende ronde opnieuw wordt gemeten en het totaal aantal locaties in een bepaalde meetronde (overlap-verhouding, *matching proportion*) is afhankelijk van de sterkte van de correlatie. Naarmate de correlatie sterker is, is de optimale overlap-verhouding kleiner, en wordt de nauwkeurigheidswinst ten opzichte van 100% matching groter (Cochran, 1977). De optimale overlap-verhouding is nooit groter dan 0.5. Alleen wanneer de kosten van herbemeten van bestaande locaties kleiner is dan de kosten van het meten van nieuwe locaties, kan de optimale overlap-verhouding groter worden dan 0.5.

In dat geval spreken we van een *period rotational sample*. Pas na een x-aantal meetrondes zijn alle locaties twee keer gemeten, na y jaar drie keer enz. In vergelijking met statische meetnetten duurt het bij rotatiesteekproeven dus relatief lang voordat alle locaties een bepaald aantal keren gemeten zijn. Dit maakt rotatiesteekproeven minder geschikt voor het schatten van een tijdtrend.

Wanneer er geen overlap is tussen de steekproeven van verschillende meetrondes spreken we van een dynamische steekproef. Statische en dynamische meetnetten kunnen beschouwd worden als de extremen van rotatiesteekproeven met een *matching proportion* van 100% respectievelijk 0%.

Het is natuurlijk ook mogelijk de verschillende basistypen te combineren. Zo zouden we bijvoorbeeld een deel van de locaties iedere meetronde kunnen bezoeken (statische deel meetnet) en daarnaast een rotatiesteekproef uitvoeren. Een degelijke combinatie is aantrekkelijk wanneer zowel status- als trendmonitoring van belang is.

Indien monitoring met behulp van landsdekkende bestanden mogelijk is, waarbij het uitgangspunt is dat het betreffende bestand en het voorkomen en de veranderingen nauwkeurig beschrijft, dan kan zowel de toestand als de veranderingen bepaald worden door twee opeenvolgende versies met elkaar te vergelijken.

2.2 Verschillende beperkingen en onnauwkeurigheden

Bij het gebruik van landsdekkende bestanden om te vergelijken met resultaten uit een steekproef zoals in dit project gebeurd komen verschillende soorten beperkingen en fouten voor:

- Verschillen in peildata (time-lag)
- Verschillen in definities van meetvariabelen
- Cartografische verschillen of afwijkingen

In deze paragraaf komen enkele voorbeelden van de verschillende soorten fouten aan bod. Het gaat er in deze paragraaf niet om of een bestand geschikt dan wel ongeschikt is om te gebruiken voor monitoringsdoeleinden, die vraag wordt in hoofdstuk 5 behandeld. In deze paragraaf gaat het vooral om te illustreren wat voor soort fouten voorkomen in de beschikbare landsdekkende bestanden.

Verschillen in peildata

Indien er in een bestand verschillen in peildata (of opnamedata) voorkomen kan dit tot problemen leiden bij het bepalen van de toestand of de verandering. Een voorbeeld van een landsdekkend bestand waarbij dit het geval is, is de Top-10. Dit topografische bestand wordt niet in één keer geactualiseerd maar in verschillende delen. Elke vier jaar is het gehele bestand herzien maar niet in hetzelfde jaar. Dit houdt in dat sommige kaartbladen recent zijn bijgewerkt terwijl andere alweer vier jaar oud zijn. Bij het gebruik van deze data voor het uitvoeren van een vergelijking met gegevens uit de steekproef landschap vormt dit een probleem. De gegevens uit de steekproef zijn beschikbaar voor 1990, 1996 en 2003. Stel dat we willen testen ervan uitgaande dat de data in de steekproef correct is, hoe goed de Top-10 de toestand of de veranderingen beschrijft over het tijdvak 1996-2003. Er is dan in de Top-10 vaak geen bestand voor 1996 en voor 2003 beschikbaar, maar wel voor bijvoorbeeld 1994 of 1998. Door de wijze van actualiseren is 1996 in feite 1996 plus/min enkele jaren. Hetzelfde geldt dan voor 2003.

Dat betekent dat afhankelijk van de afwijking van het peiljaar er een (behoorlijke) onder- of overschatting voor de toestand en of de verandering over een tijdsperiode kan insluipen.

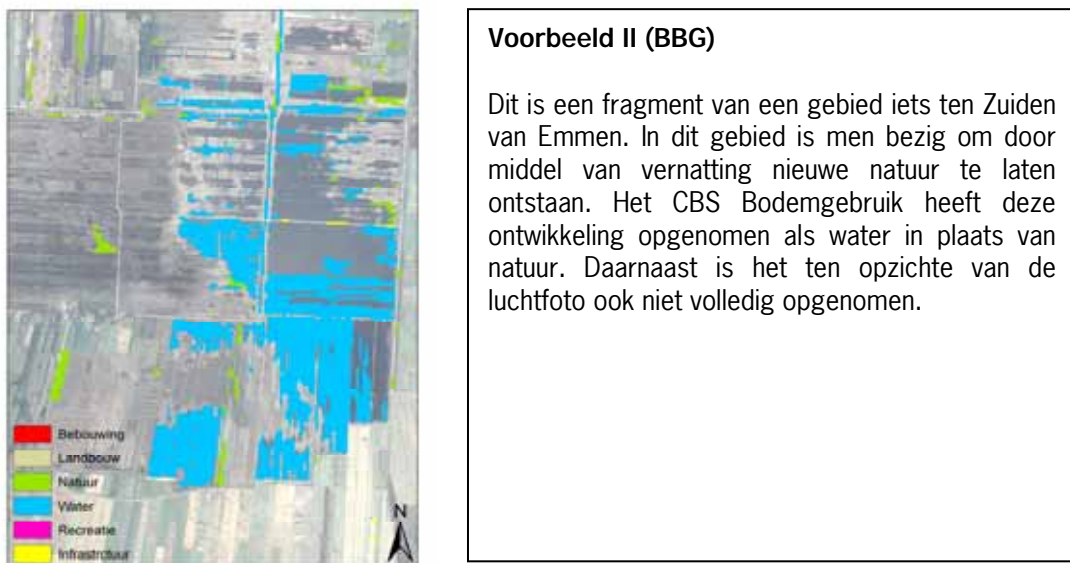
Overigens is de Top-10 niet het enige landsdekkende bestand dat te maken heeft met ‘time-lag’. Ook andere bestanden zoals het bestand bodemgebruik (BBG) van het CBS en het Landgebruiksbestand Nederland (LGN) nemen bepaalde categorieën over uit de Top-10 waarmee er in elk geval voor deze meetvariabelen eveneens een ‘time-lag’ wordt geïntroduceerd. In voorkomende gevallen zal dit worden vermeld.

Verschillen in definities van meetvariabelen

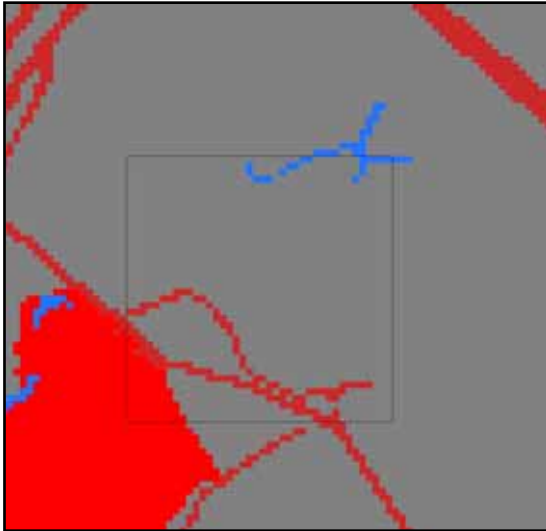
Bij het werken met landsdekkende bestanden voor monitoring blijkt dat verschillen in definities van meetvariabelen of groepen van meetvariabelen effecten kunnen hebben op de resultaten. Het is van belang een goed beeld te hebben van de voorkomende meetvariabelen en hun exacte definities. Aan de hand van enkele voorbeelden uit het BBG en LGN worden voorkomende definitie problemen geïllustreerd.



Figuur 1: Ruis in het BBG-bestand met betrekking tot infrastructuur



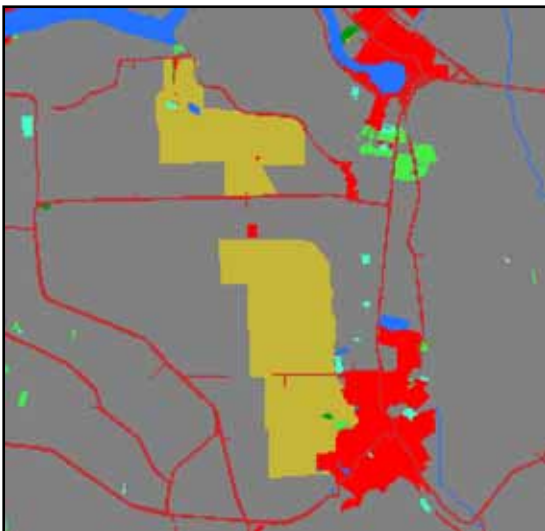
Figuur 2: Ruis in het BBG-bestand met betrekking tot water



Voorbeeld III (LGN)

Dit is een fragment van een gebied iets ten Westen van Beverwijk (Busch en Dam). De omtrek van een van de steekproefgebieden uit de steekproef landschap is aangegeven. In het zuidwesten van dit kaartfragment uit het LGN-4 Monitoringsbestand is bebouwing aangegeven terwijl uit de steekproef blijkt dat dit terrein een golfbaan is.

Figuur 3: Ruis in het LGN-4 monitoringsbestand waarbij een golfbaan als bebouwing is opgenomen



Voorbeeld III (LGN)

Dit is een fragment van een gebied in het Oudland van Strijen. De geelgekleurde vlakken zijn opgenomen als nieuwe natuur in LGN-4. In werkelijkheid is de functie hier van landbouw naar natuur overgegaan terwijl het landgebruik gras onveranderd is gebleven.

Figuur 4: Ruis in het LGN-4 monitoringsbestand waarbij landbouw is omgezet in natuur

Uit de voorbeelden blijkt dat fouten die voortkomen uit verschillen in definitie/classificatie een behoorlijke invloed kunnen hebben op de resultaten van analyses; het kan in sommige gevallen gaan om grote arealen.

Cartografische verschillen of afwijkingen

Een derde type fout is die van de cartografische verschillen of afwijkingen. Deze is geconstateerd in opeenvolgende edities van de Top-10. Er zijn voorbeelden van verspreide bebouwing waarbij de exacte contouren van hetzelfde gebouw in twee opeenvolgende edities iets van elkaar verschillen. Een vergelijkbare fout is geconstateerd bij de meetvariabele water. Belangrijk bij dit type fout is om te benadrukken dat het in tegenstelling tot de twee hiervoor genoemde typen fouten over het algemeen gaat over hele kleine verschillen. Het is echter wel zo dat als er bij een bepaalde meetvariabele slechts zeer geringe verschillen optreden deze afwijking invloed kan gaan hebben op de uiteindelijke resultaten van de monitoring.

3 Vergelijking steekproef met landsdekkende bestanden

De Steekproef landschap heeft een grote hoeveelheid informatie opgeleverd over veranderingen in het Nederlandse landschap (Koomen et al, 2004). Het is echter ook duidelijk dat de aanpak met behulp van een steekproef bewerkelijk en daarmee tamelijk kostbaar is. Landsdekkende bestanden bieden wellicht een alternatief. Het moet dan wel helder zijn hoe betrouwbaar het vaststellen van veranderingen met landsdekkende bestanden is in vergelijking met de steekproef. Om die vraag te beantwoorden worden in dit hoofdstuk resultaten uit de Steekproef Landschap vergeleken met selecties uit landsdekkende bestanden.

Allereerst volgt in paragraaf 3.1 een beschrijving van de beschikbare landsdekkende bestanden. Vervolgens wordt de Steekproef Landschap toegelicht in paragraaf 3.2. De methode die is gebruikt om de vergelijking uit te voeren staat beschreven in paragraaf 3.3 en 3.4. In de voorlaatste paragraaf 3.5 wordt per meetvariabele besproken wat de randvoorwaarden voor het gebruik zijn en wat de vergelijking met landsdekkende bestanden heeft opgeleverd. Ten slotte geeft paragraaf 3.6 enkele conclusies en aanbevelingen over hoe de verschillende meetvariabelen het meest betrouwbaar gevolgd kunnen worden in de tijd.

3.1 Landsdekkende bestanden

Het is van belang om de beschikbare landsdekkende bestanden op te delen in twee categorieën:

1. Bestanden die direct kunnen worden gebruikt om veranderingen in het ruimtegebruik te bepalen (TOP-10, CBS, LGN);
2. Bestanden die door middel van interpretatie van gegevens over veranderingen kunnen opleveren (AHN, Luchtfoto's).

Deze paragraaf beschrijft eerst de drie bestanden genoemd onder punt 1 en vervolgens de bestanden genoemd onder punt 2.

TOP-10

De Top-10 is het topografische bestand van Nederland (uitgegeven door de Topografische Dienst Nederland, nu ondergebracht bij het Kadaster) dat beschikbaar is op verschillende schaalniveaus. Het meest gedetailleerde niveau is 1:10.000 maar ook 1:50.000 en 1:250.000 zijn beschikbaar. Het bestand geeft informatie over de verschillende vormen van het grondgebruik in Nederland. Bij het produceren van het bestand wordt gebruik gemaakt van luchtfoto's en veldverkenning.

Over het algemeen zijn veel aspecten van het grondgebruik gedetailleerd opgenomen. Minder goed aangegeven zijn de solitaire en lineaire beplantingen, natuurgebieden, recreatiegebieden en dijken. Erfbeplantingen ontbreken meestal. Kleinere elementen zoals verspreide bebouwing worden vaak in nieuwe versies iets verplaatst om te corrigeren, maar dit is onhandig bij het monitoren. Het is vaak niet duidelijk of het gaat om werkelijke veranderingen of om correcties. Ook is water opgenomen met een grove onderverdeling in groot, klein en sloten wat niet altijd aansluit bij de behoeften vanuit een monitor (liever zou men bv. meren, plassen rivieren en kanalen apart kunnen monitoren). Er worden diverse gridbestanden afgeleid van de Top-10, waarvan één door Alterra, Visueel Ruimtelijke Informatie Systeem (VIRIS) genoemd. Dit bestand

wordt voor veel MNP-indicatoren gebruikt. Een gridkaart leent zich goed voor monitoren omdat daarmee op snelle wijze veranderingen in lengtes en oppervlaktes per gridcel kunnen worden berekend. Nadeel van het VIRIS is dat in sommige gevallen verschillende klassen uit de Top-10 zijn samengenomen in één klasse. Een ander probleem is het feit dat de Top-10 niet voor alle bladen ieder jaar wordt geactualiseerd maar gemiddeld genomen eens in de 4 jaar. Hierdoor is er ook voor het VIRIS geen bestand beschikbaar voor één tijdstip. Wel is het mogelijk te achterhalen in welk jaar de verkenning is uitgevoerd en in welk jaar een specifiek kaartblad is geactualiseerd. Om veranderingen op basis van Top-10 of VIRIS te bepalen is het dus van belang de informatie over de peiljaren mee te nemen om de omvang van de 'time-lag' te kunnen bepalen (zie ook paragraaf 2.2 op pagina 12).

Binnenkort zal de Top-10 beschikbaar komen als de Top-10-NL waarbij het bestand object georiënteerd wordt. Alle elementen op de kaart krijgen als zelfstandig object informatie over mogelijke veranderingen. Hiermee wordt het Top-10-NL bestand ten opzichte van de Top-10 naar verwachting beter geschikt voor monitoring.

Bodemgebruiks Bestand Nederland (BBG)

Het BBG draagt zorg voor het bestand met bodemgebruik in Nederland. Dit bestand wordt eens in de 3-4 jaar landsdekkend geactualiseerd. Voor het opbouwen van dit bestand gebruikt het CBS sinds kort de TOP-10. Het BBG richt zich vooral op het stedelijke gebied van Nederland. Het bestand is echter minder nauwkeurig dan de TOP-10 (verspreide bebouwing en lijnvormige beplanting ontbreken). Bovendien laat dit bestand alle veranderingen met een oppervlakte kleiner dan 0.5 hectare buiten beschouwing. Ook veranderen zo nu en dan de definities van ruimtegebruiksvormen waardoor verschillende versies niet goed vergelijkbaar zijn (tussen 1996 en 2000 was dat het geval). Ten slotte lopen de BBG bestanden die gedeeltelijk gebaseerd zijn op de TOP-10 3 tot 4 jaar achter. Zo komt het BBG 2003 meest waarschijnlijk eind 2006 beschikbaar. Ondanks deze tekortkomingen wordt voor monitoringsdoeleinden veel met deze bestanden gewerkt omdat veranderingen relatief snel bepaald kunnen worden.

Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland

Het Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN) is een landsdekkend rasterbestand met een celgrootte van 25 m x 25 m. In LGN ligt het accent op het landbouwkundig bodemgebruik met verschillende gewassen en op het onderscheiden van verschillende typen natuur (de Wit, 2003). Er zijn inmiddels 4 versies verschenen: van LGN1 (1986), LGN2 (1992/1994), LGN3 (1995/1997), LGN4 (1999/2000) en recent ook (dit bestand was nog niet beschikbaar ten tijde van de analyse) LGN5 (2003/2004). Het LGN is gebaseerd op een interpretatie van satellietbeelden (Landsat TM), maar maakt ook gebruik van andere bestanden zoals de Top-10, CBS-Bodemstatistiek en het PIPO (PerceelsInformatie en ProductieOmvang systeem) van de dienst Landelijke Service bij Regelingen (LASER). LGN3, 4 en 5 werken met dezelfde legenda zodat deze versies goed voor monitoring gebruikt zouden kunnen worden. Echter zijn de LGN-bestanden maar gedeeltelijk betrouwbaar genoeg om geschikt te zijn voor monitoring. Dit kan voor klassen op het hoogste aggregatieniveau prima (zoals voor landbouw, kassen, water, etc.), terwijl het voor andere te veel ruis bevat (lagere aggregatieniveau zoals veranderingen van bieten naar granen). Voor enkele categorieën kan LGN wel worden benut om veranderingen te bepalen:

- Bebouwing
- Landbouw
- Boomgaarden
- Kassen
- Infrastructuur
- Natuur
- Bos
- Water

Uit de bovenstaande drie bestanden is het mogelijk om direct informatie over veranderingen in de tijd te halen door verschillende versies in de tijd met elkaar te vergelijken. Daarnaast is er nog een tweetal bestanden waarmee indirect, door middel van een interpretatiestap, ook waardevolle informatie over veranderingen in het ruimtegebruik bepaald kunnen worden.

Actuele Hoogtekaart Nederland

Met behulp van laseraltimetrie is een gedetailleerd hoogtebestand voor Nederland opgebouwd. Dit Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN, <http://www.ahn.nl/>) kan aanvullend gebruikt worden voor het meten van (veranderingen in) de hoogteligging. Deze is vooral van belang voor de nulmeting en wellicht ook het monitoren van aardkundige en in mindere mate cultuurhistorische (archeologische) kwaliteiten. De nu beschikbare landsdekkende versie is opgenomen in de periode 1996-2003. Men is nu nog bezig met het verbeteren van het bestand. Of en hoe vaak de AHN zal worden geactualiseerd is vooralsnog onduidelijk.

Luchtfoto's

Bij de Topografische Dienst Nederland (TDN) is een omvangrijke collectie luchtfoto's beschikbaar die zijn gebruikt bij de verkenningen voor de topografische kaarten. Deze luchtfoto's zijn vanaf 1932 beschikbaar (elke 8 jaar een update en vanaf 1981 elke vier jaar). Tien jaar geleden werd door onder andere Aerodata Surveys een analoge luchtfotobedekking van geheel Nederland gerealiseerd. In de opeenvolgende jaren werden steeds vaker digitale luchtfotoproducten gemaakt. Zo is er voor de peildata 1996 en 2000 een landsdekkend bestand in kleur beschikbaar.

In 2003 heeft Aerodata International Surveys een gedetailleerd digitaal luchtfotobestand in kleur van geheel Nederland gemaakt. Het product wordt aangeboden met een grondresolutie van 50 cm onder de naam "aeroGRID® NL2003" (aerodata Geo Referenced Image Database Nederland 2003). De maximale schaal waarop de opnamen nog goed te gebruiken zijn ligt op ca. 1:1.500.

De opnamen werden gemaakt in kleur binnen een periode van nagenoeg 1 maand, waardoor zij een waardevolle momentopname van Nederland vormen. Met de modernste technische hulpmiddelen zijn de 1.500 individuele opnamen aangesloten tot één naadloos luchtfotobestand met een oplossend vermogen van 50 cm.

Recent zijn ook opnamen in nabij infrarood beschikbaar gekomen waardoor bijvoorbeeld beplanting beter zichtbaar is.

3.2 Gegevens uit de Steekproef Landschap

In opdracht van het Milieu- en Natuurplanbureau is de Steekproef Landschap opgezet. Hierbij staan de 'graadmeters' ruimtegebruik, aardkunde en cultuurhistorie centraal. De Steekproef Landschap beoogt door middel van een steekproef van beperkte omvang uitspraken te doen over kans op veranderingen in het landschap. De studie is uitgevoerd in 2003 en 2004 waarbij de opzet van de steekproef, een bureaustudie met behulp van digitale bestanden, luchtfoto's, veldwerk en statistische verwerking van de resultaten de belangrijkste onderdelen waren. Het veldwerk was essentieel in deze studie omdat tal van aspecten (bijvoorbeeld lijnvormige beplanting en terreinvormen) niet of onvoldoende uit bestaand (digitaal) kaartmateriaal afleesbaar waren. Tevens levert veldwerk de meest actuele en nauwkeurige gegevens op in tegenstelling tot bestanden die veelal minimaal enkele jaren 'achter' lopen. Voor 1996 is de referentie op basis van luchtfoto's en aanvullend kaartmateriaal vastgelegd. Hetzelfde geldt voor de situatie 1990 waarvoor hoge resolutie luchtfoto's van de Topografische Dienst Nederland zijn gebruikt.

Op een enkel studiegebied na zijn in de perioden 1990-1996 en 1996-2003 overal veranderingen geconstateerd. Het blijkt dat de veranderingen of zeer grootschalig zijn of zeer beperkt van omvang zijn. In Nederland is de dynamiek van bebouwing, woonwijken en bedrijventerreinen de belangrijkste categorie in veranderingen van het ruimtegebruik. Tevens blijkt dat er een aanzienlijke dynamiek in de landbouwgronden heerst, omzettingen van en naar boomkwekerijen komen frequent voor. Verder valt de toename van beplanting (bos en singels) en natuur op. De verspreide bebouwing neemt verder toe in het landelijke gebied. De terreinvormen en de cultuurhistorische relictten gaan in de perioden van 1990 tot 2003 (sterk) achteruit.

Meer over de methode en de resultaten van de Steekproef Landschap is te vinden in het bijbehorende rapport (Koomen et al, 2004).

In het kader van de Steekproef Landschap zijn de volgende indicatoren en subindicatoren meegenomen:

Ruimtegebruik

- Landbouw
 - Akkerland
 - Grasland
 - Glastuinbouw
 - Boomkwekerij
 - Fruitkwekerij
 - Boomgaard
 - Overig agrarisch gebruik
- Bebouwing
 - Woongebied/bebouwde kom
 - Bedrijfsterreinen
 - Verspreide bebouwing
 - Erven (in het landelijke gebied)
- Infrastructuur
 - Spoor-, tram- en metrowegen
 - Wegen (volgens classificatie Top-10)
 - Fietspad
 - Wandelpad
 - Vliegvelden
 - Havens
- Recreatie
 - Parken en plantsoenen
 - Sportterreinen
 - Dagrecreatie
 - Volkstuinen
 - Verblijfsrecreatie
 - Golfbanen
- Natuur
 - Loofbos
 - Naaldbos
 - Heide
 - Stuifzand
- Water
 - Sloten
 - Beken
 - Rivieren
 - Wielen
 - Poelen
 - Vaarten en kanalen
 - Meren
 - Zee

Cultuurhistorie

- Lijnvormige relictten (perceelsranden, waterlopen, beplanting, wegen)
- Vlakvormige relictten (erven)

Aardkunde

- Areaal gaaf reliëf

Voor alle bovenstaande indicatoren en subindicatoren zijn voor de 72 steekproefgebieden van 1 km x 1 km datasets beschikbaar met informatie over de toestand en de veranderingen over de periode 1990-1996-2003.

3.3 Schema voor monitoring

In figuur 5 is een diagram voor monitoring gepresenteerd. Centraal in het diagram staat de vraag wanneer er met landsdekkende bestanden of met een steekproef gewerkt kan worden. Bij het beantwoorden van deze vraag staat de vergelijking van de resultaten uit de Steekproef Landschap (Koomen et al, 2004) met gegevens uit landsdekkende bestanden op de voorgrond. Dit wordt verder uitgewerkt in paragraaf 3.5. De onderscheiden stappen in figuur 5 worden hieronder kort toegelicht.

Stap 1 – Directe monitoring op basis van een landsdekkend bestand

Om te kunnen bepalen in hoeverre een landsdekkend bestand gebruikt kan worden is een vergelijking met gegevens uit de Steekproef relevant. De resultaten hiervan staan beschreven in paragraaf 3.4.

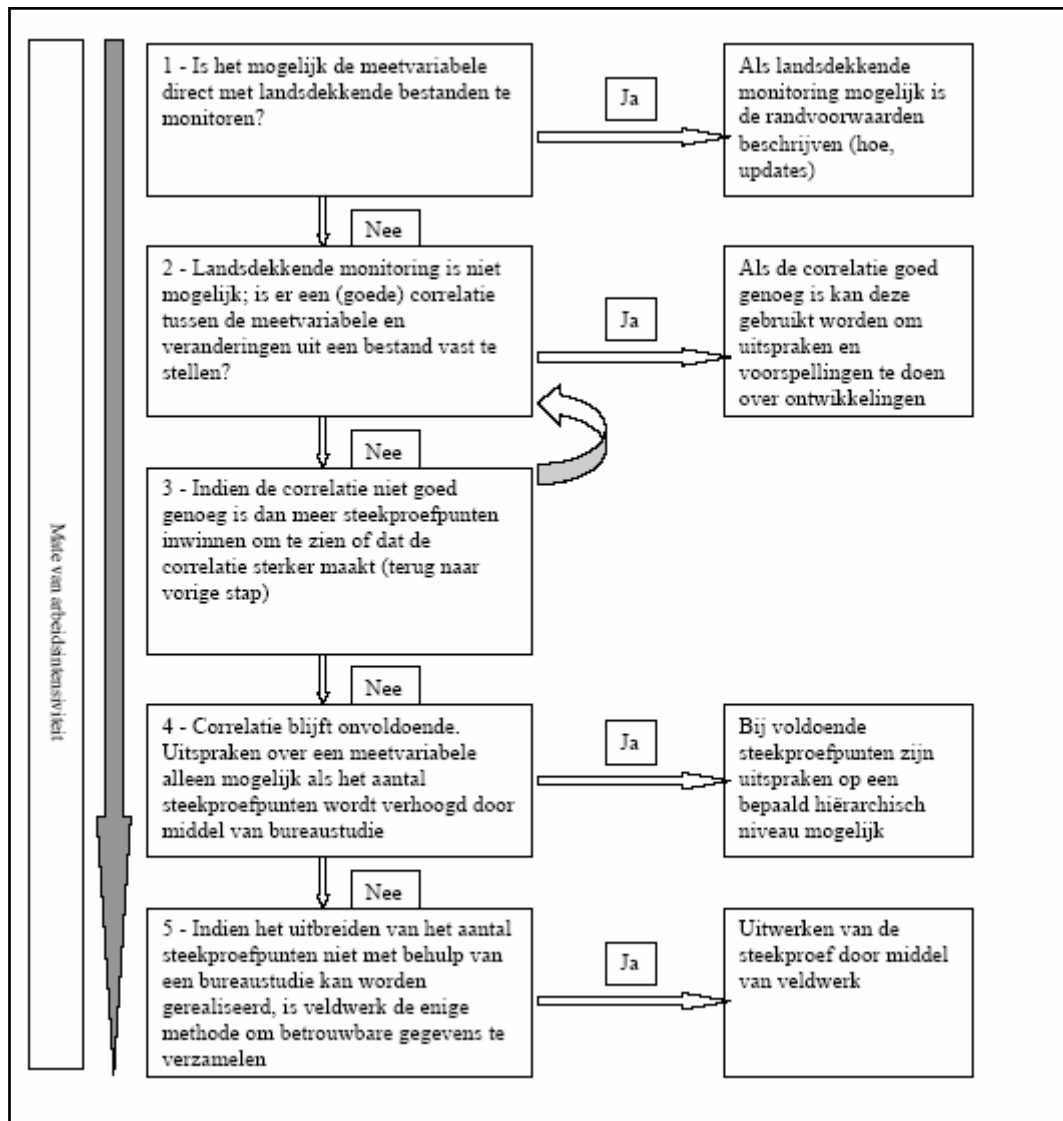
Indien blijkt dat monitoring mogelijk is met behulp van landsdekkende bestanden (waarbij een bepaalde mate van nauwkeurigheid geldt) dan zal een steekproef niet meer noodzakelijk zijn. Belangrijke randvoorwaarde is dat er een directe koppeling is tussen de meetvariabele en de informatie die uit een bestand gehaald wordt (bijvoorbeeld glastuinbouw). Als directe monitoring op basis van een landsdekkend bestand niet goed mogelijk is dan biedt stap 2 mogelijk een oplossing.

Stap 2 – Indirecte monitoring op basis van een (landsdekkend) bestand

Een volledige landsdekkende monitoring is niet mogelijk omdat de directe koppeling tussen meetvariabele en bestand niet bestaat. Wel bestaat er een vermoeden dat een bepaalde verandering in een bestand samenhangt met een verandering in de meetvariabele. Hierbij is de correlatie van belang. Is deze sterk genoeg (bv. > 0.9) dan kunnen we de veranderingen van de meetvariabele voorspellen met behulp van de veranderingen uit het landsdekkende bestand. Hierbij kan wederom een vergelijking tussen gegevens uit de steekproef en die uit landsdekkende bestanden worden gemaakt. Een voorbeeld is de aanname dat als een oppervlak van agrarisch naar bebouwing is overgegaan de oorspronkelijke parcelering zal zijn verdwenen. Indien de correlatie voldoende is dan volgt stap 3.

Stap 3 - Indirecte monitoring op basis van een (landsdekkend) bestand

Het spoor van de correlatie levert geen betrouwbare gegevens. Is de correlatie niet sterk genoeg (< 0.9) dan kunnen we proberen met meer steekproefpunten de correlatie te verhogen. Hierbij moet er voor de toegevoegde steekproefpunten de verandering in de meetvariabele bepaald worden (met behulp van een bureaustudie). Deze kunnen vervolgens opnieuw worden gecorreleerd met de gegevens uit een bestand. Indien ook het toevoegen van extra steekproefpunten de correlatie niet voldoende verbeterd komt stap 4 in beeld.



Figuur 5: Diagram voor monitoring

Stap 4 - Interpretatie van een landsdekkend bestand

Een directe koppeling tussen gegevens uit een (landsdekkend) bestand en een meetvariabele bestaat niet. Er is wel een (landsdekkend) bestand voorhanden maar hieruit kan alleen via een interpretatie informatie verkregen worden. Door middel van een bureaustudie waarbij de interpretatie van landsdekkend bestand naar verandering wordt gemaakt kunnen de veranderingen worden bepaald. Voorbeeld is het bepalen van de verandering in het areaal gave terreinvormen uit het AHN.

Stap 5 - Veldwerk

Er is geen (landsdekkend) bestand beschikbaar om de veranderingen in een meetvariabele te bepalen. Veldwerk is de enige optie. Voorbeelden hiervan is het bepalen van de verrommeling in het landschap waarbij elementen als reclameborden of paardenbakken een rol spelen.

3.4 Vergelijking steekproef-landsdekkende bestanden

Om voor een meetvariabele de gegevens uit de steekproef te kunnen vergelijken met die uit een landsdekkend bestand is een statistische methode opgezet. De methode wordt in deze paragraaf beschreven. Uitgangspunt is dat de veranderingen uit de steekproef over de periode 1996-2003 foutloos zijn bepaald. Veranderingen uit landsdekkende bestanden zijn geselecteerd uit de TOP-10.

Landsdekkende bestanden zoals de topografische kaart, LGN en AHN kunnen gebruikt worden bij de bepaling van de allerlei landschapskenmerken zoals de oppervlakte van bebouwing, totale lengte van lijnvormige beplanting, areaal (on)aangetast reliëf enz. De mate van nauwkeurigheid van deze bepalingen is verschillend voor de landschapskenmerken. Voor een aantal kenmerken zal deze bepaling nagenoeg foutloos zijn, voor andere kenmerken moet rekening gehouden worden met een aanzienlijke bepalingsfout. Landschapskenmerken waarvoor bepalingen nagenoeg foutloos zijn, kunnen dus geïnventariseerd en gemonitord worden met een methode waarin alleen gebruik gemaakt wordt van bepalingen met de landsdekkende bestanden. Voor het monitoren van landschapskenmerken die met landsdekkende bestanden niet foutloos bepaald kunnen worden, zou overwogen kunnen worden het landschapskenmerk in een beperkt aantal km-hokken door middel van luchtfoto's en eventueel aanvullend veldwerk te bepalen. Verondersteld wordt dat deze luchtfoto-veldwerk bepalingen nagenoeg foutloos zijn.

Regressieschatter

Een voor de hand liggende schatter voor het ruimtelijke totaal van een landschapskenmerk waarin gebruik gemaakt wordt van goedkope, relatief onnauwkeurige bepalingen en dure, relatief nauwkeurige (foutloze) bepalingen is de regressieschatter

$$\hat{t}_{reg}(y) = \hat{t}(y) + \hat{b}(t(z) - \hat{t}(z)), \quad (1)$$

Hierin is $\hat{t}(y)$ het geschatte totaal op basis van de nauwkeurige bepalingen, $\hat{t}(z)$ het geschatte totaal op basis van de onnauwkeurige bepalingen, $t(z)$ het werkelijke totaal op basis van de onnauwkeurige bepalingen, en \hat{b} de geschatte regressiecoëfficiënt van het lineaire model $y = a + b \cdot z + \varepsilon$. In deze schatter worden de dure, relatief nauwkeurige bepalingen van de doelvariabele y *gerelateerd aan de* bepalingen van een hulpvariabele, aangeduid met z . Het totaal zou in principe ook geschat kunnen worden met de regressieschatter voor het gemiddelde, en dit geschatte gemiddelde te vermenigvuldigen met het totaal aantal km-hokken.

Voor een enkelvoudig aselechte steekproef zonder teruglegging kan de steekproefvariantie van de schatter (1) worden benaderd met

$$\begin{aligned} V(\hat{t}_{reg}(y)) &\cong N^2 \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S^2(E)}{n} \\ &= N^2 \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{(1 - \rho^2) S^2(y)}{n} \end{aligned} \quad (2)$$

waarin $S^2(E)$ de ruimtelijke variantie van de regressieresiduen $E_i = y_i - b \cdot z_i$ ($i=1 \dots n$), ρ de correlatie coëfficiënt tussen y en z is, N het totaal aantal km-hokken in het onderzoeksgebied is, en n het aantal km-hokken in de steekproef is. Aangetoond kan worden dat ook wanneer de goedkope bepalingen Dick gaarne aangeven wat je met vertekend bedoelt vertekend zijn, deze steekproefstrategie zuiver is.

In vergelijking (1) wordt slechts 1 hulpvariabele gebruikt. Het is ook mogelijk meerdere hulpvariabelen te gebruiken, d.w.z. meerdere goedkope bepalingen, bijv. op basis van verschillende landsdekkende bestanden.

De regressie-schatter kan ook worden toegepast in combinatie met andere steekproefopzetten. Voor een gestratificeerde steekproefopzet kan de regressiecoëfficiënt per stratum geschat worden (gescheiden regressieschatter) of kunnen de geschatte regressiecoëfficiënten per stratum gecombineerd worden tot één regressiecoëfficiënt voor het totale onderzoeksgebied (gecombineerde regressieschatter).

Regressieschatter voor twee-fasen steekproef

De regressieschatter (1) gaat er van uit dat het werkelijke totaal van de hulpvariabele bekend is, d.w.z. de hulpvariabele z is bepaald voor alle km-hokken. Dit is het geval wanneer het qua kosten nauwelijks uitmaakt of voor alle N km-hokken de hulpvariabele wordt bepaald of voor slechts een beperkt aantal km-hokken. Wanneer dit niet het geval is, kan het totaal van de hulpvariabele geschat worden met een relatief grote steekproef. Uit deze steekproef van km-hokken wordt een substeekproef van km-hokken getrokken. Voor de km-hokken in de substeekproef wordt ook de doelvariabele bepaald, d.w.z. het totaal door middel van luchtfotos en aanvullend veldwerk. Een dergelijke steekproef-opzet wordt een twee-fasen steekproef genoemd.

Voor een twee-fasen steekproef kan het ruimtelijke totaal geschat worden met:

$$\hat{t}_{reg2}(y) = \hat{t}_2(y) + \hat{b}(\hat{t}_1(z) - \hat{t}_2(z)) \quad (3)$$

Waarin $\hat{t}_2(y)$ het totaal van de doelvariabele (het landschapskenmerk bepaald met de dure, nauwkeurige methode) geschat met de substeekproef (steekproef tweede fase) is, $\hat{t}_1(z)$ en $\hat{t}_2(z)$ het totaal van de hulpvariabele (het landschapskenmerk bepaald met goedkope, onnauwkeurige methode) geschat met respectievelijk de hoofddeekproef (steekproef eerste fase) en de substeekproef is, en \hat{b} de geschatte regressiecoëfficiënt is.

Voor een enkelvoudig aselechte steekproef zonder teruglegging in beide fasen kan de steekproefvariantie van deze schatter van het totaal worden benaderd met

$$\begin{aligned} V(\hat{t}_{reg2}(y)) &\cong N^2 \left\{ \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S^2(y)}{n} + \left(1 - \frac{m}{n}\right) \frac{S^2(E)}{m} \right\} \\ &= N^2 \left\{ \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S^2(y)}{n} + \left(1 - \frac{m}{n}\right) \frac{(1 - \rho^2) S^2(y)}{m} \right\} \end{aligned} \quad (4)$$

waarin $S^2(y)$ de ruimtelijke variantie van de doelvariabele y is, ρ de correlatiecoëfficiënt tussen y en z is en m het aantal km-hokken in de substeekproef is.

De optimale verhouding van het aantal dure en goedkope bepalingen is afhankelijk van de kosten en van de nauwkeurigheid van beide bepalingmethoden, en kan worden bepaald met (Cochran, 1977, p.341)

$$\frac{m}{n} = \sqrt{\frac{c_z}{c_y} \frac{1-\rho^2}{\rho^2}}, \quad (5)$$

waarin m de steekproefomvang van de steekproef in de tweede fase is, n de steekproefomvang van de steekproef in de eerste fase is, c_z de kosten van 1 goedkope bepaling is (in ons geval dus een bepaling met de landsdekkende bestanden), c_y de kosten van 1 dure bepaling (met luchtfoto's en veldwerk) is, en ρ de correlatie-coëfficiënt is.

De totale kosten bedragen $C = c_y m + c_z n$. Optimaal gebruik van twee-fasen steekproeven voor gespecificeerde kosten C , geeft een kleinere variantie vergeleken bij de variantie van de schatter op grond van een enkelvoudige steekproef van enkel dure bepalingen y als

$$\frac{c_y}{c_z} > \frac{(1 + \sqrt{1 - \rho^2})^2}{\rho^2} \quad (6)$$

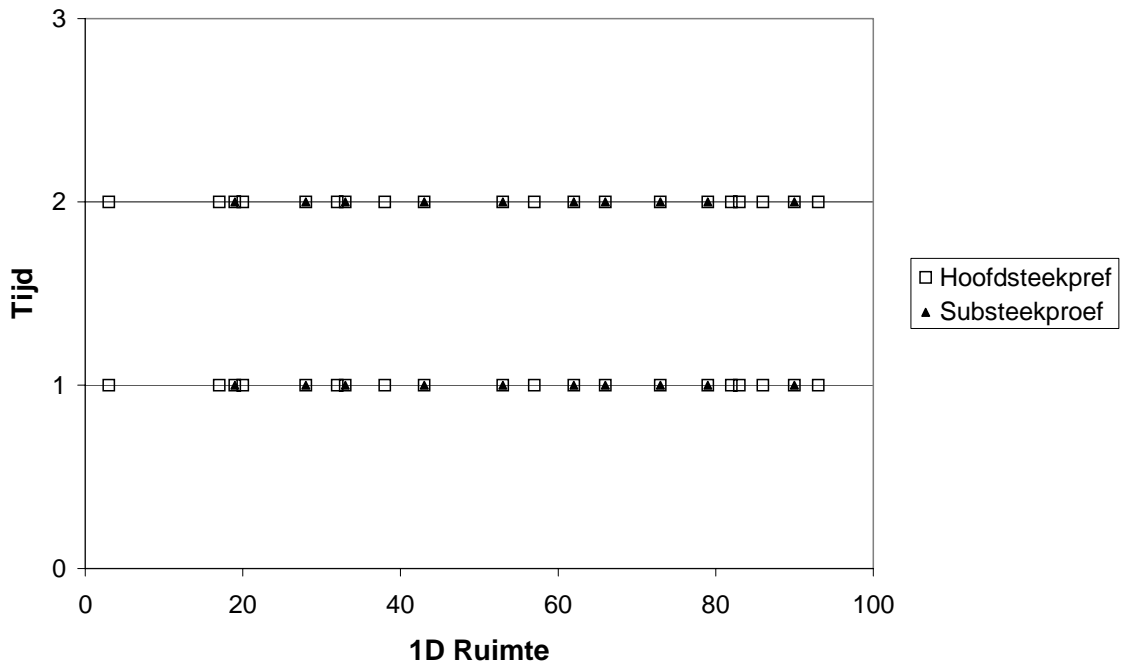
of

$$\rho^2 > \frac{4(c_y / c_z)}{(1 + c_y / c_z)^2} \quad (7)$$

De bepalingskosten c_y en c_z zijn redelijk nauwkeurig bekend, zodat eenvoudig de ondergrens van de correlatie tussen y en z kan worden bepaald.

Steekproefstrategie voor monitoring van totalen

In de vorige paragraaf hebben we een steekproefstrategie besproken voor het schatten van totalen van landschapskenmerken op een bepaald tijdstip. In deze paragraaf wordt uiteengezet hoe deze strategie kan worden gebruikt voor het monitoren van totalen, meer specifiek voor het schatten van de verandering van totalen van het ene tijdstip naar het andere tijdstip. Hieronder gaan we uit van een statische steekproef in ruimte en tijd, d.w.z. in alle meetrondes worden steeds dezelfde locaties (km-hokken) waargenomen. In geval van een twee-fasen steekproef gaan we er vanuit dat de steekproeven van de twee fasen ook statisch zijn, d.w.z. steeds dezelfde locaties worden waargenomen met de dure en of met de goedkope bepalingmethode (figuur 6). In dit specifieke geval kunnen de bovenstaande vergelijkingen ook worden toegepast voor het *verschil* in totalen van de doelvariabele y van de voorlaatste meetronde naar de laatste meetronde als doelgrootheid.



Figuur 6: Schematische weergave van een statische twee fasen steekproef. De locaties van de hoofdsteeekproef zijn enkelvoudig aselekt geselecteerd. De locaties van de substeeekproef zijn enkelvoudig aselekt zonder teruglegging geselecteerd uit de hoofdsteeekproef.

Verschillen in totalen bepaald met landelijke bestanden bekend voor alle km-hokken

Allereerst de situatie waarin de totalen op het eerste en tweede tijdstip voor alle km-hokken in Nederland worden bepaald met de landelijke bestanden, waardoor de verandering in het totaal bepaald met de landelijke bestanden bekend is. In dit geval kan vergelijking (2) worden gebruikt voor het bepalen van de variantie van het totale verschil:

$$V(\hat{t}_{reg}(d_y)) \cong N^2 \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{S^2(E_d)}{n}, \tag{8}$$

waarin E_d de residuen van de verschilwaarden zijn: $E_{d,i} = d_{y,i} - b d_{z,i}$. Een *a priori* schatting van de variantie van deze residuen, $S^2(E_d)$, is dus nodig om de variantie van het geschatte totale verschil te kunnen bepalen voor een gegeven steekproefomvang n , of omgekeerd, de benodigde steekproefomvang n te bepalen gegeven een bepaalde nauwkeurigheidseis ten aanzien van het geschatte totaal, of gegeven een eis met betrekking tot de *power* van een toets bij een gekozen minimaal relevant verschil. De variantie van deze residuen is gelijk aan

$$S^2(E_d) = \{1 - \rho^2(d)\} S^2(d_y), \tag{9}$$

waarin $\rho(d) = \rho(d_y, d_z)$ de correlatiecoëfficiënt is tussen bepalingen van de verandering middels luchtfoto's plus veldwerk d_y en de veranderingen met landelijke bestanden d_z :

$$\rho(d) = \frac{S(d_y, d_z)}{\sqrt{S^2(d_y) \cdot S^2(d_z)}}. \tag{10}$$

Hierin is $\mathcal{A}(d_y, d_z)$ de covariantie tussen de verandering bepaald met luchtfoto's plus veldwerk en bepaald met landsdekkende bestanden, $S^2(d_y)$ de (ruimtelijke) variantie van de veranderingen bepaald met luchtfoto's plus veldwerk, en $S^2(d_z)$ de (ruimtelijke) variantie van de veranderingen bepaald met landsdekkende bestanden.

Omdat we alleen voor 2003 over bepalingen met luchtfoto's plus veldwerk beschikken, ontbreekt de informatie om $\rho(d)$ rechtstreeks te schatten uit de voorinformatie. Om dit nader te analyseren zijn de covariantie en varianties in (10) uitgewerkt:

$$S(d_y, d_z) = E(d_y d_z) - E(d_y)E(d_z) = S(y_2, z_2) + S(y_1, z_1) - S(y_2, z_1) - S(y_1, z_2),$$

$$S^2(d_y) = S^2(y_2 - y_1) = S^2(y_2) - 2S(y_1, y_2) + S^2(y_1),$$

$$S^2(d_z) = S^2(z_2 - z_1) = S^2(z_2) - 2S(z_2, z_1) + S^2(z_1).$$

In de data ontbreekt informatie over de termen $S^2(y_1)$, $\mathcal{A}(y_1, y_2)$, $\mathcal{A}(y_1, z_2)$ en $\mathcal{A}(y_1, z_1)$. Wanneer we aannemen dat de ruimtelijke variantie van de doelvariable bepaald middels luchtfoto's plus veldwerk op het eerste en tweede tijdstip aan elkaar gelijk zijn ($S^2(y_1) = S^2(y_2)$), de covariantie van luchtfoto-veldwerkbepalingen op tijdstip 1 en bepalingen met landelijke bestanden op tijdstip 2 gelijk is aan de covariantie van luchtfoto-veldwerkbepalingen op tijdstip 2 en bepalingen met landelijke bestanden op tijdstip 1 ($\mathcal{A}(y_1, z_2) = \mathcal{A}(y_2, z_1)$), en de covariantie van luchtfoto-veldwerkbepalingen en bepalingen met landelijke bestanden op tijdstip 1 gelijk is aan de covariantie van deze twee bepalingen op tijdstip 2 ($\mathcal{A}(y_1, z_1) = \mathcal{A}(y_2, z_2)$), dan nog blijven we zitten met de covariantie van luchtfoto-veldwerkbepalingen op eerste en tweede tijdstip, $\mathcal{A}(y_1, y_2)$. Dick de volgende zin behoeft nog verduidelijking In verband hiermee hebben we met de gegevens uit 2003 de correlatiecoëfficiënt tussen luchtfoto-veldwerkbepalingen en bepalingen met landelijke bestanden, $\rho(y, z) = \rho$, geschat.

Uit de vergelijkingen voor de variantie van de schatters voor toestand en verandering volgt dat de variantie van de schatters voor de toestand kleiner wordt naarmate de dure en goedkope metingen sterker gecorreleerd zijn en evenzo wordt de variantie van de twee-steekproeven schatter voor de verandering kleiner naarmate de veranderingen in doel en hulpvariabelen sterker gecorreleerd zijn. Indien mogelijk zijn analyses uitgevoerd om te bepalen hoe betrouwbaar het landelijke bestand in staat is om de toestand en de verandering te beschrijven ten opzichte van de steekproef.

3.5 Uitwerking per meetvariabele

Op basis van de meetvariabelen omschreven in paragraaf 3.2 wordt in deze paragraaf aandacht besteedt aan de vergelijking tussen resultaten uit de steekproef en landsdekkende bestanden (onder andere op basis van de methode beschreven in paragraaf 3.4). Aanvullend worden ook ervaringen met meetvariabelen en databestanden kort beschreven zodat er een beeld ontstaat dat zowel op expert kennis is gebaseerd als op statistische gegevens. Dit is gedaan voor alle meetvariabelen onder ruimtegebruik. Voor de cultuurhistorie en de aardkunde bleek dit niet mogelijk omdat deze veranderingen niet rechtstreeks uit landsdekkende bestanden kunnen worden gehaald. Hiervoor is een interpretatie slag nodig. Meer hierover bij de kopjes cultuurhistorie en aardkunde.

3.5.1 Landbouw

De hoofdgroep landbouw is opgebouwd uit een 7-tal deelvariabelen (Koomen et al, 2004). Per variabele wordt beschreven welke mogelijkheden voor monitoring beschikbaar zijn:

- Akkerland
- Grasland
- Boomkwekerij
- Glastuinbouw
- Fruitkwekerij
- Boomgaard
- Overig agrarisch gebruik

Grasland en akkerland worden hierbij samen in een categorie besproken. De categorie overig agrarisch gebruik wordt hier buiten beschouwing gelaten omdat er voor deze 'restcategorie' geen goede dataset in de steekproef beschikbaar is (in de praktijk van de steekproef zijn deze vrijwel altijd ingedeeld in een van de andere categorieën).

Grasland/akker

Tabel 1: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van grasland/akker

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
TOP-10	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-	-	-
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+	+	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

TOP-10

In de top10vector wordt onderscheid gemaakt in akkerland en grasland. Uit de regels voor de verkenning van de Topografische Dienst Kadaster is niet op te maken in hoeverre bouwland en grasland in elke nieuwe TOP-10 versie geactualiseerd worden.

LGN

In het LGN worden allerlei verschillende vormen van akkerbouw onderscheiden. Ook grasland wordt opgenomen in het bestand. Op basis van een validatie-studie van het LGN (Wit et al, 1999, 2003) is gebleken dat monitoring voor een beperkt aantal variabelen mogelijk is. Het areaal landbouw als totaal is een van de variabelen waarvoor het LGN gebruikt kan worden.

Luchtfoto

Op luchtfoto's is het verschil tussen akker en grasland niet altijd goed te bepalen. De betrouwbaarheid is in grote mate afhankelijk van het seizoen waarin de luchtfoto's gemaakt zijn. Bij het monitoren met luchtfoto's is het belangrijk dat de foto's van hetzelfde seizoen zijn.

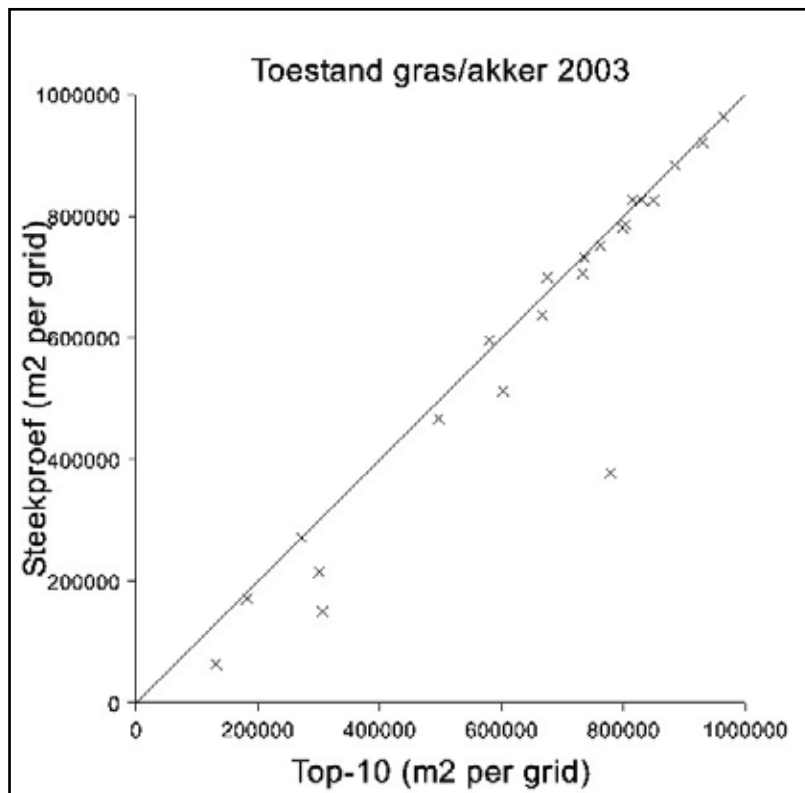
Veldwerk

Omdat veldwerk vanaf de openbare weg gedaan moet worden (i.v.m. toestemming landeigenaren) is het niet goed mogelijk om per perceel het landgebruik in te tekenen. Daarnaast is het afhankelijk van het seizoen niet altijd goed te bepalen wat het gebruik is (bijv. net ingezaaid gras is niet als zodanig herkenbaar). Bijkomend aspect is dat het in het veld optekenen van het gebruik zeer arbeidsintensief en kostbaar is. Gezien de genoemde

problemen is het vanuit meerdere opzichten niet ideaal om deze veranderingen via veldwerk goed vast te leggen. Het onderscheid tussen grasland en akker is overgenomen uit de Top-10 en als basis gebruikt voor het veldwerk. Veranderingen die op luchtfoto's of in het veld werden geconstateerd zijn verwerkt in de bestanden van de steekproef landschap.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

Voor grasland/akker kunnen twee vergelijkingen met landsdekkende bestanden worden gemaakt; de steekproef met de Top-10 en de steekproef met het LGN. In figuur 7 en 8 zijn voor de toestand in 2003 en voor de veranderingen over de periode 1996-2003 de resultaten gepresenteerd uit de vergelijking van de steekproef met de Top-10.

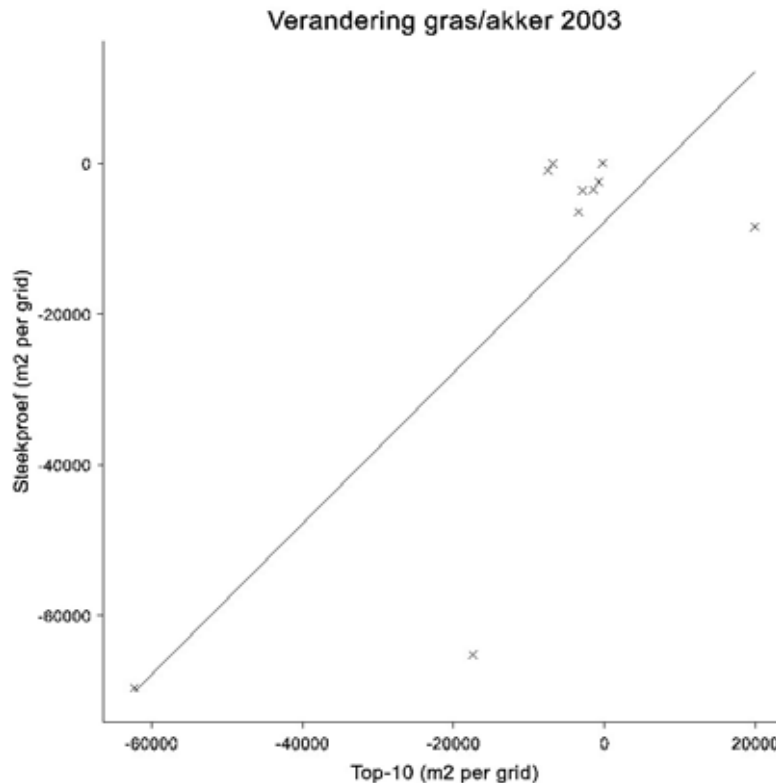


Figuur 7: Vergelijking toestand grasland/akker in de steekproef en de Top-10 in 2003 met percentage verklaarde variantie $r = 0,95$

Uit figuur 7 blijkt dat het voorkomen van grasland/akker in de steekproef en op basis van de Top-10 elkaar niet zoveel ontlopen. Dit blijkt ook uit het percentage verklaarde variantie van 0,95. De Top-10 laat voor een aantal punten in de grafiek een hogere waarde zien dan de steekproef (punten onder de getrokken lijn). Dit is het gevolg van enkele steekproefgebieden waar een omvangrijk areaal in bouwterrein of bebouwd gebied is veranderd terwijl deze verandering als gevolg van time lag nog niet in de Top-10 is opgenomen. Zonder de steekproefgebieden waar time lag een probleem is kan op basis van het gebruikte materiaal uit de steekproef en de Top-10 kan voor de toestand de conclusie getrokken worden dat de Top-10 het voorkomen van grasland/akker bijna net zo goed beschrijft als de steekproef.

Voor de verandering in grasland/akker in de periode 1996-2003 is de informatie opgenomen in figuur 8. Het percentage verklaarde variantie is met 78% redelijk te noemen. Echter zoals in de grafiek ook zichtbaar is baseert de lijn zich in de linkeronderhoek op slechts 1 meetpunt (1 steekproefgebied). Als gevolg van de selectie van bruikbare steekproefgebieden (time-lag;

weinig steekproefgebieden waarvoor de Top-10 rond 1996 beschikbaar is)) is er slechts een beperkte hoeveelheid voor deze analyse beschikbaar, helaas te weinig om uitspraken te kunnen doen.

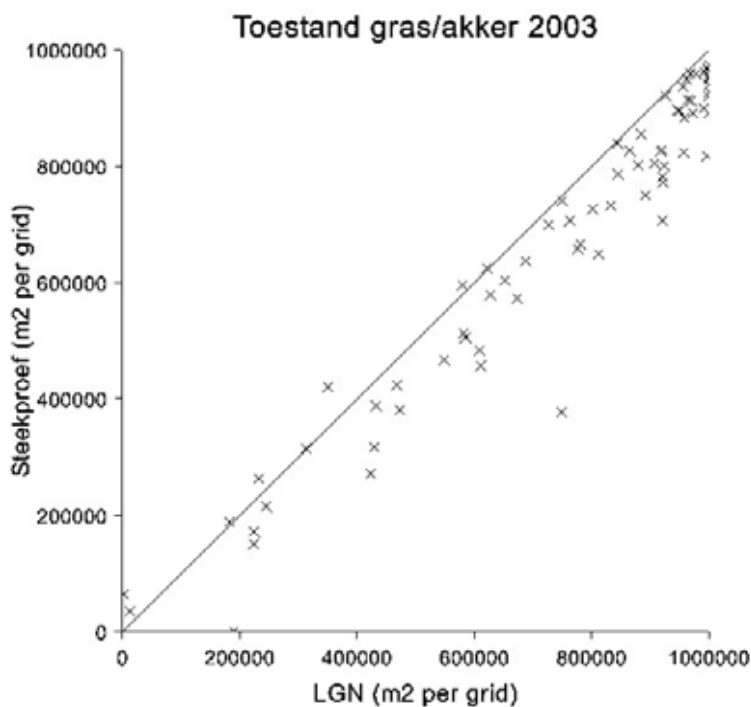


Figuur 8: Vergelijking van de verandering in grasland/akker in de steekproef en de Top-10 over de periode 1996-2003 met percentage verklaarde variantie $r = 0,78$

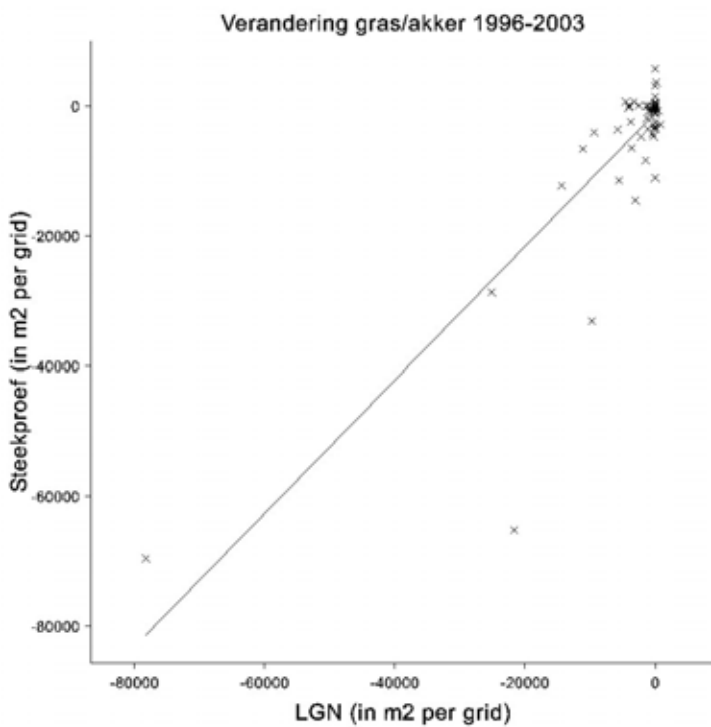
Er is ook een vergelijking gemaakt van de steekproef met het LGN bestand voor grasland/akker. De resultaten voor de toestand en de verandering zijn opgenomen in figuur 9 en 10.

Uit figuur 9 blijkt dat het percentage verklaarde variantie maar liefst 97% bedraagt, nog hoger dan de vergelijking steekproef met Top-10 liet zien. Tevens is duidelijk te zien dat de meeste punten in de grafiek onder de regressielijn liggen. Dit houdt in dat het areaal grasland/akker in het LGN structureel groter is dan dat in de steekproef. Een mogelijke en logische verklaring hiervoor schuilt in het feit dat het LGN ten opzichte van de steekproef meer onder de categorie gras rekent doordat gras in bebouwd gebied of op recreatieterreinen ook wordt meegerekend. In de steekproef is dat niet het geval.

De veranderingen zijn in figuur 10 tegen elkaar uitgezet. In figuur 10 valt op dat er een duidelijke clustering van metingen bestaat met kleine afnamen van het areaal grasland/akker. Het percentage verklaarde variantie ligt met 85% aan de hoge kant maar het is jammer dat de regressielijn vrijwel uitsluitend wordt bepaald door het ene meetpunt links onder in de grafiek. Hierdoor valt er weinig te zeggen over hoe goed het LGN de veranderingen in grasland/akker beschrijft ten opzichte van de gegevens uit de steekproef.



Figuur 9: Vergelijking toestand grasland/akker in de steekproef en het LGN in 2003 met percentage verklaarde variantie $r = 0,97$



Figuur 10: Vergelijking van de verandering in grasland/akker in de steekproef en het LGN over de periode 1996-2003 met percentage verklaarde variantie $r = 0,85$

Conclusie

Voor het bepalen van de toestand van grasland/akker kan de Top-10 of het LGN gebruikt worden. Voor het bepalen van de veranderingen kan als gevolg van het beperkte aantal bruikbare metingen geen uitspraak worden gedaan. Op basis van eerdere ervaringen in het veld met de Top-10 lijkt dit bestand de categorie grasland/akker zeer nauwkeurig te registreren. Op basis hiervan wordt daarom geadviseerd ook de verandering met de Top-10 in beeld te brengen.

Boomkwekerijen

Tabel 2: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van boomkwekerijen

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top10 vector	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-	-	-
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+/-	-	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

TOP-10

In de TOP-10 wordt de categorie boomkwekerij gelijk gesteld aan de categorie 'kwekerijen' en als volgt beschreven:

'Topografisch vlakobject, overwegend in gebruik t.b.v. het opkweken van bomen, inclusief coniferen en sparren (Topografische Dienst, 1995)'

Ook in de nieuwe TOP-10-NL die binnenkort beschikbaar komt worden boomkwekerijen opgenomen. Of de inwinningcriteria hiervan anders zullen zijn is niet bekend. Alle boomkwekerijen worden door de Topografische Dienst opgenomen in de TOP-10. Er is geen ondergrens beschreven in de regels voor de verkenning. De TOP-10 lijkt hiermee een geschikte bron voor een landsdekkende monitoring van boomkwekerijen. Om de 4 jaar wordt er per kaartblad een nieuwe versie uitgebracht. Hoewel in de nieuwe TOP-10-NL de frequentie van uitkomen iedere 2 jaar is, worden boomkwekerijen slechts om de 4 jaar gemuteerd (mondelijke Mededeling TD Kadaster).

LGN

In het LGN worden boomgaarden meegenomen. Hierbij zijn echter de boomkwekerijen en de boomgaarden (hoogstamfruitbomen die vooral in Limburg voorkomen) samengenomen. Het LGN is hierdoor niet geschikt om de ontwikkelingen van boomkwekerijen in de tijd te volgen. Bovendien rekent het LGN ook de fruitkwekerijen tot deze categorie.

Luchtfoto

Op luchtfoto's zijn boomkwekerijen herkenbaar aan het patroon. Doordat fruitkwekerijen een meer regelmatig patroon hebben is het onderscheid tussen boomkwekerijen en fruitkwekerijen meestal wel te maken (zie ook fruitkwekerijen). Kwantitatieve gegevens zijn hierover echter niet beschikbaar.

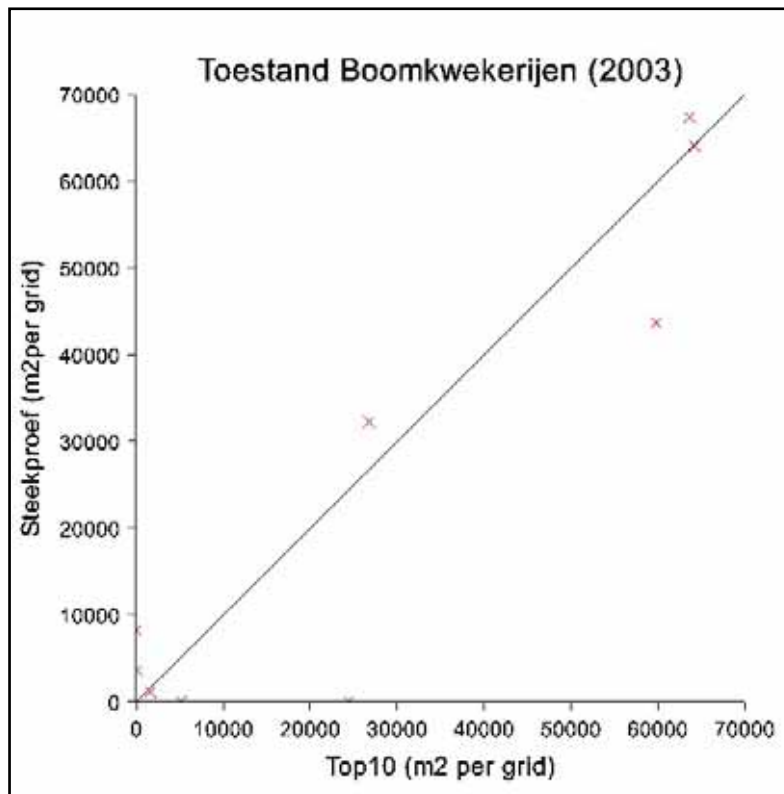
Veldwerk

Tijdens de steekproef landschap zijn boomkwekerijen opgenomen. Allereerst werd de TOP-10 geactualiseerd met behulp van een luchtfoto. Daarna werd een veldcontrole gedaan. Omdat boomkwekerijen over het algemeen goed zichtbaar zijn vanaf de openbare weg kunnen deze

goed opgenomen worden met veldwerk. Wel is een ondersteuning van luchtfoto's wenselijk om de exacte begrenzing te kunnen digitaliseren (Koomen et al, 2004). De ervaring tijdens de steekproef landschap was dat boomkwekerijen vrijwel altijd goed in de Top-10 zijn opgenomen.

Vergelijking steekproef-landsdekkend bestand

Met behulp van de methode beschreven in paragraaf 5.4 is een vergelijking gemaakt tussen de opname van boomkwekerijen in de steekproef landschap (Top-10 + Luchtfoto + Veld) met het voorkomen van boomkwekerijen in de Top-10 over de periode 1996-2003. Voor de toestand is het resultaat van de analyse weergegeven in figuur 11.



Figuur 11: Vergelijking toestand boomkwekerijen in de steekproef en de Top-10 in 2003 met percentage verklaarde variantie $r = 0,95$

Uit figuur 11 valt te concluderen dat op basis van het voorkomen van boomkwekerijen in de steekproef en in de Top-10 de toestand (schatting van het areaal boomkwekerijen) in 2003 goed overeenkomen. Ten opzichte van een steekproef kan het areaal boomkwekerijen met $r = 0.95$ uit de Top-10 gehaald worden. Het landsdekkende Top-10 bestand lijkt dus voor het bepalen van de toestand (in 2003) een goed alternatief voor de steekproef.

Het bepalen van de verandering op basis van de steekproef en de Top-10 geeft minder uitsluitel. Als gevolg van het geringe aantal steekproefgebieden met veranderingen (totaal 8) in de steekproef is het niet mogelijk om hierover uitspraken te doen. Daar komt nog bij dat door de verschillende opname's van de Top-10 bladen er van de 8 steekproefgebieden er slechts enkele overblijven die in de tijd samenvallen met de steekproef (time-lag).

Conclusie

Voor boomkwekerijen kan de toestand (in 2003) worden bepaald op basis van de Top-10. Over de verandering kunnen gezien de geringe aantallen steekproefgebieden met veranderingen en de wisselende peiljaren voor kaartbladen in de Top-10 geen uitspraken worden gedaan. Op basis van ervaring opgedaan in het veld tijdens het veldwerk van de steekproef landschap blijkt dat de Top-10 vrijwel foutloos boomkwekerijen meeneemt. Het advies is dan ook dat boomkwekerijen met het landsdekkende Top-10 bestand in de tijd gevolgd kunnen worden.

Glastuinbouw

Tabel 3: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van glastuinbouw

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
TOP-10	+	+	200m ²
Bestand BodemGebruik (BBG)	+	-	1 ha.
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+	+	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

TOP-10

Glastuinbouw wordt zowel in de Top-10 meegenomen als aparte klasse. Er is een ondergrens vastgelegd van 200m² (Topografische Dienst, 1995), waarschijnlijk om kleine hobbykassen uit te sluiten.

BBG

Het bodemgebruiksbestand van het CBS neemt onder de categorie landbouw glastuinbouw mee. Er is echter een ondergrens van 1 hectare ingebouwd. Dit houdt in dat allerlei kleinschalige ontwikkelingen in de glastuinbouw niet gesignaleerd worden. Het bestand is wellicht geschikt voor een snelle en ruwe inschatting van de toestand en veranderingen in de glastuinbouw. Voor een betrouwbare gedetailleerde monitoring van de glastuinbouw is dit bestand niet geschikt.

LGN

In dit bestand wordt glastuinbouw eveneens onder de categorie landbouw meegenomen. Er is geen ondergrens gesteld behalve dan dat het bestand in een grid van 25 m x 25 m wordt opgebouwd.

Luchtfoto

Kassen zijn niet altijd goed zichtbaar op een luchtfoto. Vooral kleinere kassen kunnen gemakkelijk over het hoofd gezien worden. Dit is ook sterk afhankelijk van de lichtomstandigheden waaronder de luchtfoto gemaakt is. Meestal lichten kassen sterk op in de zon en zijn dan wel goed zichtbaar.

Veldwerk

Kassen zijn meegenomen in de steekproef landschap. Door de combinatie van Top-10, luchtfoto's en veldwerk kon een betrouwbare inventarisatie gemaakt worden in de 72 steekproefgebieden.

Vergelijking steekproef-landsdekkend bestand

In de gegevens van de Steekproef Landschap blijkt dat glastuinbouw in 11 van de 72 steekproefgebieden voorkomt. Bij het vergelijken met de Top-10 (het meest betrouwbare bestand voor het monitoren van glastuinbouw) kwam naar voren dat als gevolg van de time-lag in de Top-10 er slechts 4 bruikbare steekproefgebieden voor de analyse beschikbaar zijn. Een analyse op basis van slechts 4 steekproefgebieden is te mager om tot relevante resultaten te komen.



Figuur 12: Voorbeeld van het verschil in zichtbaarheid van kassen op een luchtfoto (kassen zijn overgenomen uit de Top-10 en geel omlijnd)

Conclusie

Op basis van de kennis van de verschillende landsdekkende bestanden en de ervaringen met de Top-10 in de Steekproef Landschap wordt hier de aanbeveling gedaan om glastuinbouw in de tijd te volgen met behulp van de Top-10. Helaas kan deze stelling niet met statistische vergelijkingen worden onderbouwd als gevolg van het te klein aantal steekproefgebieden met glastuinbouw. Ook een analyse waarbij de gegevens uit de steekproef landschap worden vergeleken met gegevens uit het LGN is op dit moment als gevolg van de beschikbaarheid van het LGN tot 2000 niet goed mogelijk.

Fruïtkwekerij

Tabel 4: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van fruïtkwekerijen

Bron	Aanwezig	Geschikt voor analyse	Ondergrens
Top-10	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-	-	-
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	-	-	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

Onder fruïtkwekerijen worden laagstam-kwekerijen bedoeld.

Top-10

Fruïtkwekerijen worden in de top-10 apart onderscheiden. Het gaat hier om laagstam fruïtkwekerijen. Hoogstam boomgaarden worden met een andere code aangeduid. Uit de ervaringen van de Steekproef Landschap is gebleken dat fruïtkwekerijen goed zijn opgenomen in de Top-10.

Luchtfoto

Op luchtfoto's is meestal wel onderscheid te maken tussen fruïtkwekerijen en boomkwekerijen. Exacte cijfers over de nauwkeurigheid ontbreken echter doordat er geen aparte analyse met dit oogmerk is uitgevoerd.



Figuur 13: Het verschil tussen fruïtkwekerijen (paars) en boomkwekerijen (geel) is in veel gevallen wel te zien op luchtfoto's (lijnen uit de Top10vector, luchtfoto Aerodata International Surveys 2003)

Veldwerk

Tijdens het veldwerk van de steekproef landschap zijn de fruitkwekerijen gecontroleerd die eerder uit de Top-10 of aanvullend vanaf de luchtfoto gedigitaliseerd waren. Fruitkwekerijen komen zeer weinig voor in de 72 steekproefgebieden. In voorkomende gevallen is gebleken dat de Top-10 deze categorie goed beschrijft.

Vergelijking steekproef-landsdekkend bestand

In de gegevens van de Steekproef Landschap blijkt dat fruitkwekerijen in slechts enkele van de 72 steekproefgebieden voorkomen. Een analyse gebaseerd op een dergelijk klein aantal steekproefgebiedjes is veel te weinig om tot relevante resultaten te komen.

Conclusie

Op basis van de kennis van de verschillende landsdekkend bestanden en de ervaringen met de Top-10 in de Steekproef Landschap wordt hier de aanbeveling gedaan om fruitkwekerijen in de tijd te volgen met behulp van de Top-10.

Boomgaard

Tabel 5: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van boomgaarden

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-	-	-
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	-	-	25 x 25 meter
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

Top-10

Boomgaarden worden in de top-10 apart onderscheiden. Het gaat hier om hoogstam fruitkwekerijen. Hoogstam boomgaarden worden met de code 05220 aangeduid. Uit de ervaringen van de Steekproef Landschap is gebleken dat boomgaarden over het algemeen goed opgenomen zijn in de Top-10.

Luchtfoto

Op luchtfoto's is meestal wel onderscheid te maken tussen fruitkwekerijen en boomkwekerijen, maar het onderscheid met boomgaarden (en dan vooral tussen laagstam-en hoogstam fruitkwekerijen) is veel lastiger.

Veldwerk

Tijdens het veldwerk van de steekproef landschap zijn de boomgaarden gecontroleerd die eerder vanaf de luchtfoto gedigitaliseerd waren. Boomgaarden zijn in het veld goed herkenbaar.

Vergelijking steekproef-landsdekkend bestand

Boomgaarden (hoogstamfruitbomen) komen in Nederland relatief weinig voor. In Zuid-Limburg zit een hogere concentratie dan in de rest van Nederland. Het probleem van een vergelijking tussen gegevens uit de steekproef landschap en de Top-10 is dat er te weinig steekproefgebieden beschikbaar zijn waarin boomgaarden voorkomen om de toestand te kunnen bepalen. Voor de verandering geldt hetzelfde. Een statistische analyse is niet zinvol.

Conclusie

Gezien het beperkte voorkomen van hoogstamboomgaarden rijst de vraag of deze variabele wel landsdekkend gevolgd moet worden. Het feit dat deze hoogstamboomgaarden vooral nog in Zuid-Limburg (op grote schaal) voorkomen geeft aan dat een regionale benadering voor boomgaarden beter op zijn plaats is.

3.5.2 Bebouwing

Voor bebouwing is er in de Steekproef Landschap onderscheid gemaakt in een viertal categorieën:

- Woongebied/bebouwde kom
- Bedrijfsterreinen
- Verspreide bebouwing
- Erven (buiten de bebouwde kom)

Bovenstaande categorieën komen hieronder achtereenvolgens aan bod.

Woongebied/bebouwde kom

Onder woongebied worden aaneengesloten vlakken van woonbebouwing bedoeld. Dit kan ook lintbebouwing zijn. Er is geen algemeen geaccepteerde definitie van bebouwde kom voor bewoning. In de Steekproef Landschap is op basis van deskundigen oordeel per steekproefgebied steeds vastgelegd wat tot woongebied behoorde.

Tabel 6: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van bebouwde kom

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	+	-	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	+	+	1 hectare
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+	+	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

Top-10

In de Top10 vector bestaat geen aparte aanduiding voor bebouwde kom of woongebied. Woongebied bestaat hoofdzakelijk uit de klassen 'huizen' en 'overig gebruik'. Deze laatstgenoemde klasse wordt ook gebruikt in het buitengebied voor erven in het landelijke gebied (zie ook figuur 14), waardoor een onderscheid tussen binnen en buiten woongebied moeilijk te maken is. Dit betekent dat er een kartografische of een GIS-bewerking moet plaatsvinden om tot een begrenzing van woongebieden te komen. Deze bewerking is hier niet uitgevoerd.



Figuur 14: In de Top-10 bestaat bebouwd gebied uit een verzameling klassen. Wit staat voor de klasse 'overig gebruik' met daarbinnen de gebouwen in grijs. Het gebied met een cluster van overig gebruik met gebouwen behoort tot bebouwde kom. De 'los' gelegen erven in de omgeving zijn geïnterpreteerd als woonerven. (Top-10, TD-Kadaster)

BBG

Het Bodemgebruiksbestand van het CBS geeft informatie over woongebieden. Alle kernen kleiner dan 1 hectare worden in het BBG niet meegenomen. Dit vormt een potentieel probleem voor een gedetailleerde monitoring op basis van het BBG. Verder is het BBG bestand 2003 nog niet beschikbaar waardoor een vergelijking met de steekproef over de periode 1996-2003 niet mogelijk is (BBG slechts tot 2000 beschikbaar).

LGN

In LGN is bebouwing meegenomen en maakt onderscheid in stedelijk bebouwd gebied en bebouwing in agrarisch gebied (overgenomen uit de Top-10). Het is ook een van de categorieën waarop volgens een validatie van het LGN gemonitord kan worden. Hier zitten echter wel beperkingen aan vast zoals figuur 15 op pagina 38 laat zien.

Luchtfoto

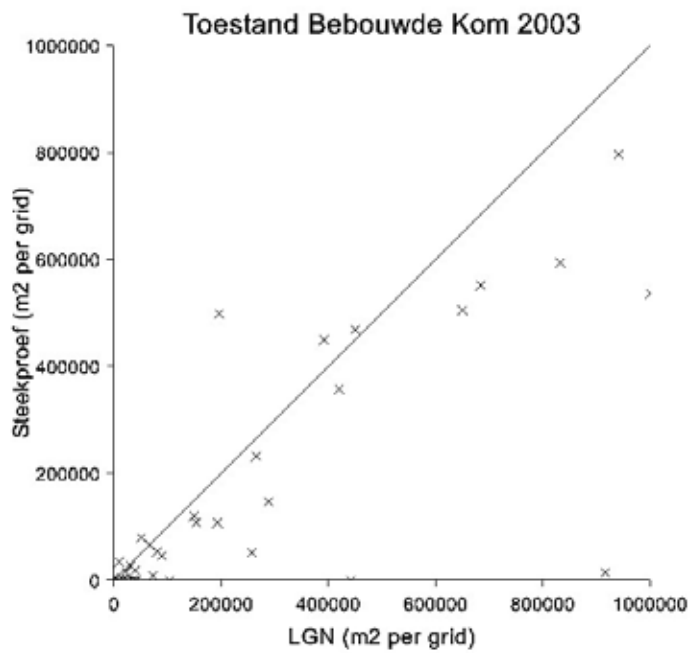
De bebouwde kom is goed waarneembaar op luchtfoto's. Het digitaliseren vanaf luchtfoto's is een betrouwbare manier om de contouren van bebouwde oppervlakken vast te leggen.

Veldwerk

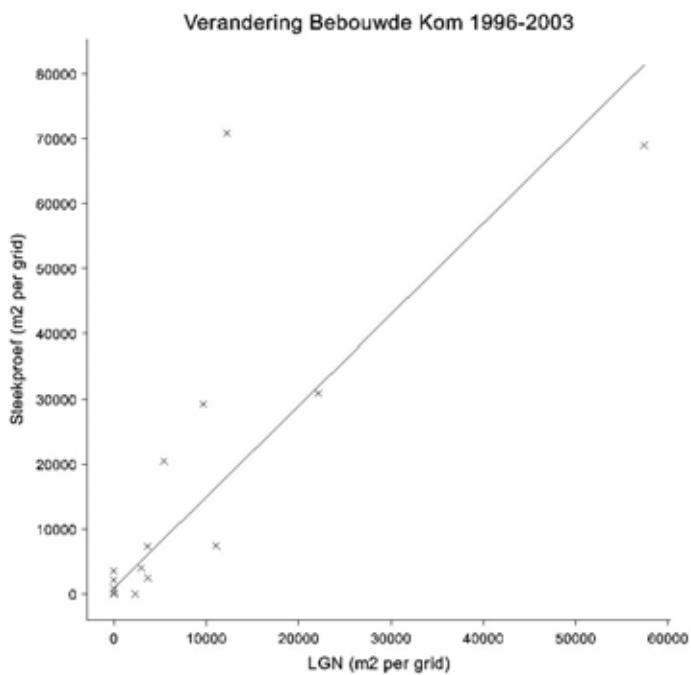
Gezien de schaal van de meeste bebouwde kommen is veldwerk geen optie. In de Steekproef Landschap zijn de bebouwde kommen vooraf met behulp van bestanden en luchtfoto's voor ieder steekproefgebied vastgelegd.

Vergelijking steekproef-landsdekkend bestand

Voor het vergelijken van de bebouwde kom uit de steekproef met gegevens uit LGN is een statistische analyse uitgevoerd. Eerst is gekeken of de toestand met behulp van LGN geschat kan worden (figuur 15). Daarna is hetzelfde gedaan voor de verandering (figuur 16).

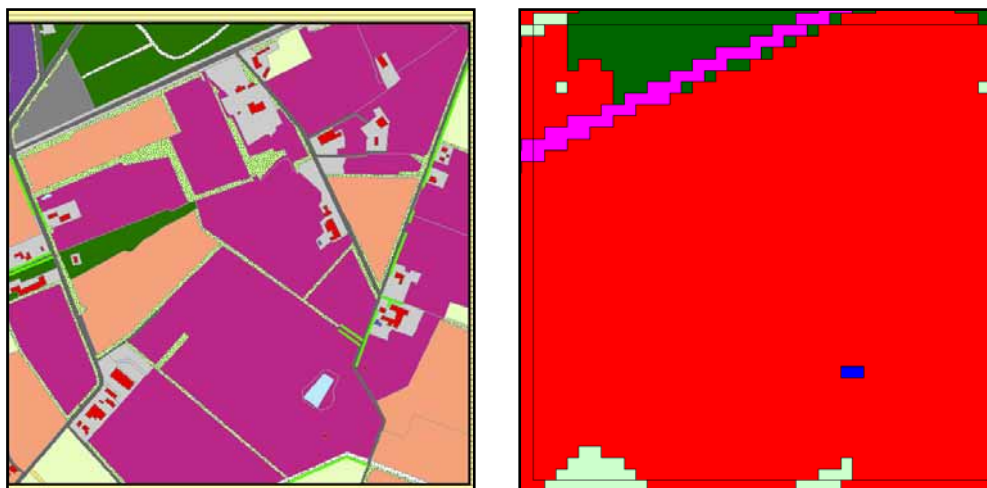


Figuur 15: Vergelijking van de toestand (hoeveelheid) bebouwde kom in hectare van gegevens uit de steekproef landschap met gegevens uit het LGN ($r = 0.5$)



Figuur 16: Vergelijking van de verandering in bebouwde kom in hectare van gegevens uit de steekproef landschap met gegevens uit het LGN ($r = 0.69$)

Het blijkt dat voor de bepaling van de toestand het LGN over het algemeen hogere waarden geeft dan de steekproef. Een nadere bestudering van het LGN levert het beeld op dat het LGN een groter areaal als bebouwing classificeert dan er in werkelijkheid is zoals blijkt uit figuur 17. Een ander effect dat hier een bijdrage aan levert is dat de categorie bebouwing waarop volgens de validatie van het LGN op gemonitord kan worden bestaat uit bebouwde kom plus bebouwing in agrarisch gebied. Voor de verandering geldt dat er enkele steekproefgebieden zijn waarvoor de steekproef hogere waarden geeft dan het LGN. In deze gevallen is de verklaring dat het de aanleg van nieuwe woonwijken betreft die de steekproef wel heeft meegenomen in de opname maar het LGN als gevolg van time-lag niet.



Figuur 17: Steekproefgebied Voorthuizen 1 met links de opgenomen situatie in de steekproef (oranje is bebouwing, paars is camping) en de opname van LGN (rood is bebouwing) voor de situatie in 2003.

Conclusie

Voor het volgen in de tijd van de ontwikkeling van bebouwde kommen zijn er drie landsdekkende bestanden beschikbaar. Alle drie hebben ze echter hun beperkingen. Uit bovenstaande analyse blijkt dat LGN een overschatting voor de toestand en een onderschatting voor de verandering laat zien ten opzichte van de gegevens uit de Steekproef Landschap. De overschatting voor de toestand hangt samen met de twee aspecten dat het LGN meer dan in de werkelijkheid het geval is tot bebouwd gebied rekent plus het effect dat bebouwing in het LGN inclusief bebouwing in agrarisch gebied betreft.

Voor het BBG is deze analyse niet op een zinvolle wijze uitvoerbaar omdat het meest recente BBG uit 2000 stamt en de steekproefgegevens tot 2003 gaan. Gezien het feit dat het BBG een ondergrens hanteert zal dit bestand waarschijnlijk een onderschatting te zien geven.

Resteert nog de Top-10 waarbij er naast de time-lag nog een definitieprobleem speelt over wat bebouwde kom is en wat verspreide bebouwing (figuur 17). Over het geheel gezien is de Top-10 zoals ook uit de ervaringen in de Steekproef Landschap is gebleken het meest betrouwbare bestand voor het volgen van de bebouwing in de tijd.

Bedrijfsterreinen

Tabel 7: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van bedrijfsterreinen

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	-	-	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	+	+	1 hectare
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	-	-	-
Luchtfoto	-	-	-
Veldwerk	-	-	-

Bedrijfsterreinen zijn alleen als aparte categorie opgenomen in het bestand bodemgebruik van het CBS.

BBG

Het BBG maakt onder de hoofdcategorie bebouwing onderscheid in onder andere bedrijfsterreinen. Het is hiermee het enige landsdekkende bestand met informatie over deze specifieke vorm van bebouwing. Wel wordt 1 hectare als ondergrens meegenomen.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

Deze analyse is niet uitgevoerd omdat de steekproef gegevens over 1996-2003 beschikbaar heeft terwijl het BBG tot 2000 gaat. De volgende versie van het BBG met gegevens tot 2003 (nog niet beschikbaar) maakt een dergelijke analyse wel mogelijk.

Conclusie

De enige mogelijkheid om de ontwikkeling in arealen bedrijfsterreinen op basis van een digitaal en landsdekkend bestand te volgen in de tijd is met behulp van het BBG. Eventueel is extra detail aan te brengen in het BBG met betrekking tot werkelijk bebouwd oppervlak door de gebouwen op een bedrijventerrein uit de Top-10 met het BBG te combineren. Naast de totale omvang kan er dan ook iets gezegd worden over de bebouwingsdichtheid. Op een dergelijke wijze wordt in het BelevingsGIS (Roos Klein-Lankhorst et al, 2004; 2005) met de categorie bedrijventerreinen omgegaan.

Verspreide bebouwing

Tabel 8: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van verspreide bebouwing

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-	-	-
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+	+	-
Luchtfoto	+	-	0.5 meter
Veldwerk	+	-	-

Top-10

Verspreide bebouwing is een lastige categorie van bebouwing om te monitoren. De Top-10 is het enige bestand dat over verspreide bebouwing informatie bevat (de categorie bebouwing in agrarisch gebied komt ook in het LGN voor maar deze gegevens zijn ontleend aan de Top-10). Helaas is de voorkomende verspreide bebouwing niet zodanig gecodeerd dat het eenduidig

herkenbaar is. Alleen door middel van GIS-werkzaamheden kan deze informatie uit het bestand worden gehaald. De erven waarop de verspreide bebouwing zich bevindt is aangeduid als 'overig gebruik' en is niet te onderscheiden van de bebouwde kom. De bebouwing is als 'gebouw' opgenomen en eveneens in het landelijke gebied niet automatisch te onderscheiden van de gebouwen in de bebouwde kom. Naast dit probleem kent de Top-10 nog twee problemen. Het eerste is een probleem van temporele aard; het gevolg van het actualiseren van kaartbladen in plaats van het gehele bestand. Hierdoor is het moeilijk om twee versie of tijdstippen met elkaar te vergelijken zoals eerder al is beschreven. Het tweede probleem is dat gebouwen die in werkelijkheid niet zijn veranderd in twee opeenvolgende versies van de Top-10 wel een verschil te zien geven. Dit is het gevolg van (cartografische) correcties in het bestand. Ook komt het voor dat enkele gebouwen die dicht bij elkaar staan in een volgende versie tot een gebouw zijn geworden wat ook de resultaten van een analyse beïnvloedt.

Verspreide bebouwing is voor deze analyse handmatig uit de Top-10 geselecteerd. Hiervoor is de bebouwde kom zoals bepaald en gebruikt in de steekproef landschap gebruikt om onderscheid te maken in gebouwen binnen en buiten de bebouwde kom. Gebouwen buiten de bebouwde kom zijn vervolgens als verspreide bebouwing geïnterpreteerd.

Luchtfoto

Op basis van luchtfoto's is het mogelijk verspreide bebouwing te inventariseren, al is een dergelijke werkwijze wel zeer arbeidsintensief.

Veldwerk

In het veld is het eveneens mogelijk om verspreide bebouwing te inventariseren, wel is een gedetailleerde luchtfoto voorwaarde voor een goede analyse.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

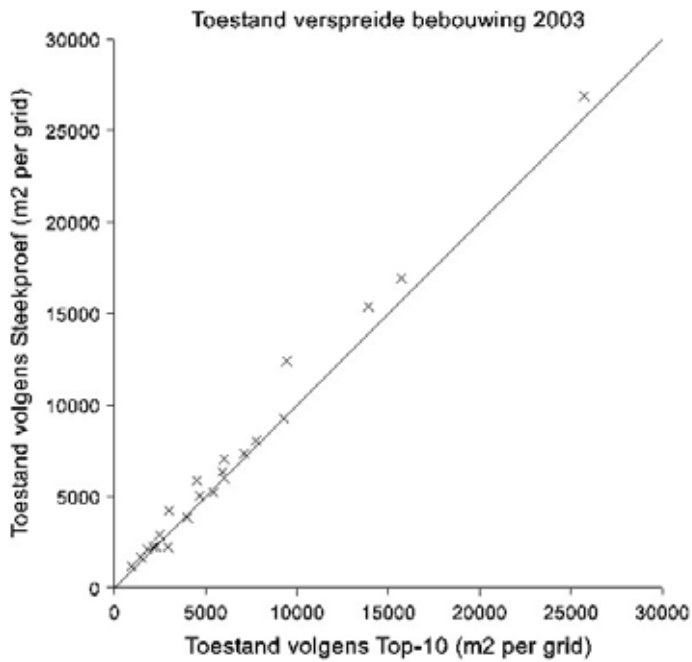
Voor de verspreide bebouwing zijn de resultaten uit de steekproef vergeleken met de Top-10, zowel voor toestand (figuur 18) als voor de verandering (figuur 19).

Uit figuur 18 blijkt dat de Top-10 het voorkomen van verspreide bebouwing ten opzichte van de steekproef goed beschrijft. Dit blijkt ook uit de standaardafwijking van de gegevens uit de steekproef die iets groter is dan die op basis van de gegevens uit de Top-10. Dit laatste bestand levert dus een betrouwbaarder resultaat.

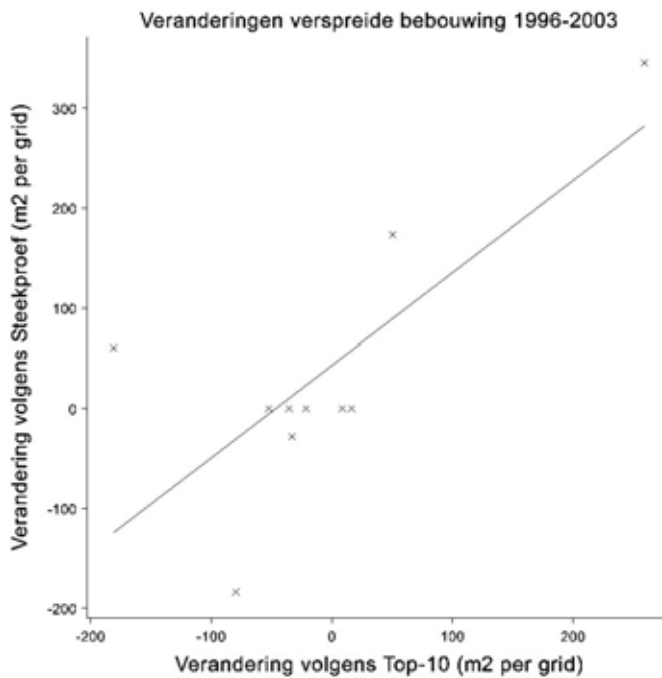
Voor het bepalen van de verandering is het beeld veel minder eenduidig (figuur 19). Eigenlijk valt er op basis van deze gegevens geen uitspraak te doen. Dit heeft te maken met de time-lag waardoor er niet voor alle steekproefgebieden in de tijd vergelijkbare gegevens uit de Top-10 gehaald kunnen worden.

Conclusie

Voor het bepalen van de toestand is uit de statistische vergelijking gebleken dat de Top-10 een zeer goed alternatief vormt voor een steekproef. Voor het bepalen van veranderingen kan op basis van de statistische vergelijking geen uitspraak worden gedaan. Op basis van ervaring is het advies om ook de veranderingen met behulp van de Top-10 te gaan volgen waarbij er rekening met het aspect van time lag moet worden gehouden.



Figuur 18: Vergelijking van de toestand voor verspreide bebouwing in vierkante meters op basis van gegevens uit de steekproef landschap en de Top-10 ($r = 0.99$)



Figuur 19: Vergelijking van de verandering voor verspreide bebouwing in vierkante meters op basis van gegevens uit de steekproef landschap en de Top-10 ($r = 0.90$)

Erven (buiten de bebouwde kom)

Tabel 9: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van woonerven

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	+	-	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-	-	-
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	-	-	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

Top-10

Erven buiten de bebouwde kom zijn als overige gebruik opgenomen in de Top-10. Woonerven moeten daarom handmatig uit het bestand gehaald worden. Wellicht is een toekomstige koppeling met gegevens van het Kadaster mogelijk om woonerven buiten de bebouwde kom op basis van eigendom uit de Top-10 te filteren.

Luchtfoto

Op basis van luchtfoto's is het mogelijk erven in het landelijke gebied te inventariseren. Dit is echter wel een bewerkelijke stap.

Veldwerk

In het veld is het eveneens mogelijk om erven in het landelijke gebied te inventariseren, wel is een luchtfoto voorwaarde voor een goede analyse.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

Er is geen statistische analyse uitgevoerd om gegevens uit de steekproef te vergelijken met de Top-10. Tijdens het veldwerk is gebleken dat woonerven vrijwel perfect door de Top-10 worden opgenomen. Verschillen die zijn geconstateerd in het veld betreffen zeer recente uitbreidingen van bestaande woonerven en incidenteel een nieuw erf en zijn allen veroorzaakt doordat de top-10 nog niet was geactualiseerd. Woonerven zijn echter alleen handmatig uit de Top-10 te selecteren doordat het als categorie overig grondgebruik is geclassificeerd waarmee het samen met alle andere vormen van overig grondgebruik valt.

Conclusie

Monitor woonerven buiten de bebouwde kom met behulp van de Top-10.

3.5.3 Infrastructuur

In de categorie infrastructuur is in de steekproef onderscheid gemaakt in 6 klassen:

- Spoor- tram- en metrowegen
- Wegen (volgens classificatie Top-10)
- Fietspad
- Wandelpad
- Vliegvelden
- Havens

De eerste vier categorieën worden samengenomen en besproken. Vliegvelden en havens komen incidenteel voor en ontbreken in de opnamen van de steekproef landschap. Deze twee worden verder buiten beschouwing gelaten hier.

Lijnvormige infrastructuur

Tabel 10: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van infrastructuur

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	+	-	-
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+	-	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

Top-10

Lijnvormige infrastructuur wordt in verschillende categorieën zoals hierboven beschreven meegenomen.

BBG

Het BBG neemt infrastructuur in drie klassen mee: spoorwegen, hoofdwegen en vliegvelden. Verschillende typen wegen en het onderscheid in fiets-en wandelpaden valt op basis van het BBG niet te maken. Bovendien blijkt uit het voorbeeld in figuur 1 dat er in het BBG onvolkomenheden voorkomen.

LGN

Het LGN neemt alleen hoofdwegen en spoorwegen mee. In vergelijking met de Top-10 geldt voor het LGN hetzelfde als voor het BBG.

Luchtfoto

Infrastructuur is op luchtfoto's over het algemeen goed herkenbaar. Het is echter door beplanting langs wegen soms niet goed mogelijk om bijvoorbeeld fietspaden langs wegen te kunnen herkennen. Sowieso is het onderscheiden van typen wegen op basis van luchtfoto's lastig.

Veldwerk

Uit ervaringen met de steekproef landschap is in het veld gebleken dat de Top-10 voor de categorie lijnvormige infrastructuur goed is. Er zijn vrijwel geen wegen of paden in het veld gesignaleerd die niet op de Top-10 stonden; uitgezonderd gevallen waarbij de Top-10 achterliep op de ontwikkelingen (time-lag).

Vergelijking steekproef-landsdekkend

Er is geen statistische analyse uitgevoerd omdat de gegevens in de steekproef zijn ontleend aan die in de top-10 voor deze categorie. Verschillen in openbaar toegankelijke wegen waren steeds het gevolg van time-lag en niet van fouten in de top-10. Wel zijn er voorbeelden gevonden van landbouwpaden vanaf een erf langs percelen die niet of onvolledig in de top-10 aanwezig waren waarvan een deel ook weer door time-lag kan worden verklaard.

Conclusie

Monitor lijnvormige infrastructuur met de top-10.

3.5.4 Recreatie

Binnen recreatie zijn in de steekproef landschap 6 verschillende meetvariabelen onderscheiden:

- Parken en plantsoenen
- Sportterreinen
- Dagrecreatie
- Volkstuinen
- Verblijfsrecreatie
- Golfbanen

Ondanks de indeling in verschillende variabelen behandelen we deze toch als een geheel omdat deze alleen met behulp van BBG te volgen zijn. De Top-10 kent wel sportterreinen maar deze zijn in de huidige Top-10 alleen als symbool (annotatie) opgenomen.

Tabel 11: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van recreatie

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	-	-	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	+	+	0,1 tot 1 hectare
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	-	-	-
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

BBG

Het bodemgebruiksbestand van het CBS is het enige landsdekkende bestand met een regelmatig actualisatie waarin verschillende vormen van recreatie worden meegenomen. Afhankelijk van het type recreatie varieert de ondergrens van 0,1 hectare voor volkstuinen naar 0,5 hectare voor sportterreinen en 1 hectare voor de overige klassen.

Luchtfoto

Alle meetvariabelen onder de noemer recreatie, behalve dagrecreatie en verblijfsrecreatie zijn met behulp van luchtfoto's te bepalen. Het is echter bewerkelijk en daarmee tamelijk kostbaar. Deze methode is vooral geschikt voor gebruik in een steekproef.

Veldwerk

In het veld zijn alle vormen van recreatie herkenbaar. Net als bij de luchtfoto's leent deze benadering zich vanuit het kostenperspectief vooral voor een steekproef.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

In de steekproef landschap is over twee perioden gemeten (1990-1996 en 1996-2003). Het CBS bestand met bodemgebruik (vroeger CBS bodemstatistiek nu BBG) is beschikbaar voor de peildata 1989, 1993, 1996 en 2000. Door veranderingen in definities van klassen van voor 1996 en erna is het niet goed mogelijk onderdelen met elkaar te kunnen vergelijken. Het zou vanaf 1996 kunnen, maar dan is het probleem dat de uitgave BBG 2003 nog niet beschikbaar is.

Conclusie

Indien de verschillende categorieën van recreatie gevolgd worden zoals hier onderscheiden ligt het gebruik van het BBG bestand voor de hand. Wellicht dat er in BORIS, dat zich

overigens ook BBG gegevens gebruikt, nog aanvullende informatie voorhanden is. De bruikbaarheid van de bestanden uit BORIS zijn hier niet verder onderzocht.

3.5.5 Natuur

Binnen de categorie natuur zijn de volgende eenheden onderscheiden:

- Loofbos
- Naaldbos
- Heide
- Stufzand

Bij de opzet van de steekproef is gekozen voor het landelijke gebied als studiegebied (Koomen et al, 2004). Het gevolg van deze keuze is geweest dat de locaties van steekproefgebieden (1 km x 1 km) zo zijn gekozen dat stedelijke kernen en grote aaneengesloten natuurgebieden zoveel mogelijk buiten beschouwing zijn gebleven. Dit heeft uiteraard voor sommige meetvariabelen van de categorie natuur tot gevolg dat deze niet of nauwelijks voorkomen in de steekproef. Gevolg is dat een vergelijking met een landsdekkend bestand niet gemaakt kan worden omdat er te weinig data beschikbaar is. Dit is vooral het geval voor heide en stuifzand.

Loofbos/naaldbos

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschikt voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	+/-	-	1 hectare
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+/-	-	-
Luchtfoto	+/-	-	-
Veldwerk	+	-	-

Tabel 12: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van bos

Top-10

Loofbos en naaldbos zijn apart in de Top-10 opgenomen.

BBG

In het bestand bodemgebruik is alleen een categorie bos opgenomen onder de hoofdgroep natuur.

LGN

Loofbos en naaldbos zijn wel apart opgenomen maar hierop kan niet betrouwbaar worden gemeten volgens een validatie-studie van het LGN. Wel kan loofbos en naaldbos samen gevolgd worden.

Luchtfoto

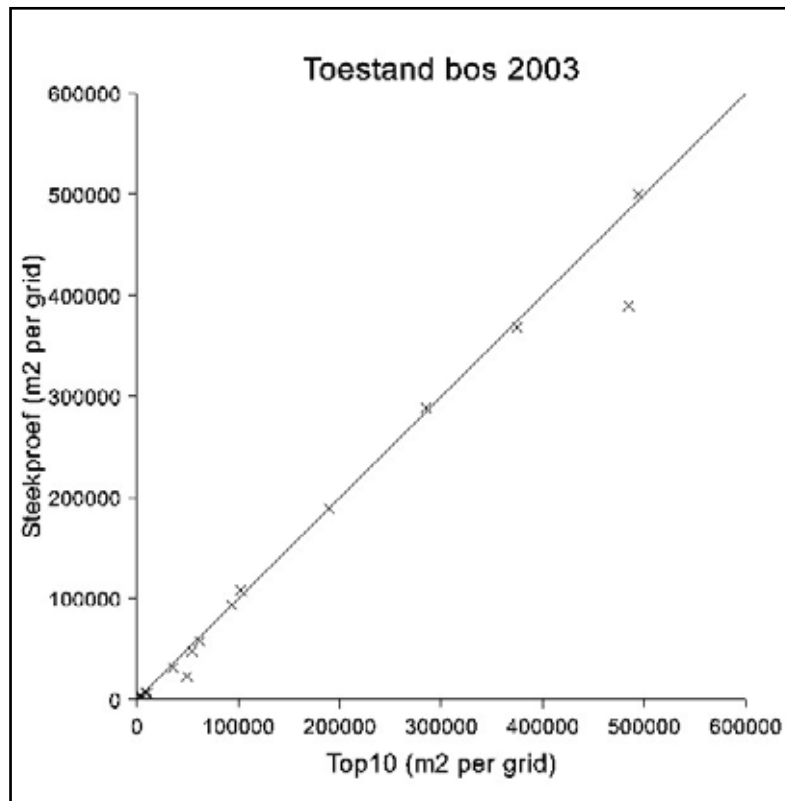
Op luchtfoto's is bos goed te onderscheiden. Bij jonge aanplant is het onderscheid tussen loof- en naaldbos lastig zichtbaar. Methode is echter bewerkelijk en vooral geschikt voor een benadering met een steekproef.

Veldwerk

In het veld is het onderscheid tussen loofbos en naaldbos uiteraard goed te maken. Ook voor veldwerk geldt dat dit gezien de kosten (arbeidsintensief) vooral geschikt is voor een steekproef.

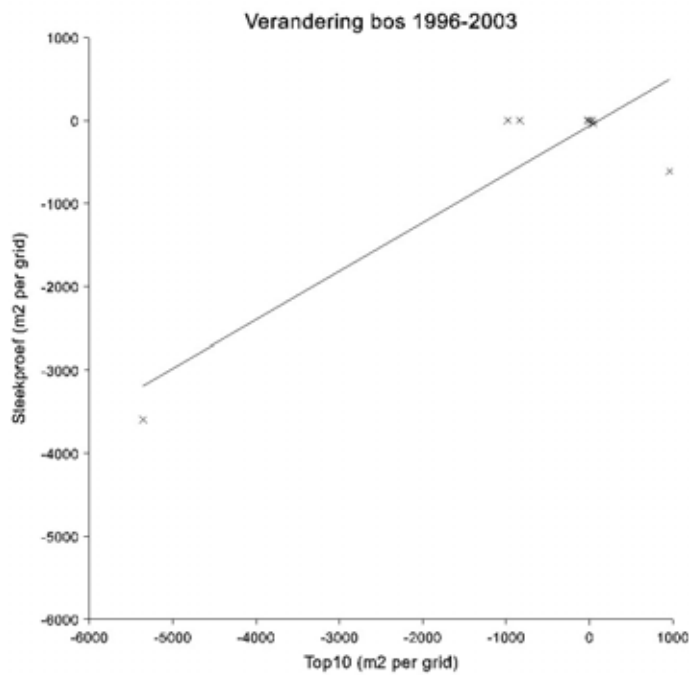
Vergelijking steekproef-landsdekkend

Voor het vergelijken van toestand en verandering van het areaal bos (loofbos plus naaldbos) is gebruik gemaakt van de Top-10 en het landgebruiksbestand LGN. In deze volgorde worden de resultaten hier gepresenteerd.

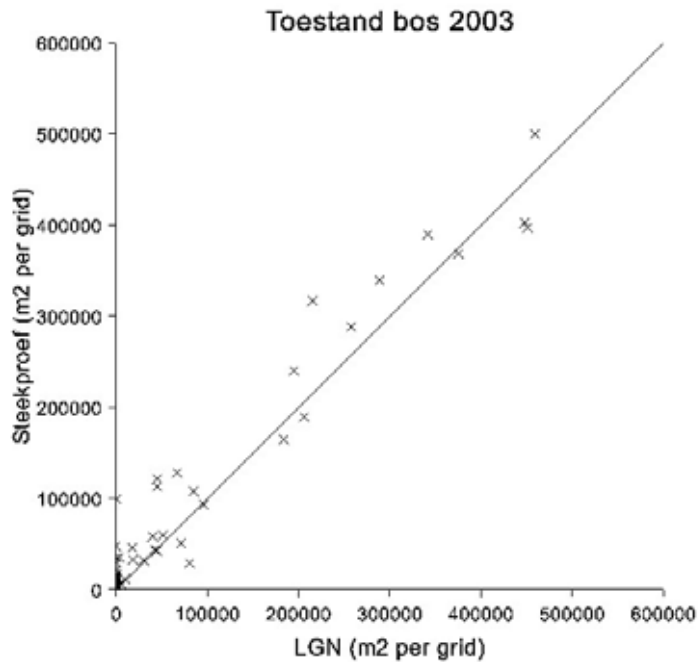


Figuur 20: Vergelijking van de toestand voor bos in vierkante meters op basis van gegevens uit de steekproef landschap en de Top-10 ($r = 0.99$)

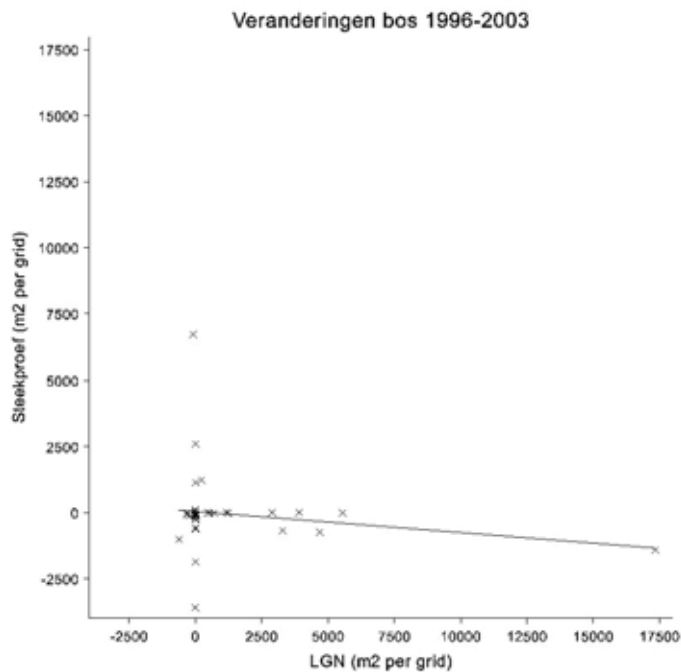
Het blijkt dat de toestand van bos door de Top-10 (figuur 20) vrijwel net zo goed wordt beschreven als die volgens de steekproef. Dit in tegenstelling tot de analyse van veranderingen uit de steekproef en de top-10 op basis waarvan geen duidelijke conclusies kunnen worden getrokken. Er zijn te weinig meetpunten, steekproefgebieden met een verandering in het areaal bos tussen 1996 en 2003, beschikbaar. Ook de time-lag in de Top-10 speelt hierbij een rol waardoor er als gevolg van de selectie-eisen nog minder punten overblijven.



Figuur 21 Vergelijking van de verandering in bos in vierkante meters op basis van gegevens uit de steekproef landschap en de Top-10 ($r = 0.90$)



Figuur 22: Vergelijking van de toestand voor bos in vierkante meters op basis van gegevens uit de steekproef landschap en het LGN ($r = 0.98$)



Figuur 23: Vergelijking van de verandering in bos in vierkante meters op basis van gegevens uit de steekproef landschap en het LGN ($r = -0.18$)

Voor de vergelijking tussen gegevens uit de steekproef en uit het LGN komt een vergelijkbaar beeld naar voren als bij de vergelijking steekproef - Top-10. De toestand wordt door LGN redelijk goed beschreven in vergelijking met de steekproef al is het percentage verklaarde variantie lager dan bij de vergelijking met de Top-10. Voor de verandering geldt dat er geen conclusies kunnen worden getrokken.

Conclusie

Bos kan het beste worden gevolgd in de tijd (toestand) met behulp van de Top-10. Voor veranderingen kunnen geen statistische uitspraken worden gedaan. Op basis van ervaring wordt aanbevolen om voor het bepalen veranderingen de Top-10 te benutten.

Heide

Tabel 13: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van heide

Bron	Aanwezig	Geschikt voor analyse	Ondergrens
Top-10	+	+	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-	-	1 hectare
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+	-	-
Luchtfoto	-	-	-
Veldwerk	+	-	-

Top-10

Heide (code 05240) wordt in de Top-10 opgenomen. In de incidentele gevallen dat er heide voorkwam in een steekproefgebied bleek dat heide goed in de Top-10 was opgenomen.

LGN

Heide wordt in LGN (sinds LGN 3) als aparte categorie onderscheiden. Het monitoren van veranderingen tussen opeenvolgende edities is niet mogelijk op basis van het LGN. Dit levert geen betrouwbare gegevens op (Wit et al, 1999; 2003).

Veldwerk

In het veld is heide goed op te nemen, zoals tijdens de steekproef landschap is gebleken. Luchtfoto's vormen hierbij een belangrijk hulpmiddel.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

Het aantal steekproefgebieden waarbinnen heide voorkomt is in de steekproef echter beperkt terwijl het aantal met veranderingen in heide zelfs nul is. Hierdoor valt er geen analyse te maken van de betrouwbaarheid van een landsdekkend bestand ten opzichte van de steekproef.

Conclusie

Hoewel we de conclusie met betrekking tot het voorkomen van heide niet kunnen staven met statistische vergelijkingen is de aanbeveling toch om heide te volgen met behulp van de Top-10. Een mogelijk alternatief is om voor de monitoring van het areaal heide de terreinbeherende organisaties te raadplegen.

Stuifzand

Tabel 14: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van stuifzand

<i>Bron</i>	<i>Aanwezig</i>	<i>Geschied voor analyse</i>	<i>Ondergrens</i>
Top-10	-		-
Bestand BodemGebruik (BBG)	-		1 hectare
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+		-
Luchtfoto	+		-
Veldwerk	+		-

Top-10

Stuifzand (code ?) wordt in de Top-10 opgenomen. In de incidentele gevallen dat er stuifzand voorkwam in een steekproefgebied bleek dat het goed in de Top-10 was opgenomen.

LGN

Stuifzand wordt sinds LGN3 wel apart opgenomen maar hierop kan niet betrouwbaar worden gemonitord volgens een validatie-studie van het LGN (Wit, et al, 1999; 2003).

Luchtfoto

Op luchtfoto's zijn stuifzanden goed te onderscheiden. Methode is echter bewerkelijk (digitaliseren vanaf een luchtfoto).

Veldwerk

In het veld zijn stuifzanden goed te onderscheiden. Luchtfoto's vormen hierbij een belangrijk hulpmiddel.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

Een vergelijking tussen de steekproef en een landsdekkend bestand is gezien het zeer beperkte voorkomen van stuifzand in de steekproefgebieden niet mogelijk.

Conclusie

De conclusie met betrekking tot stuifzand kan niet worden getrokken op basis van statistische vergelijkingen. Toch is de aanbeveling om stuifzand te volgen met behulp van de Top-10. Een mogelijk alternatief is om voor de monitoring van het areaal stuifzand de terreinbeherende organisaties te raadplegen.

3.5.6 Water

De steekproef landschap onderscheidt binnen de hoofdcategorie water de volgende meetvariabelen:

- Sloten
- Beken
- Rivieren
- Wielen
- Poelen
- Vaarten en kanalen
- Meren
- Zee

Het probleem bij het monitoren van water is dat de beschikbare landsdekkende bestanden wel allemaal water opnemen maar niet onderverdeeld naar de bovenstaande indeling. Water valt dus vooral als geheel te volgen op basis van landsdekkende bestanden. Dit probleem is al eerder gesignaleerd bij het BelevingsGIS (Roos-Klein Lankhorst et al, 2004).

Tabel 15: Overzicht van beschikbare mogelijkheden voor monitoring van water

Bron	Aanwezig	Geschikt voor analyse	Ondergrens
Top-10	+	+/-	-
Bestand BodemGebruik (BBG)	+	+/-	1 hectare
Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN)	+	+/-	25 m x 25 m
Luchtfoto	+	-	-
Veldwerk	+	-	-

Top-10

Water is in de Top-10 goed opgenomen. Het enige probleem is dat de verschillende categorieën water niet overeenkomen met de indeling van water zoals hierboven beschreven. De Top-10 onderscheidt groot water, klein water en sloten. Als groep in totaal is de Top-10 dus bruikbaar (zie ook de analyse van de vergelijking met de gegevens uit de steekproef).

BBG

Het BBG maakt wel onderscheid in diverse voorkomens van water maar in een andere indeling als hierboven beschreven. Deze indeling wijkt sterk af van de indeling hierboven en heeft vooral een geografische indeling (IJsselmeer, Randmeren, etc.). Het BBG neemt niet al het water mee; alle vlakken kleiner dan 1 hectare worden niet in het bestand opgenomen.

LGN

Het LGN neemt water als een gehele groep mee in de opeenvolgende edities. Voor het monitoren van verschillende categorieën water is het dus niet geschikt.

Luchtfoto

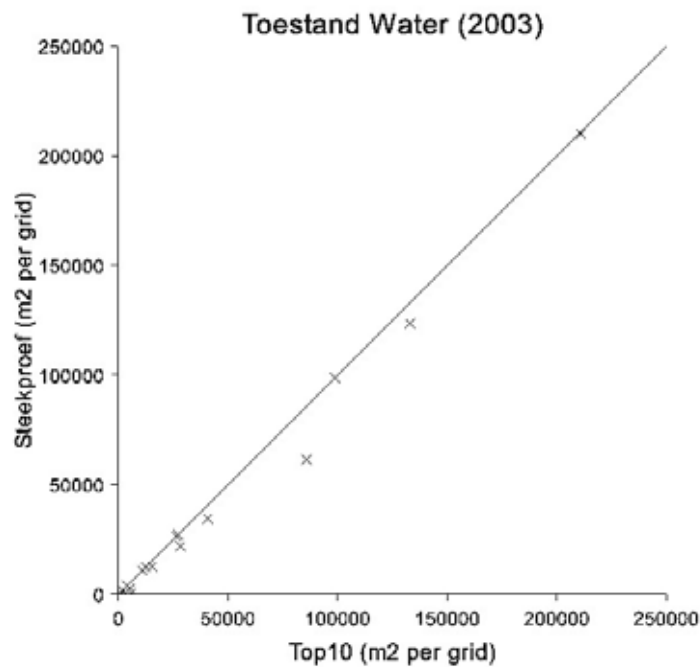
Verschillende typen water zijn op luchtfoto's over het algemeen prima herkenbaar. Het vastleggen ervan is echter een bewerkelijke en daarmee kostbare klus.

Veldwerk

In het veld is water uiteraard goed waarneembaar. Het grote voordeel van veldwerk is dat het mogelijk is om water in de verschillende categorieën vast te leggen. Gezien de kosten lijkt dit echter geen haalbaar alternatief voor water, behalve in de vorm van een steekproef.

Vergelijking steekproef-landsdekkend

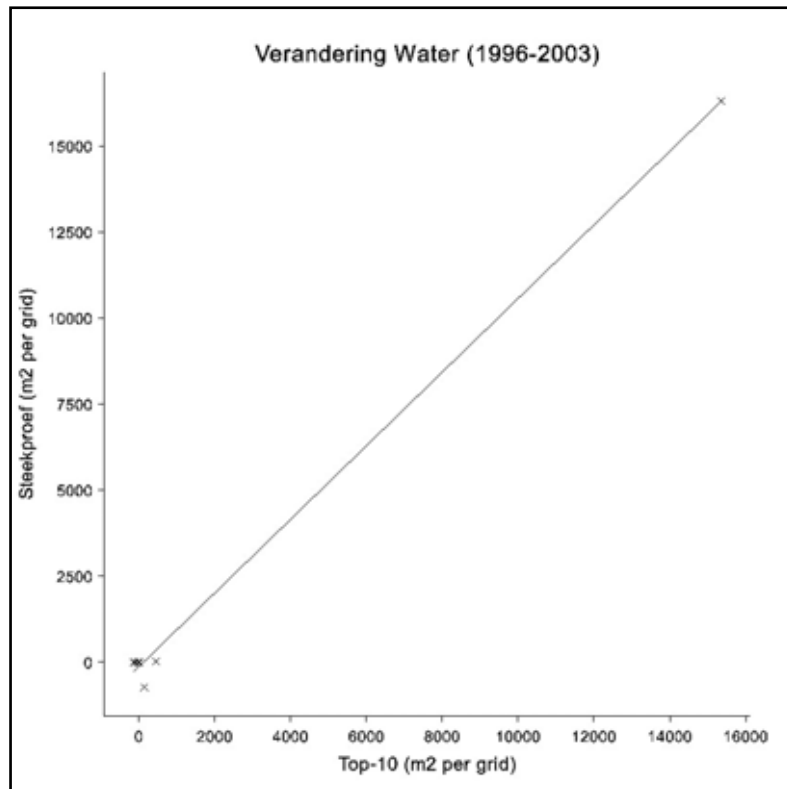
Er is een vergelijking gemaakt tussen de opname van water in de steekproef landschap (Top-10 + Luchtfoto + Veld) met het voorkomen van water in de Top-10 en het LGN over de periode 1996-2003. Voor zowel de toestand als voor de verandering is een analyse uitgevoerd. Eerst komt de vergelijking Top-10 met steekproef aan bod, daarna die met het LGN.



Figuur 24: Toestand water in 2003 bepaald volgens de steekproef en Top-10 ($r = 0.99$)

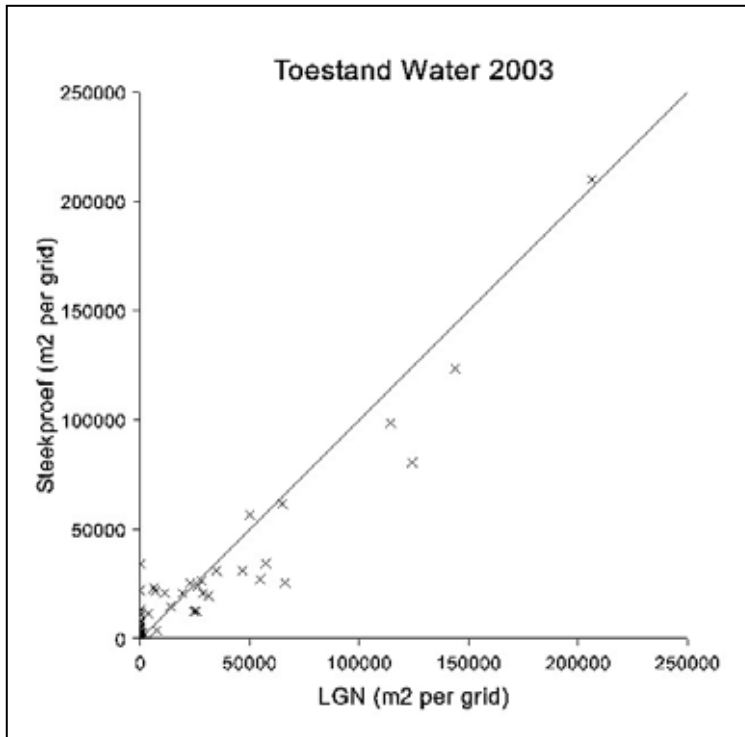
Uit figuur 24 valt te concluderen dat op basis van het voorkomen van water in de steekproef en in de Top-10 de toestand (schatting van het areaal water) in 2003 goed overeenkomen. Ten opzichte van een steekproef kan het areaal water met $r = 1$ uit de Top-10 gehaald worden. Het landsdekkende Top-10 bestand is dus voor het bepalen van de toestand (in 2003) een goed alternatief voor de steekproef.

Het bepalen van de verandering op basis van de steekproef en de Top-10 geeft veel minder uitsluitel (figuur 25). Als gevolg van het geringe aantal steekproefgebieden met veranderingen (totaal 15) in de steekproef is het niet mogelijk om hierover uitspraken te doen. Daar komt nog bij dat door de verschillende opname's van de Top-10 bladen er van de 15 steekproefgebieden er slechts enkele overblijven die in de tijd (1996-2003) samenvallen met de steekproef (time-lag). Het percentage verklaarde variantie is hoog maar dit is vrijwel volledig het gevolg van het ene meetpunt rechtsboven in de grafiek.

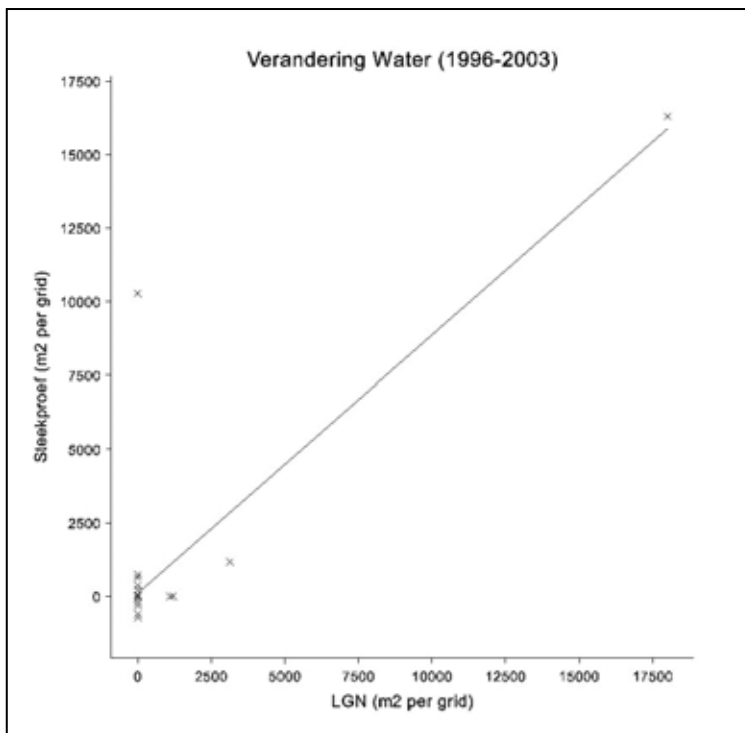


Figuur 25: Verandering water 1996-2003 bepaald volgens de steekproef en Top-10 ($r = 1$)

Er is ook een vergelijking gemaakt tussen de gegevens voor water uit de steekproef en die uit het LGN. De resultaten van deze analyse zijn weergegeven in figuur 26 (toestand) en figuur 27 (verandering).



Figuur 26: Toestand water in 2003 bepaald volgens de steekproef en met het LGN ($r = 0.98$)



Figuur 27: Verandering water volgens steekproef en het LGN ($r = 0.83$)

In grote lijnen laat de analyse van de steekproef met het LGN dezelfde resultaten zien als de vergelijking tussen de steekproef en de Top-10. De toestand wordt redelijk goed beschreven door het LGN al is het minder dan in de Top-10. Voor de verandering zijn er meer meetpunten beschikbaar voor de vergelijking steekproef met LGN (geen time-lag), maar er is één meetpunt dat het percentage verklaarde variantie verklaart en dat is te weinig.

Conclusie

Water kan voor wat betreft de toestand prima gevolgd worden in de tijd met behulp van de Top-10, beter dan met het LGN. Qua volledigheid is de Top-10 het meest geschikt doordat dit bestand ook allerlei kleine wateren zoals poelen meeneemt (gecodeerd als water). Voor het bepalen van veranderingen in de tijd is het advies om eveneens de Top-10 te gebruiken. Helaas kan dit niet worden onderbouwd met de statistische analyse uit figuur 26 en 27.

Het is echter onmogelijk om de verschillende categorieën van water zoals in de steekproef onderscheiden te monitoren met landsdekkende bestanden. In het belevingsGIS is met behulp van het Water Informatie Systeem (WIS) en de Top-10 op basis van toponiemen wel onderscheid gemaakt in de gewenste categorieën. Omdat het WIS waarschijnlijk niet snel zal worden geactualiseerd blijft dit een eenmalige actie.

Steekproef blijft voor sommige variabelen noodzakelijk

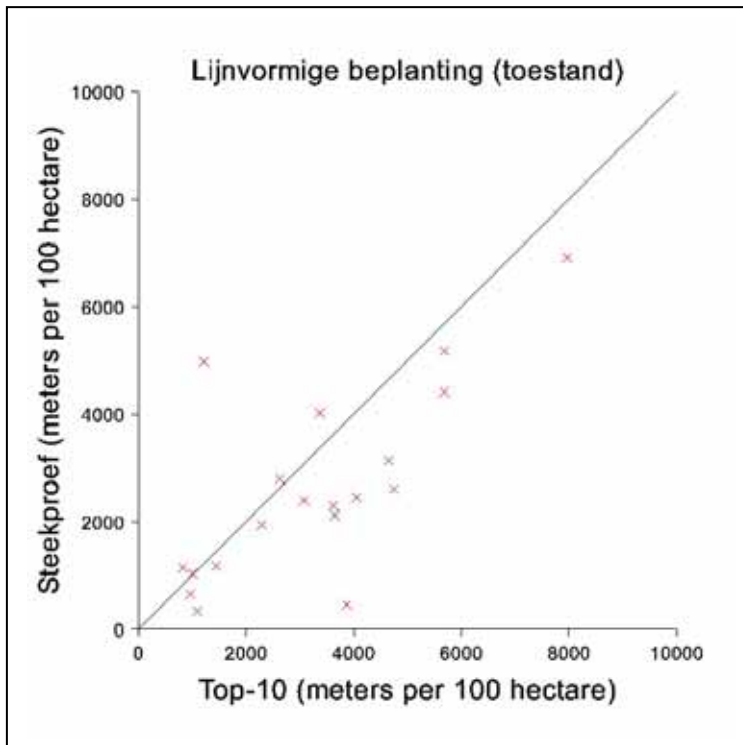
Tot nu toe is voor alle meetvariabelen beschreven welke landsdekkende bestanden beschikbaar zijn om te gebruiken bij monitoring. Er is echter een beperkte set van variabelen waarvan vooraf al vaststaat dat er geen enkel alternatief voor een steekproef beschikbaar is omdat landsdekkende bestanden de informatie die benodigd is om te kunnen monitoren niet of niet goed genoeg meeneemt (stap 4 en 5 in figuur 5 pagina 23). Deze variabelen worden achtereenvolgens beschreven waarbij de vraagstelling ten opzichte van de meetvariabelen die tot nu toe zijn beschreven wezenlijk anders is. De vraag is niet langer in hoeverre het met landsdekkende bestanden mogelijk is deze meetvariabelen te monitoren maar hoe groot een steekproef zou moeten zijn om tot significante uitspraken op de gewenste ruimtelijke niveaus (Nederland, Hoog/Laag Nederland en de landschapstypen, zie Koomen et al, 2004) te kunnen komen. Hiervoor is een zogenaamde power analyse uitgevoerd.

3.5.7 Lijnvormige beplanting

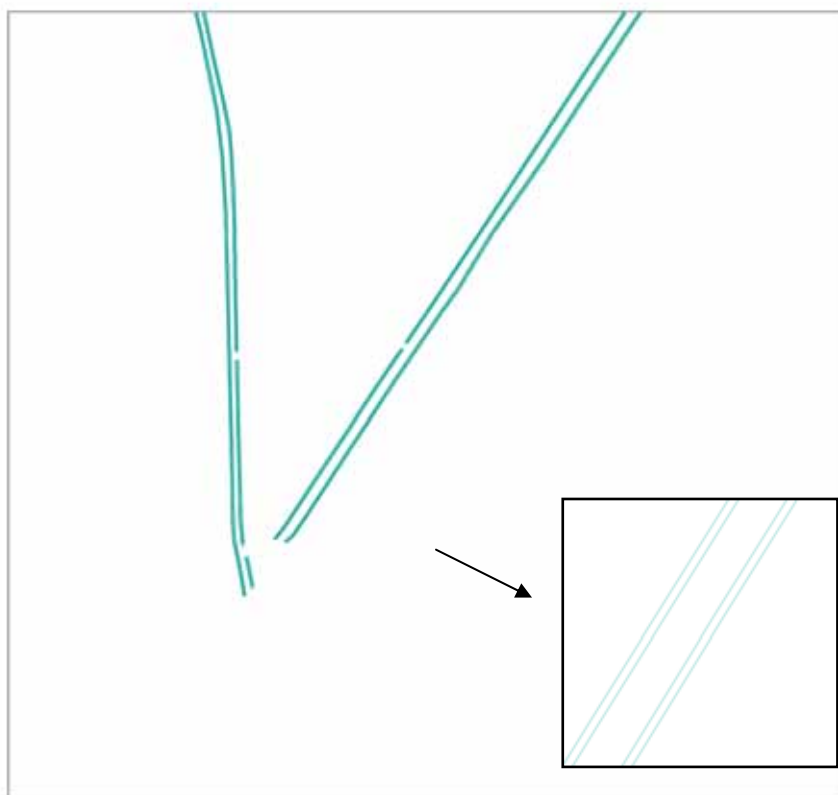
Voor de meetvariabele lijnvormige beplanting zijn de statistische analyses gebaseerd op de vergelijking tussen Top-10 en de steekproef wel uitgevoerd. Voor de toestand is het resultaat weergegeven in figuur 28.

Wat opvalt in figuur 28 is dat er slechts weinig punten dicht langs de regressielijn liggen, de meeste punten liggen eronder. Dat betekent dat de waarden voor de toestand uitgedrukt in meters aan lijnvormige beplanting per 100 hectare in de Top-10 vaak hoger liggen dan die volgens de steekproef landschap. Ervaringen uit de steekproef met het werken met lijnvormige beplanting uit de Top-10 hebben laten zien dat er in de Top-10 met betrekking tot lijnvormige beplanting vaak omissies zitten. Wat is er hier aan de hand?

Een nadere analyse van de gegevens uit de Top-10 maakte duidelijk dat de hogere waarden in x gevallen het gevolg was van het dubbeltellen van enkele bomenrijen. Dit fenomeen is geïllustreerd in figuur 29.



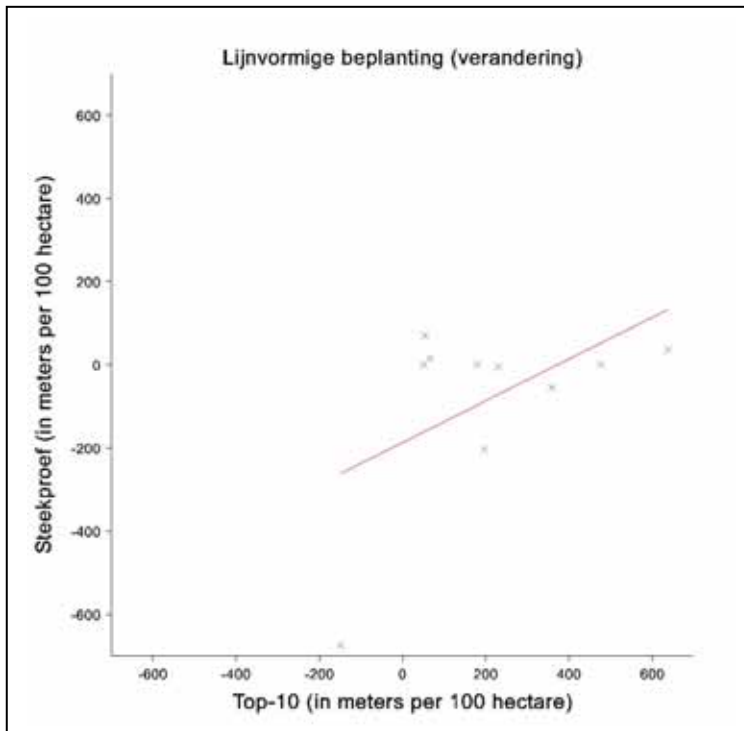
Figuur 28: Vergelijking van de toestand voor lijnvormige beplanting op basis van gegevens uit de steekproef en de Top-10.



Figuur 29: Lijnvormige beplanting in het steekproefgebied Emmen volgens de Top-10. Het detail laat zien dat enkele bomenrijen dubbel in het digitale bestand van de Top-10 terecht zijn gekomen.

Hoewel figuur 28 in eerste instantie duidelijk lijkt te maken dat de toestand van lijnvormige beplanting door de Top-10 redelijk wordt beschreven is dit in werkelijkheid niet het geval gezien de x gebieden waar het fenomeen zoals in figuur 29 omschreven voorkomt.

Behalve naar de toestand is ook gekeken naar de verandering. De resultaten van deze statistische vergelijking zijn gepresenteerd in figuur 30.



Figuur 30: Vergelijking van de steekproef met de Top-10 voor de verandering in lijnvormige beplanting.

Er vallen twee zaken op in figuur 30; allereerst het geringe aantal meetpunten in de grafiek en daarna het feit dat de meeste waarden uit de steekproef rond 0 liggen terwijl de Top-10 voor diezelfde punten een tamelijk grote verandering geeft.

Het geringe aantal meetpunten is het gevolg van time-lag in de Top-10 waardoor er slechts 10 steekproefgebieden beschikbaar zijn voor de vergelijking met de gegevens uit de steekproef landschap.

De ligging van de punten laat zien dat de veranderingen volgens de steekproef landschap voor deze 10 punten over het algemeen klein zijn (iets groter of kleiner dan 0) terwijl de veranderingen volgens de Top-10 voor 6 punten rond de 200 meter of hoger liggen. Aangezien de resultaten uit de steekproef zijn verkregen door middel van topkaarten, luchtfoto's en veldwerk (2003) en daardoor betrouwbaar zijn lijkt het erop dat de Top-10 logischerwijs ook voor de veranderingen omissies laat zien.

Hoe groot is nu werkelijk de afwijking van de Top-10 ten opzichte van de veldsituatie? De steekproef laat zien dat er grote afwijkingen zijn. Per steekproefgebied varieert dit van enkele tot vele tientallen procenten. Om dit getal verder te kunnen onderbouwen is er een analyse gemaakt van de vergelijking tussen Top-10 en gegevens uit de Monitor Kleine

LandschapsElementen (MKLE) voor het studiegebieden Zeevang In Noord-Holland. MKLE neemt in het veld met behulp van vrijwilligers de groene en blauwe landschapselementen op.

De Top-10 maakt alleen onderscheid in enkele en dubbele bomenrijen. MKLE werkt met extra categorieën waarbij het wel of niet voorkomen van een struiklaag onder de bomenrij nog wordt meegenomen. De vergelijking van bomenrijen (enkel en dubbel) uit de Top-10 met MKLE voor het studiegebied Zeevang laat zien dat de Top-10 ten opzichte van MKLE 21% van de bomenrijen mist.

Het gedetailleerd monitoren van lijnvormige opgaande beplanting is overigens een arbeidsintensieve opgave. Gedurende het veldwerk van de steekproef landschap kostte deze meetvariabele verreweg de meeste tijd, zowel qua voorbereiding als qua veldopname. Tijdens de steekproef landschap bleek dat de Top-10 voor lijnvormige beplanting onvolledig is. De gepresenteerde analyse onderschrijft dat beeld.

Zowel uit ervaringen met het MKLE als op basis van de statistische analyse op basis van steekproef en de Top-10 laten zien dat het gedetailleerd en betrouwbaar monitoren van lijnvormige beplanting met de Top-10 geen optie is. Wel kan de Top-10 gebruikt worden om een grove indruk te krijgen van veranderingen zoals bij de bepaling van schaalkenmerken in een aantal klassen. Andere geschikte landsdekkende bestanden zijn niet beschikbaar. Proeven met hoge resolutie satellietbeelden wijzen uit dat ook hier grote beperkingen aan zitten (Mucher et al, 2001) nog afgezien van de hoge kosten.

De methoden die beschikbaar zijn voor het gedetailleerd monitoren van opgaande lijnvormige beplanting is naast die van een steekproef ook het MKLE. Het vlakdekkend vullen van Nederland met het MKLE is echter een omvangrijke en tamelijk kostbare operatie. Hier gaan we verder op de mogelijkheden met behulp van een steekproef. In het project steekproef landschap zijn 72 steekproefgebieden in het veld geïnventariseerd. Hiermee konden op het niveau van Nederland en Hoog en Laag Nederland uitspraken worden gedaan over de veranderingen. Voor het niveau van landschapstypen bleek de steekproefomvang te gering om betrouwbare analyses uit te voeren. Indien er op dit niveau uitspraken moeten worden gedaan zijn meer steekproefgebieden nodig, maar hoeveel?

Tabel 16: Verdeling van de 72 steekproefgebieden over de landschapstypen.

<i>Landschapstype</i>	<i>Aantal steekproefgebieden (totaal 72)</i>
Heuvellandschap	3
Zandlandschap	26
Hoogveenlandschap	5
Rivierenlandschap	6
Zeekleilandschap	14
Laagveenlandschap	9
Droogmakerijen	7
Kustlandschap	2

Om dat te bepalen is er een statistische techniek beschikbaar met de naam 'power analyse'. Hiermee is het onder andere mogelijk om op basis van de inschatting van de aan te tonen verandering en de standaardafwijking (tabel 17) onder een bepaald significantie niveau en de power het aantal steekproefgebieden te bepalen dat minimaal nodig is voor een betrouwbare analyse. De beschikbare gegevens over veranderingen uit de steekproef kunnen hierbij als richtlijn worden gebruikt om te bepalen hoe groot de verandering en de standaardafwijking kan zijn. Met deze gegevens is een power analyse uitgevoerd waarbij alleen is gekeken naar de

landschapstypen met 5 of meer steekproefgebieden (tabel 16). Verwacht mag worden dat van deze geselecteerde landschapstypen het zandlandschap met 26 en het zeekleilandschap met 14 steekproefgebieden de meest reële gegevens opleveren. Hoe minder steekproefgebieden in een landschapstype hoe groter de invloed van extreme waarden. Uiteraard speelt ook de variabele een rol; voor sommige variabelen geldt dat er vrijwel overal altijd wel iets verandert terwijl andere variabelen geen verandering of juist omvangrijke veranderingen laten zien. Op basis van de standaardafwijkingen voor de verandering in landschapstypen is voor een aan te tonen verandering van 100 meter, 200 meter en 500 meter bij een betrouwbaarheidsinterval van 0.95 en een power van 0.9 bepaald hoeveel steekproefgebieden van 1 km x 1 km nodig zijn (tabel 17). De power van 0.9 betekent dat indien de steekproef een groot aantal keren zou worden herhaald de kans 90% is dat de resultaten binnen de marges van de standaardafwijking vallen.

Tabel 17: Resultaten van de power analyse (benodigd aantal steekproefgebieden) voor de variabele lijnvormige beplanting opgesplitst in aanplant en kap per 100 ha landelijk gebied (significantie-niveau = 0.95 en de power = 0.9).

	Verschil 100 meter		Verschil 200 meter		Verschil 500 meter	
	Aanplant	Kap	Aanplant	Kap	Aanplant	Kap
Zand	106	47	28	13	6	4
Rivieren	4	50	3	14	1	4
Zeeklei	13	7	5	4	3	3
Laagveen	21	60	7	17	3	5
Droogmakerij	8	674	4	170	3	29

De resultaten uit de power analyse hangen sterk samen met de standaardafwijking; als deze groot is is het aantal benodigde steekproefgebieden eveneens hoog. Dit hangt vervolgens weer samen met het aantal steekproefgebieden (weinig steekproefgebieden geeft in het algemeen een grotere standaardafwijking) per landschapstype en in hoeveel daarvan veranderingen zijn opgetreden (als er in veel gebieden geen verandering is en in enkele een grote verandering levert dit eveneens een grote standaardafwijking).

Uit tabel 17 valt het grote aantal benodigde steekproefgebieden voor de droogmakerijen op, vooral bij aan te tonen veranderingen door kap van 100 meter en 200 meter. Dit is direct gevolg van een hoge standaardafwijking (886 meter) voor kap zoals bepaald op basis van de gegevens uit de Steekproef Landschap. Hierbij speelt het feit dat er slechts 7 steekproefgebieden beschikbaar zijn een rol, waarvan er in 1 steekproefgebied veel lijnvormige beplanting als gevolg van de aanleg van een bedrijventerrein is verdwenen (Hoofddorp).

Het is evident dat de aanplant een veel kleinere standaardafwijking (81 meter) heeft gezien het beperkte aantal benodigde steekproefgebieden op basis van de power analyse. Aanplant komt binnen de droogmakerijen maar incidenteel voor en is qua lengte beperkt wat de lage standaardafwijking verklaart.

Verder valt op dat hoe hoger de mate van detail voor het bepalen van veranderingen is hoe omvangrijk het aantal benodigde steekproefgebieden wordt.

Kosten

Stel dat de verandering in aanplant en kap beide boven de 200 meter per 100 ha landelijk gebieden liggen. Voor het zandlandschap betekent dit dat er minimaal 28 steekproefgebieden voor het bepalen van de aanplant en minimaal 13 voor kap nodig zijn. Zowel aanplant als kap kan dan naar verwachting met 28 steekproefgebieden van 1 km x 1 km worden bepaald.

Mede gebaseerd op de ervaringen uit de Steekproef Landschap kan een inschatting gemaakt worden van de kosten voor de analyse van de lijnvormige beplanting per steekproefgebied. Indien de werkzaamheden gebaseerd worden op luchtfoto en topkaart (zonder veldwerk) dan vergt de inventarisatie van één steekproefgebied 2 uur wat overeenkomt met 172 euro (tegen LNV tarieven van DLO voor onderzoeker 3 in 2006). Voor het zandlandschap betekent dit dat de analyse op basis van een steekproef neerkomt op 28 maal 172 is een totaal van 4816 euro. Voor veldwerkcontrole is per steekproefgebied aanvullend 2 uur nodig wat de kosten twee maal zo hoog maakt (9632 euro).

Genoemde schattingen zijn overigens nog exclusief referentie-bepaling. Deze kosten bedragen naar schatting eveneens 2 uur per steekproefgebied (eenmalig). Voor het zandlandschap (28 gebieden) betekent dit een kostenpost van 4816 euro; waarmee het totaal (referentie plus analyse) op 14.448 euro komt (voor 28 gebieden).

Een analyse van alle landschappen in Nederland, uitgaande van een aan te tonen verandering van 200 meter per 100 hectare landelijke gebied, heeft een (geschatte) omvang van 200 steekproefgebieden nodig. De kosten hiervoor bedragen voor de eerste meting inclusief referentie-bepaling $200 * (14.448/28) = 103.200$ euro. Vervolg-metingen waarbij de referentie uit de eerste opname kan worden gebruikt kosten dan $200 * (9632/28) = 68.800$ euro.

Alternatief is het MKLE. De kosten voor het inventariseren met het MKLE bedraagt 4 euro per hectare (1 euro voor het inventariseren en 3 voor het verwerken). Voor het gehele zandgebied komt dit overeen met een bedrag van $4 * 1,360,562 \text{ ha} = 5.4$ miljoen euro.

3.5.8 Cultuurhistorie

Voor de cultuurhistorie is geen landsdekkend bestand direct beschikbaar. In het kader van Kennis Infrastructuur CultuurHistorie (KICH) komen er wel in toenemende mate bestanden beschikbaar maar van een landsdekkend bestand met betrouwbare informatie over ligging en aard van relictten is (nog) geen sprake. Hier wordt ingegaan op de historische geografie waarbij gekeken wordt naar lijnvormige (perceelsgrenzen, waterlopen, wegen en beplanting) relictten in het landschap. Voor de puntvormige en vlakvormige relictten in het landschap geldt dat deze minder frequent voorkomen dan de lijnvormige relictten en ook zeer divers van aard zijn waardoor het moeilijk is algemene aanbevelingen te doen. Dit laatste aspect speelt vooral bij de puntvormige relictten (wegkruizen, oude sluisen, drinkpoelen, etc.).

Het beste alternatief ten opzichte van een steekproef is het gebruik van topografische kaarten zoals de Top-10 als informatiebron, maar ook van dit bestand is bekend dat het niet perfect is voor cultuurhistorische analyses (Bakermans, 1986).

Om de vraag te kunnen beantwoorden of, waar en met welke snelheid en omvang historisch geografische relictten uit het landschap verdwijnen zijn drie alternatieven beschikbaar:

- Steekproef
- MKLE
- Kennissysteem Effecten Landschaps Kwaliteit (KELK)

Eerst wordt de steekproef beschreven, vervolgens onder een kopje alternatieven het MKLE en KELK.

Uit de Steekproef Landschap is duidelijk geworden dat voor de lijnvormige cultuurhistorische relictten voor het kunnen doen van uitspraken op het niveau van landschapstypen te weinig steekproefgebieden beschikbaar waren. Wel bleek het mogelijk om op het niveau van Nederland en over hoog en laag Nederland uitspraken te doen. Om te bepalen hoeveel steekproefgebieden nodig zijn om wel betrouwbare uitspraken (onder voorwaarden) te kunnen doen is een power analyse nodig. Deze power analyse is uitgevoerd op basis van de bepaalde standaardafwijking uit de gegevens van de Steekproef Landschap. De resultaten zijn samengevat in tabel 18.

Tabel 18: Resultaten van de power analyse (benodigd aantal steekproefgebieden) voor de variabele lijnvormige cultuurhistorische relictten per 100 ha landelijk gebied (significantieniveau = 0.95 en de power = 0.9).

	<i>Vershil 50 meter</i>	<i>Vershil 100 meter</i>	<i>Vershil 200 meter</i>
<i>Zand</i>	142	37	11
<i>Rivieren</i>	282	72	19
<i>Zeeklei</i>	109	29	9
<i>Laagveen</i>	6412	1605	403
<i>Droogmakerij</i>	886	223	57

In tabel 18 valt het grote aantal benodigde steekproefgebieden voor het Laagveenlandschap op. Dit is het gevolg van een grote standaardafwijking die voortkomt uit de resultaten van de Steekproef Landschap. Van de 9 steekproefgebieden in dit landschapstype laten er 3 een verandering zien waarvan twee van geringe omvang en een van zeer grote omvang (aanleg van de nieuwe wijk Leidserijn bij Vleuten waarbij er in het steekproefgebied een Middeleeuws verkavelingspatroon onder de woonwijk en recreatieplas verdwijnt). Deze ene uitschieter heeft dus een sterke impact op de standaardafwijking. Bij een groter aantal steekproefpunten zal dit naar verwachting 'normaliseren' zodat er voor de bepaling van 50 meter geen 6412 steekproefgebieden nodig zijn maar een getal meer in overeenstemming met de andere landschapstypen. Een vergelijkbaar beeld is te zien bij de droogmakerijen.

Verder valt op dat hoe hoger de mate van detail voor het bepalen van veranderingen is hoe omvangrijk het aantal benodigde steekproefgebieden wordt.

Kosten

Stel dat de verandering in lijnvormige cultuurhistorische relictten boven de 100 meter per 100 ha landelijk gebieden ligt. Voor het zandlandschap betekent dit dat er minimaal 37 steekproefgebieden voor de bepaling nodig zijn. Mede gebaseerd op de ervaringen uit de Steekproef Landschap kan een inschatting gemaakt worden van de kosten voor de analyse van de lijnvormige cultuurhistorische relictten per steekproefgebied. Indien de werkzaamheden gebaseerd worden op luchtfoto en topkaart (zonder veldwerk) dan vergt de inventarisatie van één steekproefgebied 2 uur wat overeenkomt met 172 euro (tegen LNV tarieven van DLO voor onderzoeker 3 in 2006). Voor het zandlandschap betekent dit dat de analyse op basis van een steekproef neerkomt op 37 maal 172 is een totaal van 6364 euro. Voor veldwerk controle komt daar nog eenzelfde bedrag van 6364 euro bij.

Genoemde schattingen zijn overigens nog exclusief referentie-bepaling. Deze kosten bedragen naar schatting eveneens 2 uur per steekproefgebied (eenmalig). Voor het zandlandschap (37 gebieden) betekent dit een kostenpost van 6364 euro; waarmee het totaal (referentie plus analyse) op 19092 euro komt (voor 37 gebieden).

Voor alle landschapstypen in Nederland en uitgaande van 200 steekproefgebieden om een verandering van 200 meter per 100 hectare landelijk gebied aan te kunnen tonen is een bedrag (inclusief referentie) van $200 * (19.002/37) = 102713$ euro. Een ronde met vervolg metingen komt op $200 (12.668/37) = 68.475$ euro.

Deze kosten kunnen lager uitvallen indien het inventariseren met het MKLE vanuit verschillende invalshoeken combineert. De ervaringen uit eerste tests met de vrijwilligers is echter zodanig dat het koppelen van deze verschillende invalshoeken in één inventarisatie in de praktijk lastig blijkt te zijn (mondelinge mededeling Henk Baas, Landschapsbeheer Nederland).

Alternatieven

Het MKLE heeft dus nog geen volledig uitgewerkte methode voor het meenemen van de cultuurhistorie van het landschap. Er zijn wel testen uitgevoerd maar dit heeft nog niet tot een operationele module voor cultuurhistorie in het MKLE geleid. De kosten voor een monitoring met het MKLE zullen voor het zandlandschap als voorbeeld in de miljoenen euro's lopen.

Een ander alternatief is het volgen van de veranderingen in de historische geografie met behulp van KELK (Koomen et al, 2005). Hiertoe wordt de Top-10 als informatiebron gebruikt om veranderingen in het ruimtegebruik te vergelijken met in kaart gebrachte historisch geografische relicten (bijvoorbeeld een dynamiek van bebouwing leidt op die locatie tot het verdwijnen van de relicten).

Het grote voordeel van de benadering met KELK is dat het een relatief snelle en goedkope methode is. Een nadeel komt echter om de hoek kijken wanneer het gaat over hoe betrouwbaar analyses op basis van de Top-10 zijn. Uit de steekproef is gebleken dat kleine veranderingen niet altijd meegenomen worden. Hoe groot dit probleem in werkelijkheid is zal een nadere analyse moeten uitwijzen.

3.5.9 Aardkunde

Bij het monitoren van aardkunde gaat het om een meetvariabele: het areaal gaaf reliëf in het landschap. Hierbij gaat het om microreliëf zoals kreekkruggen en dekzandkopjes maar ook om de hellingen en plateaus in Zuid-Limburg. Voor de aardkunde (geomorfologie) is er in 2003 een digitaal landsdekkend bestand beschikbaar gekomen (Koomen et al, 2005). Eveneens is er het Actuele Hoogtebestand Nederland (AHN) waarin gedetailleerde informatie over de hoogte van het maaiveld is opgenomen. Het AHN is een waardevol bestand voor het actualiseren en bepalen van veranderingen in het reliëf. Het is echter onduidelijk of en wanneer er een volgende versie van het AHN beschikbaar komt zodat veranderingen in het reliëf langs automatische weg kunnen worden bepaald. Wel wordt er momenteel in opdracht van enkele waterschappen gewerkt aan een actualisatie van het AHN voor hun beheersgebieden.

Naast het monitoren van het reliëf door middel van AHN bestanden zijn er enkele alternatieven beschikbaar:

- Steekproef
- MKLE
- KELK

Eerst wordt de steekproef beschreven, vervolgens onder een kopje alternatieven het MKLE en KELK.

Een steekproef is een van de mogelijke methoden om veranderingen in het natuurlijke reliëf in Nederland te volgen. Uit de Steekproef Landschap bleek dat ook voor aardkunde het aantal steekproefgebieden voor uitspraken op het niveau van landschapstypen aan de lage kant lag. Een power analyse op basis van de informatie uit de Steekproef Landschap kan inzicht verschaffen over het aantal benodigde steekproefgebieden om een significante verandering te bepalen. De resultaten van de power analyse zijn opgenomen in tabel 19.

Tabel 19: Resultaten van de power analyse (benodigd aantal steekproefgebieden) voor de variabele aardkunde per 100 ha landelijk gebied (significantie-niveau = 0.95 en de power = 0.9).

	<i>Vershil 1 ha</i>	<i>Vershil 2 hectare</i>	<i>Vershil 5 hectare</i>
<i>Zand</i>	191	49	10
<i>Rivieren</i>	160	41	8
<i>Zeeklei</i>	398	101	18
<i>Laagveen</i>	727	183	31
<i>Droogmakerij</i>	743	187	32

Voor aardkunde geldt dat de landschapstypen laagveen en droogmakerijen relatief hoge waarden voor het aantal benodigde steekproefgebieden laten zien. Dit klopt met het beeld van veranderingen uit de Steekproef Landschap de gegevens blijkt dat als gevolg van verstedelijking er juist in deze landschapstypen grote veranderingen plaatsvinden in de omgeving van bestaande stedelijke gebieden naast vrijwel geen veranderingen in de rest van deze landschapstypen. Dit levert een grote standaardafwijking op en vervolgens ook een groot aantal benodigde steekproefpunten volgens de power- analyse.

Kosten

Stel dat de verandering in het areaal gaaf natuurlijk reliëf per 100 ha landelijk gebieden 2 hectare bedraagt. Voor het zandlandschap betekent dit dat er minimaal 49 steekproefgebieden voor de bepaling nodig zijn. Mede gebaseerd op de ervaringen uit de Steekproef Landschap kan een inschatting gemaakt worden van de kosten voor deze. Indien de werkzaamheden gebaseerd worden op luchtfoto en topkaart (zonder veldwerk) dan vergt de inventarisatie van één steekproefgebied 1 uur wat overeenkomt met 86 euro (tegen LNV tarieven van DLO voor onderzoeker 3 in 2006). Voor het zandlandschap betekent dit dat de analyse op basis van een steekproef neerkomt op 49 maal 86 is een totaal van 4214 euro. Voor veldwerk controle (essentieel zie rapport Steekproef landschap pagina 82, Koomen et al, 2004) komt daar nog een bedrag bij van 8428 euro bij (2 uur per gebied).

Genoemde schattingen zijn overigens nog exclusief referentie bepaling. Deze kosten bedragen naar schatting 1 uur per steekproefgebied. Voor het zandlandschap (49 gebieden) betekent dit een kostenpost van 4214 euro; waarmee het totaal (referentie plus analyse) op 16856 euro komt (voor 49 gebieden).

Uitgaande van een benodigd aantal van 200 steekproefgebieden om in alle landschapstypen in Nederland een verandering van 2 hectare per 100 hectare landelijk gebied aan te tonen is een bedrag van $200 * (19.002/37) = 68.800$ euro (inclusief referentie). Voor een vervolg meting is een bedrag van $200 * (12.624/49) = 51.526$ euro.

Alternatieven

Het MKLE heeft, net als bij de cultuurhistorie, nog geen uitgewerkte methode voor het meenemen van de aardkunde. Er zijn wel testen uitgevoerd maar dit heeft nog niet tot een operationele module voor aardkunde in het MKLE geleid. De kosten voor een monitoring met het MKLE zullen voor het zandlandschap als voorbeeld in de miljoenen euro's lopen.

Een ander alternatief is het volgen van de veranderingen in het reliëf met KELK. Veranderingen uit landsdekkende bestanden (Top-10) kunnen worden gebruikt om de veranderingen in het reliëf te bepalen; een indirecte wijze van meten. Uit de Steekproef Landschap is echter gebleken dat wanneer je veranderingen in het reliëf probeert te beschrijven op basis van veranderingen in het ruimtegebruik dat er dan een aanzienlijke onderschatting aan het licht komt. Het bleek dat de veranderingen bepaald op basis van het ruimtegebruik 40% lager liggen dan de werkelijkheid (Koomen et al, 2004). Naast sterke veranderingen in het reliëf ten gevolge van veranderingen in het ruimtegebruik komen er namelijk frequent kleinschalige en lokale grondbewerkingen frequent voor. Veel veranderingen worden niet gemeten met landsdekkende bestanden maar wel met de methode van de steekproef op basis van een analyse van het reliëf ter plekke en het AHN.

3.5.10 Overige variabelen

Behalve de hierboven beschreven categorieën en meetvariabelen voor het ruimtegebruik in Nederland zijn er nog andere. In de beschikbare landsdekkende bestanden worden nog vele andere meetvariabelen meegenomen. Voorbeeld hiervan is het LGN dat ook het type gewas op een akker meeneemt. Deze categorie meetvariabelen is in deze studie bewust achterwege gelaten omdat het veranderingen betreft die geen directe impact op de natuurlijke en culturele kernkwaliteiten in het landschap hebben. Daarnaast komen echter ook nog objecten voor die wel invloed op het landschap hebben maar in geen enkel bestand meegenomen worden zoals paardenbakken, en teeltondersteunende voorzieningen.

Deze storende elementen bepalen de mate van verrommeling van een landschap. De enige manier om informatie over deze storende elementen te verkrijgen is door middel van een steekproef en veldwerk. Dit is in 2005 uitgevoerd voor de 72 steekproefgebieden van de steekproef landschap. In de rapportage van Veeneklaas et al (2006) wordt hierop uitgebreid ingegaan.

3.6 Conclusies

De conclusies op basis van de analyses in dit hoofdstuk staan samengevat in tabel 20.

Tabel 20: Overzicht van de bevindingen van de analyse steekproef en landsdekkende bestanden

Meetvariabele	Aanwezig in landsdekkende Bestanden?			Conclusies voor monitoring	
	Top-10	LGN	BBG	Toestand	Verandering
LANDBOUW					
Akker/gras	+	+	+	Top-10	Top-10
Glastuinbouw	+	+	+	Top-10	Top-10
Boomkwekerij	+	-	-	Top-10	Top-10
Fruittkwekerij	+	-	-	Top-10	Top-10
Boomgaard	+	-	-	Top-10	Top-10
BEBOUWING					
Bebouwde kom	+	+	+	Top-10 met bewerking	Top-10 met bewerking
Bedrijventerrein	-	-	+	BBG	BBG
Verspreide bebouwing	+	-	-	Top-10	Top-10
Woonerven	+	-	-	Top-10 met bewerking	Top-10 met bewerking
INFRASTRUCTUUR					
Lijnvormige infrastructuur	+	+	+	Top-10	Top-10
RECREATIE					
Recreatie	-	-	+	BBG	BBG
Golfbanen	-	-	-	Bestand golfbanen Nederland	Luchtfoto
NATUUR					
Loofbos/naaldbos	+	+	+	Top-10	Top-10
Heide	+	+	-	Top-10	Top-10
Stuifzand	-	+	-	Top-10	Top-10
WATER					
Water (totaal)	+	+	+	Top-10	Top-10
LIJNVORMIGE BEPLANTING					
Lijnvormige beplanting	+	-	-	Veldwerk (grover alternatief Top-10)	Veldwerk (grover alternatief Top-10)
CULTUURHISTORIE					
Puntvormige relicten	-	-	-	Niet bepaald	Niet bepaald
Lijnvormige relicten	-	-	-	Topkaarten/ Luchtfoto/Veldwerk	Topkaarten/ Luchtfoto/Veldwerk
Vlaktvormige relicten	-	-	-	Niet bepaald	Niet bepaald
AARDKUNDE					
Areaal gaaf reliëf	-	-	-	GKN/AHN/Veldwerk	GKN/AHN/Veldwerk
VERROMMELING					
Storende elementen	-	-	-	Veldwerk	Veldwerk

Op basis van bovenstaande tabel en de beschrijving van alle variabelen in deze paragraaf kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De topografische kaart is een betrouwbare bron om de toestand van vlakvormig grondgebruik te beschrijven met uitzondering van bedrijfsterreinen en recreatief grondgebruik zoals sportvelden, verblijfsrecreatie. Hiervoor biedt het BGG van CBS een alternatief. Hoe goed of betrouwbaar dit alternatief is, is op basis van deze studie niet aan te geven.
- Op basis van de Steekproefgegevens is slechts voor enkele variabelen aan te tonen dat de Top-10 al dan niet betrouwbaar is voor het beschrijven van veranderingen in grondgebruik. Omdat de topografische kaart de toestand goed blijkt te beschrijven valt te verwachten dat een betere validatieset (meer punten, minder time-lag) aan zal tonen dat de topografische kaart een betrouwbare dataset is voor monitoring van veranderingen in grondgebruik.
- Er bestaat enig gekwantificeerd inzicht in de betrouwbaarheid van de topografische kaart als het om het voorkomen en veranderingen in lijnvormige beplantingen gaat ten opzichte van de steekproef landschap en het MKLE. Hieruit komt het beeld naar voren dat de Top-10 onvolledig is. De uitgevoerde analyses laten een verschil van ruim 20% zien.
- De kosten voor een steekproefsgewijze benadering van de lijnvormige beplanting om op het niveau van landschapstypen uitspraken te kunnen doen komen op een investering van 100 keuro voor de eerste meting inclusief referentie en 70 keuro voor vervolg metingen.
- Voor de gedetailleerde monitoring van veranderingen in cultuurhistorie en aardkunde is veldcontrole onontbeerlijk. Voor een betrouwbaar inzicht in veranderingen is op basis van de in dit rapport uitgevoerde statistische analyse, een steekproef van 200 gebiedjes van 1*1 km noodzakelijk waarbij de verdeling over de landschapstypen gewogen moet worden naar de mate van verandering waarvoor veranderingen in het grondgebruik een goede indicatie zijn. Hoe lager de dynamiek, hoe meer punten nodig zullen zijn.
- De uitvoering van een dergelijke steekproef voor aardkunde kost eenmalig 70 keuro (inclusief referentie). Voor herhalingsmetingen gaat het om 50 keuro per keer.
- De uitvoering van een dergelijke steekproef voor cultuurhistorie kost eenmalig 100 keuro (inclusief referentie). Voor herhalingsmetingen gaat het om 70 keuro per keer.
- Het verdient aanbeveling om in overleg met Kadaster Topografische Dienst te streven naar verbetering van de topkaarten voor monitoring van landschapsveranderingen. Het gaat daarbij om de volgende aandachtspunten:
 - Recreatief grondgebruik en bedrijfsterreinen als vlakelementen opnemen in de legenda
 - Verbetering van de betrouwbaarheid en frequentie van actualiseren voor lijnvormige beplantingen

4 Dynamiek van grondgebruik in het landschap

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 zijn de resultaten gepresenteerd van de vergelijking van gegevens uit de steekproef landschap met gegevens uit landsdekkende bestanden. Deze vergelijking had tot doel na te gaan in hoeverre en hoe goed landsdekkende veranderingen ten opzichte van de steekproef kunnen beschrijven.

Dit hoofdstuk vergelijkt de uitspraken voor meetvariabelen die vanuit de steekproef zijn geïnterpoleerd naar landschapstypen, hoog en laag Nederland en Nederland als geheel met wat selecties uit landsdekkende bestanden voor gegevens opleveren. Er zijn er niet of nauwelijks gegevens bekend over dynamiek in grondgebruik op basis van verschillende landsdekkende bronnen. In dit hoofdstuk staan daarom de volgende twee doelen centraal:

- Bepaling van de dynamiek in grondgebruik op basis van landsdekkende bestanden
- Vergelijking van dynamiek grondgebruik met gegevens uit de Steekproef Landschap

Meer informatie over de orde grootte van de dynamiek op basis van verschillende landsdekkende bestanden is waardevol als indicator en ter vergelijking met gegevens uit de Steekproef Landschap. De mate waarin de landsdekkende bestanden ten opzichte van de steekproef afwijken, kan worden bepaald door eerst de dynamiek in grondgebruik te bepalen op basis van verschillende landsdekkende bestanden, en deze gegevens vervolgens te vergelijken met die uit de Steekproef Landschap. Allereerst is het van belang de verschillende bestanden te beschrijven vanuit het perspectief van bruikbaarheid en betrouwbaarheid (paragraaf 4.2). Vervolgens kan, mede op basis van de bevindingen uit paragraaf 4.2 de totale dynamiek in het landschap worden bepaald (paragraaf 4.3). De gegevens over de totale dynamiek kan dan vergeleken worden met gegevens uit de steekproef (paragraaf 4.4).

4.2 Dynamiek grondgebruik op basis van LGN en BBG

De randvoorwaarden van de vorige paragraaf beschreven bestanden zijn voor kennisgeving aangenomen. Het blijkt dat elk bestand niet volledig betrouwbaar is als gevolg van methodische en temporele aspecten. Methodische fouten komen voort uit de werkwijze waarmee een bestand is opgebouwd; temporele komen voort uit het feit dat de bestanden niet allemaal dezelfde peildata kennen. Het is hierdoor in de praktijk lastig om gegevens uit verschillende bestanden te combineren. Gezien het feit dat we de landsdekkende analyse willen kunnen vergelijken met gegevens uit de Steekproef Landschap is het tijdvak 1996-2003 de meest ideale. De beschikbaarheid van landsdekkende bestanden komt hiermee niet goed overeen:

- LGN heeft in deze periode een editie uit 1995 (LGN3) en een uit 2000 (LGN4) beschikbaar;
- CBS heeft bestanden beschikbaar uit 1996 en 2000;
- Top-10 heeft voor het peiljaar 1996 een spreiding over 5 jaar (1993-1998) en voor 2003 een spreiding over 4 jaar (1999-2003).

Er is dus in feite geen landsdekkend bestand of bron beschikbaar die in de tijd perfect correspondeert met de Steekproef Landschap. De Top-10 geeft hierbij de meeste temporele

'ruis'. In feite kun je met de Top-10 per kaartblad of serie kaartbladen met dezelfde updatefrequentie een vergelijking maken. Een andere optie houdt in dat er vanuit de Top-10 gemiddelde veranderingen per jaar moeten worden bepaald om daarmee verder te kunnen werken. BBG en LGN hebben echter op hun beurt weer een grotere methodische fout door de wijze van opbouwen van deze bestanden.

Voor welke variabelen moet de dynamiek in het grondgebruik worden bepaald en met welke bestanden kan dat het beste worden bepaald? In eerste instantie is een lijst met variabelen op een globaal niveau voldoende voor deze verkenning. In de Steekproef Landschap is gewerkt met een aantal klassen (zie pagina 18).

Tabel 21: Hoofdklassen Steekproef Landschap en koppeling met landsdekkende bestanden. Een + tussen twee bestandsnamen geeft aan dat deze beide nodig zijn voor de analyse.

Hoofdklasse	Koppeling met landsdekkend bestand
Bebouwing	LGN + BBG of Top-10
Verspreide bebouwing	Top-10
Infrastructuur	LGN + BBG of Top-10
Recreatie	CBS
Landbouw	LGN + BBG of Top-10
Lijnvormige Beplanting	Top-10
Natuur	LGN + BBG
Water	LGN + BBG of Top-10
Overig	LGN + BBG of Top-10

Voor twee van de hoofdklassen (verspreide bebouwing en lijnvormige beplanting) is de Top-10 de enige beschikbare bron. Uit andere studies (Steekproef Landschap en MKLE) weten we dat de Top-10 voor beplanting niet erg betrouwbaar is. Voor de andere hoofdklassen zijn LGN of BBG, al dan niet in combinatie met elkaar, een alternatief. Vanwege de aansluiting op de hoofdklassen en het temporele aspect van de Top-10 is besloten de dynamiek in het grondgebruik in eerste instantie te bepalen met behulp van de bestanden LGN en BBG ook al komen de peildata van deze bronnen ook niet precies overeen (verschil van 1 jaar). Dit betekent dat de categorieën verspreide bebouwing en lijnvormige beplanting in deze analyse buiten beschouwing worden gelaten.

De beschikbare klassen voor monitoring (Wit, et al, 2003) vanuit LGN zijn omgezet naar de 6 hoofdklassen voor de dynamiek in het grondgebruik volgens tabel 22.

Tabel 22: Omzetting klassen voor monitoring uit LGN naar de klassen voor de dynamiekaart

Klasse LGN	Vertaling naar klasse dynamiekaart
Bebouwing (codes 18-26)	Bebouwing
Landbouw (codes 1,2,3,4,5,6,10)	Landbouw
Boomgaarden (code 9; incl. boomkwekerij)	Landbouw
Kassen (code 8)	Landbouw
Infrastructuur (code 25)	Infrastructuur
Natuur (codes 30-46)	Natuur
Bos (codes 11 en 12)	Natuur
Water (codes 16 en 17)	Water

De vertaling naar hoofdklassen voor BBG is weergegeven in tabel 23.

Tabel 23: Omzetting van klassen uit CBS naar de hoofdklassen voor de dynamiekaart

Klasse BBG	Vertaling naar klasse dynamiekaart
Verkeer (codes 10-12)	Infrastructuur
Bebouwing (codes 20-24)	Bebouwing
Semi-bebouwd (codes 30-35)	Bebouwing
Recreatie (codes 40-44)	Recreatie
Landbouw (codes 50 en 51)	Landbouw
Bos en natuur (codes 60-62)	Natuur
Binnenwater (codes 70-78)	Water
Buitenwater (codes 80-83)	Water

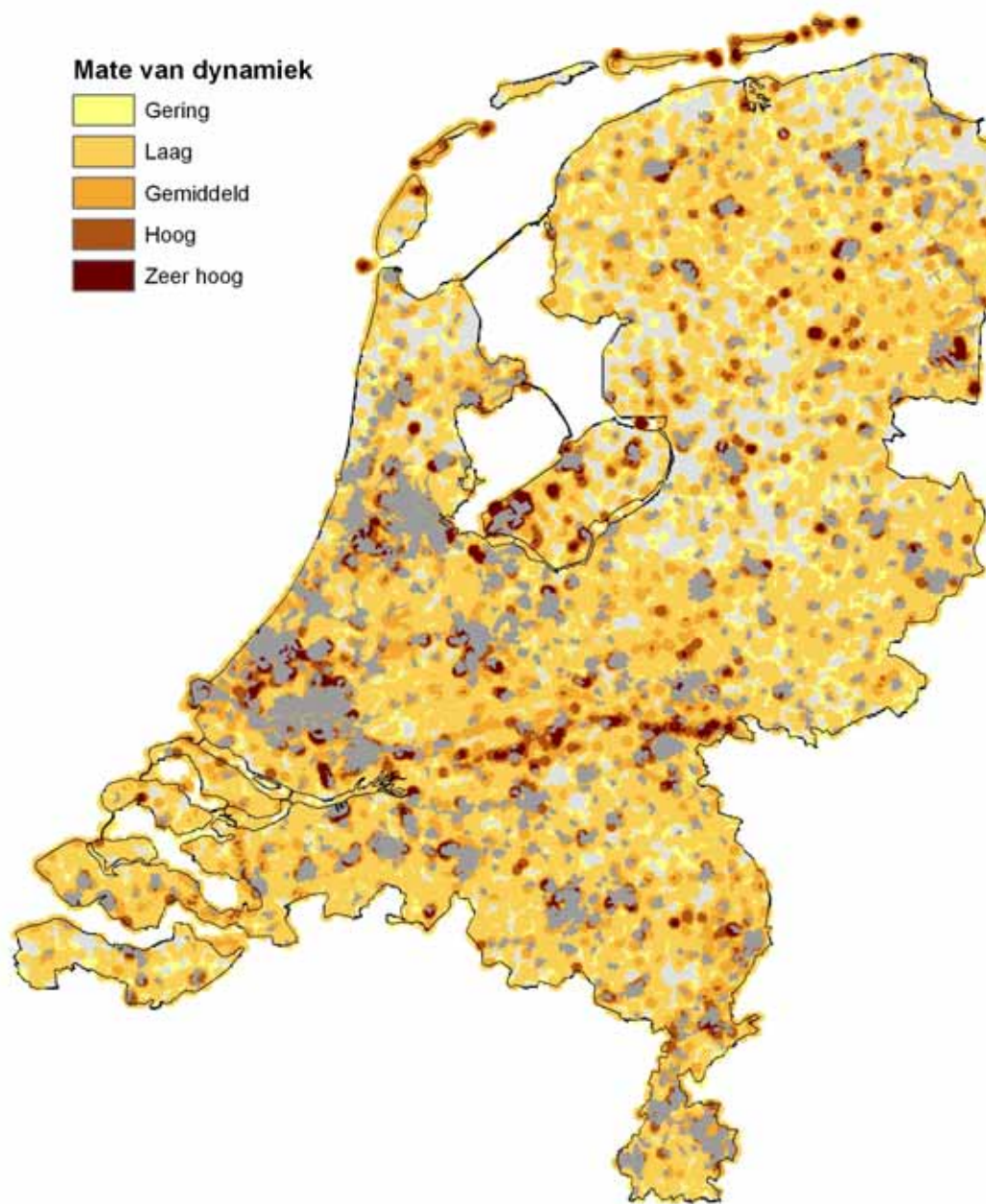
Vervolgens zijn in een aantal bewerkingstappen de veranderingen in het grondgebruik tussen 1995 en 2000 op basis van LGN en BBG bepaald:

- Omzetten CBS naar grids van 25 m x 25 m (LGN is standaard in dit format beschikbaar)
- Herclassificatie van LGN en BBG naar de hoofdklassen volgens tabel 9 en 10
- Bepalen veranderingen LGN (1995-2000) en BBG (1996-2000)
- Samenvoegen veranderingen LGN en BBG in drie stappen op basis van 25 x 25 m grids volgens de volgende regels:
 - 1 - Verandering in LGN, niet in BBG dan verandering LGN meegenomen
 - 2 - Verandering in BBG, niet in LGN, dan verandering BBG meegenomen
 - 3 - Verandering in zowel LGN als BBG, dan verandering uit LGN meegenomen
- Koppeling van dynamiekgegevens met ruimtelijke indelingen (hoog/laag, provincies, landschapstypen)

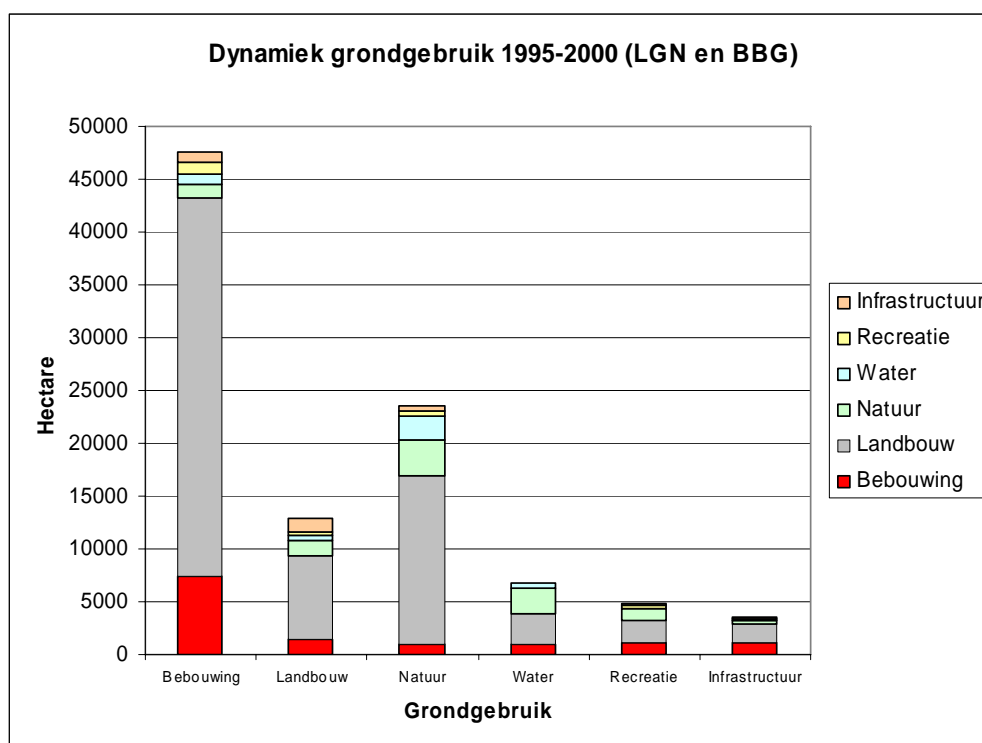
Het resultaat is gepresenteerd in figuur 31.

In de figuren 32 tot en met 35 zijn de veranderingen in het grondgebruik op basis van de bestanden LGN en BBG weergegeven. Hierbij is de methode zoals hierboven omschreven toegepast. In deze analyse zijn, ondanks het feit dat er fouten zitten in zowel LGN als BBG (zie paragraaf 4.3) geen handmatige correcties op de veranderingen uitgevoerd. Hiervoor zijn twee redenen:

- Correcties zijn praktisch niet uitvoerbaar. Waar moet je beginnen? Het vergt een behoorlijke tijdsinvestering om eerst te bepalen waar de fouten voorkomen (afgezien van de voorbeelden) en deze vervolgens (landsdekkend) te corrigeren;
- Om te bepalen hoe goed het mogelijk is om met deze bestanden te kunnen monitoren in de toekomst is het van belang deze op hun merites te beoordelen. Indien je niet het standaard product gebruikt maar deze eerst moet gaan aanpassen loop je het risico dat de tijdswinst door landsdekkende bestanden te gebruiken weer verdamp.



Figuur 31: Kaart met de veranderingen in grondgebruik in Nederland volgens LGN en BBG over de periode 1995-2000. De werkelijke veranderingen zijn gebufferd met een straal van 250 meter om de veranderingen beter zichtbaar te maken (oorspronkelijke bestand bestaat uit grids van 25 x 25 meter).



Figuur 32: Dynamiek in grondgebruik voor Nederland over de periode 1995-2000 zoals bepaald op basis van LGN en BBG met de bijdrage vanuit de andere categorieën aan de totale dynamiek per categorie grondgebruik.

Uit figuur 32 blijkt overduidelijk dat de dynamiek het grootst is voor de categorie bebouwing, op afstand gevolgd door natuur en landbouw. Voor bebouwing is in de grafiek te zien dat er tussen 1995 en 2000 ruim 45.000 hectare samenhangt met veranderingen in of naar bebouwing. Ongeveer 7.500 hectare behoorde in 1995 tot de categorie bebouwing en is in 2000 nog steeds de categorie bebouwing; dit zijn overgangen van bijvoorbeeld bouwterreinen in 1995 naar bebouwd gebied in 2000. Dit is dus geen absolute dynamiek van bebouwing maar draagt wel bij aan de dynamiek van het grondgebruik binnen de categorie. Verder valt op dat er een omvangrijk areaal landbouwgrond tussen 1995 en 2000 is overgegaan naar de categorie bebouwing. De bijdrage van de overige vier categorieën is klein. De totale toename van bebouwing over de periode 1995-2000 op basis van LGN en BBG bedraagt ongeveer 40.000 hectare (totale dynamiek minus de bijdrage van bebouwing). Deze arealen zijn veel groter dan analyses op basis van de Top-10 laten zien omdat daarbij alleen de werkelijk bebouwde oppervlakte wordt meegenomen.

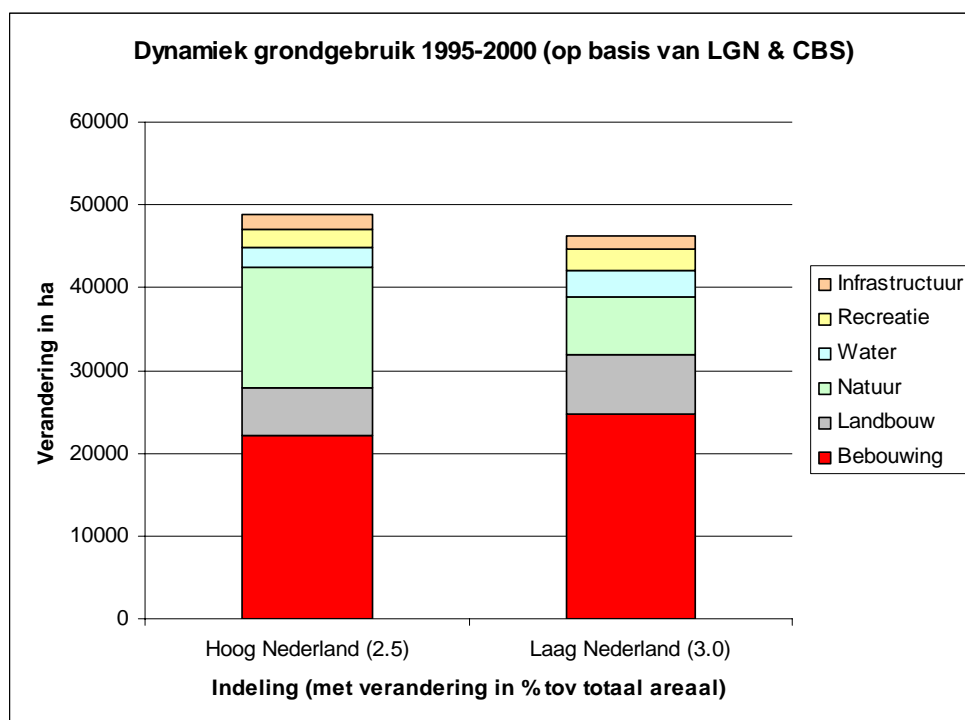
Voor de categorie landbouw geldt dat de interne dynamiek in de landbouw de grootste bijdrage levert. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om veranderingen van akkerland of grasland naar boomkwekerijen of glastuinbouw. Opvallend is dat er ook veranderingen vanuit andere categorieën naar landbouw zijn geweest tussen 1995 en 2000. De meest opvallende zijn de veranderingen van bebouwing naar landbouw en die van natuur naar landbouw. Dergelijke veranderingen komen incidenteel wel voor maar vermoedelijk niet in hoeveelheden die deze analyse suggereert. De resultaten worden beïnvloed door fouten in de bronbestanden zoals eerder beschreven in paragraaf 2.2.

Tabel 24: Matrix van de dynamiek van het grondgebruik in hectares voor Hoog en Laag Nederland

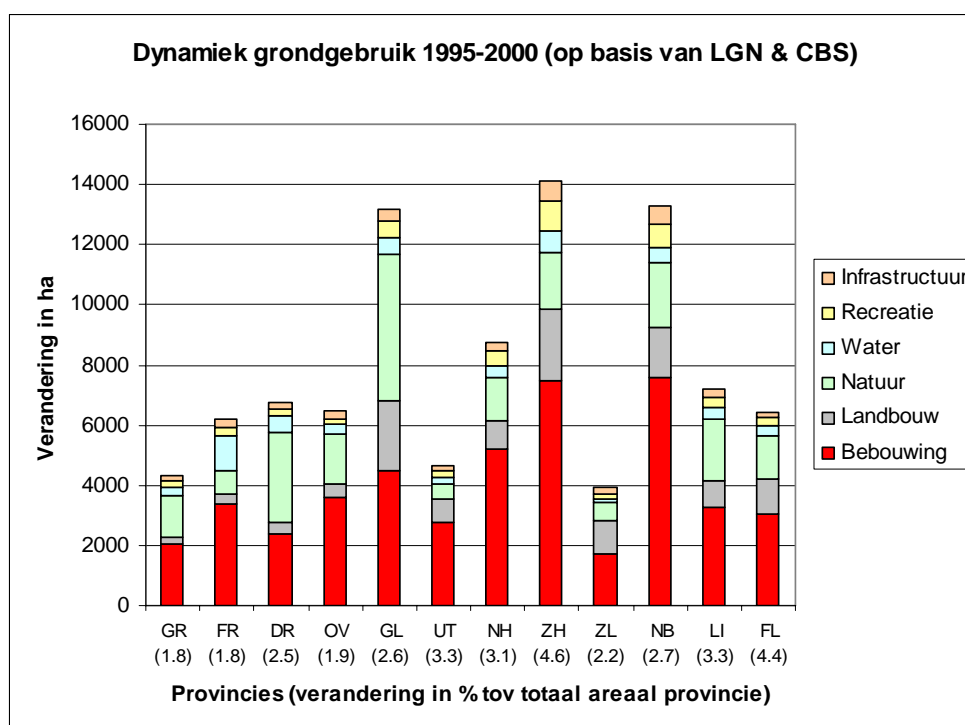
	Bebouwing	Landbouw	Natuur	Water	Recreatie	Infra
Hoog Nederland	22160	5710	14507	2396	2279	1760
Laag Nederland	24717	7091	7099	3143	2531	1724

In de categorie natuur blijkt dat een behoorlijk areaal landbouwgrond tussen 1995 en 2000 is omgezet naar natuur. Tevens blijkt dat er een aanzienlijke dynamiek voorkomt binnen de categorie natuur. Dit zijn veranderingen van bijvoorbeeld bos naar grasland. Vreemd in deze categorie is de (kleine) verandering van bebouwing naar natuur. Incidentele gevallen daargelaten kan dit worden toegeschreven aan fouten in de bronbestanden. Vergelijkbare resultaten als bij natuur zijn waarneembaar bij de categorieën water, recreatie en infrastructuur.

Als we Nederland onderverdelen in hoog en laag (figuur 33) dan blijft bebouwing de dominante factor. In deze grafiek zijn dezelfde gegevens verwerkt als in figuur 32 maar dan opgesplitst in hoog en laag Nederland. In deze grafiek is niet direct af te lezen waar de veranderingen uit voort zijn gekomen maar wat de totale dynamiek voor een categorie in een bepaald gebied bedraagt. Opvallend is het feit dat de dynamiek voor bebouwing in laag Nederland hoger is dan die in hoog Nederland. Voor de klasse natuur ligt dit juist andersom; in hoog Nederland is de dynamiek in absolute zin binnen en naar natuur groter dan in laag Nederland.



Figuur 33: Dynamiek in grondgebruik voor hoog en laag Nederland over de periode 1995-2000 zoals bepaald op basis van LGN en BBG.

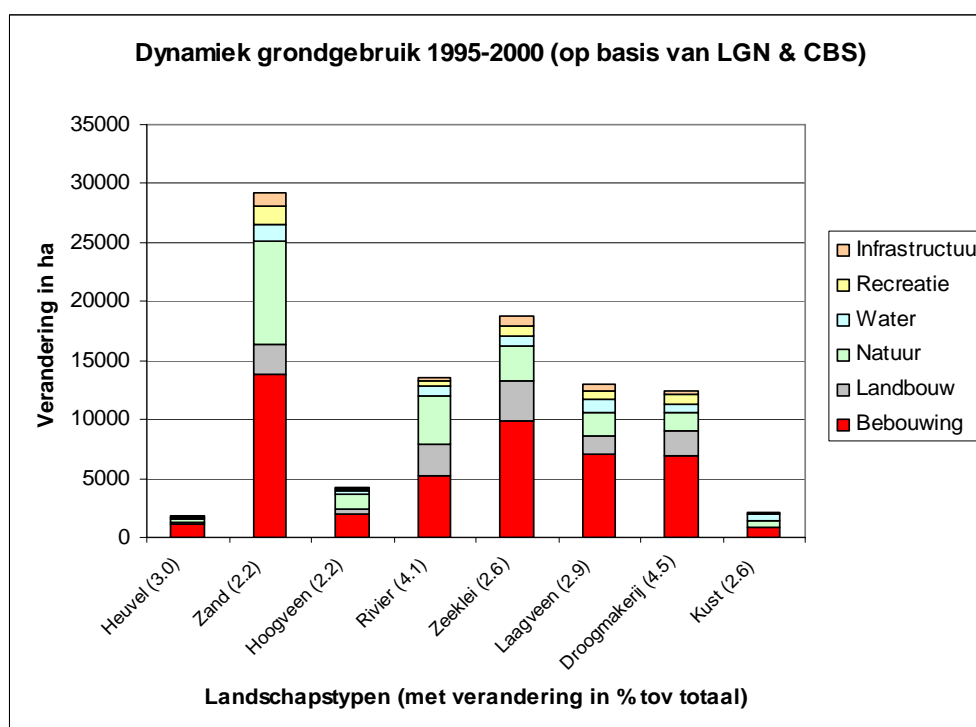


Figuur 34: Dynamiek in grondgebruik voor de provincies over de periode 1995-2000 zoals bepaald op basis van LGN en BBG.

Dynamiek in grondgebruik per provincie is weergegeven in figuur 34. De provincies Gelderland (GL), Zuid-Holland (ZH) en Noord-Brabant (NB) laten absoluut gezien de grootste dynamiek zien; allen boven de 12.000 hectare. Opvallend is dat in de provincie Gelderland de dynamiek in de categorie natuur groter is dan de bebouwing. In Zuid-Holland en Noord-Brabant neemt bebouwing die plaats in net zo als in de overzichten van Nederland en hoog/laag Nederland. Wanneer we kijken naar de percentages van de totale verandering ten opzichte van de oppervlakte van de verschillende provincies dan blijkt dat Zuid-Holland en Flevoland het hoogst scoren (4.6% en 4.4%) gevolgd door Utrecht, Limburg en Noord-Holland (3.3%, 3.3% en 3.1%). In alle provincies is de bebouwing de grootste factor in de dynamiek van het grondgebruik; uitgezonderd Gelderland en Drenthe waar natuur de grootste bijdrage levert.

Tabel 25: Matrix van de dynamiek van het grondgebruik in hectares voor de provincies

	Bebouwing	Landbouw	Natuur	Water	Recreatie	Infra
GR	2049.0	235.9	1359.6	298.4	201.8	151.9
FR	3359.6	358.8	776.1	1126.9	308.7	260.8
DR	2371.4	397.5	2982.3	540.8	216.9	232.1
OV	3584.9	443.6	1656.1	323.8	217.2	243.9
GL	4490.6	2338.8	4876.6	538.7	570.0	354.4
UT	2767.4	791.2	482.1	237.5	198.3	170.3
NH	5193.9	946.3	1430.1	388.8	499.3	308.8
ZH	7474.2	2395.1	1862.3	718.4	1022.2	618.1
ZL	1696.8	1153.6	574.3	126.6	182.9	170.3
NB	7583.9	1648.4	2152.4	531.8	764.8	582.5
LI	3250.1	922.3	2038.4	392.8	327.9	247.7
FL	3054.3	1168.8	1415.7	315.1	300.2	143.8



Figuur 35: Dynamiek in grondgebruik voor de verschillende landschapstypen over de periode 1995-2000 zoals bepaald op basis van LGN en BBG.

Uit de vergelijking tussen de verschillende landschapstypen blijkt dat het zandlandschap de meeste dynamiek in het grondgebruik laat zien (figuur 35). Op zich is dit ook niet zo verwonderlijk daar het een van de grootste landschapstypen in Nederland is. Dit komt ook duidelijk tot uiting wanneer de totale dynamiek in een landschapstype wordt afgezet tegen het areaal ervan; dan blijken de droogmakerijen (4,5%) en het rivierengebied (4.1%) het hoogst te scoren.

Tabel 26: Matrix van de dynamiek van het grondgebruik in hectares voor de 8 landschapstypen

	Bebouwing	Landbouw	Natuur	Water	Recreatie	Infrastructuur
Heuvel	1107.7	193.6	260.1	16.3	108.3	88.0
Zand	13824.3	2482.0	8821.8	1387.1	1528.7	1149.1
Hoogveen	1998.6	367.8	1354.2	186.3	181.4	209.6
Rivier	5229.0	2666.4	4070.9	806.5	461.0	313.7
Zeeklei	9848.9	3481.8	2896.5	857.3	877.7	744.2
Laagveen	7101.3	1519.8	1977.4	1155.3	713.3	550.1
Droogmakerij	6981.6	1998.3	1633.6	682.3	786.8	356.4
Kust	784.7	90.8	591.4	448.6	152.9	73.3

4.3 Vergelijking met andere resultaten

Het is zinvol om de gegevens zoals in de vorige paragraaf gepresenteerd te vergelijken met andere beschikbare resultaten om te zien of er grote overeenkomsten dan wel verschillen zichtbaar worden zodat er meer duidelijkheid ontstaat over de betrouwbaarheid van de gegevens. Allereerst wordt hier een vergelijking gemaakt met de resultaten uit het project Steekproef Landschap (Koomen et al, 2004).

Tabel 27: Tabel uit de Steekproef Landschap

Klasse	Steekproef 1996-2003	LGN 1995-2000	BBG 1996-2000	LGN plus BBG
Bebouwing	46.064	19.919	38.737	47.584
Infrastructuur	2.239	196	3.597	3.531
Recreatie	4.159	-	5.439	5.439
Landbouw*	17.594	6.636	6.6884	12.580
Beplanting	2.259	-	-	-
Natuur	8.957	9.829	14.615	23.540
Water	4.478	2.297	5.656	6.844
Overig	1.599	-	-	-

Uit tabel 27 valt allereerst op dat de perioden waarover de veranderingen zijn bepaald niet overeenkomen. Dit maakt het 1 op 1 vergelijken van de resultaten lastig. Wel kan op basis van tabel 27 voorzichtig de conclusie worden opgemaakt dat voor sommige categorieën de resultaten redelijk overeenkomen terwijl die voor andere juist sterk verschilt. Behalve de verschillen in peiljaren speelt hierin ook de precieze definitie van een categorie een belangrijke rol (zie tabel 22 en 23 over de 'vertaling naar bovenstaande 8 klassen en hieronder bij de beschrijvingen per klasse). Per categorie volgt nu een korte beschouwing op de in tabel 27 gepresenteerde resultaten.

Bebouwing

Uit tabel 27 valt af te leiden dat de arealen voor de dynamiek in bebouwing uit de Steekproef Landschap met de analyse op basis van het LGN een groot verschil laat zien terwijl de dynamiek op basis van het BBG redelijk overeen komt. Wel is natuurlijk het temporele aspect tussen de bronnen verschillend. Logischerwijs moet verwacht worden dat de dynamiek in bebouwing over de periode 1996-2003 (7 jaar) groter is dan die over de periode 1995-2000 (5 jaar). Dit is ook inderdaad het geval maar daarbij zijn enkele opmerkingen relevant.

De vergelijking tussen de steekproef en het LGN laat zien dat het LGN een veel minder grote dynamiek in bebouwing laat zien. Zelfs wanneer we voor het LGN de gemiddelde dynamiek per jaar berekenen over 1995-2000 en die gemiddelde dynamiek voor de jaren 2001, 2002 en 2003 optellen bij het totaal komt het LGN niet verder dan ongeveer 32.000 hectare; nog altijd ruim 14.000 minder dan de steekproef. Deze bevinding sluit overigens goed aan bij de statistische vergelijking tussen steekproef en LGN in paragraaf 3.4, pagina 21. Ook daar was de conclusie dat het LGN ten opzichte van de gegevens uit de steekproef over bebouwing een onderschatting laat zien.

Bij de vergelijking tussen de steekproef en het BBG blijkt dat het BBG wel een geringere dynamiek laat zien maar over een kortere periode. Toepassing van dezelfde rekenregel als hierboven bij het LGN laat zien dat de dynamiek in het BBG juist substantieel meer bebouwing oplevert ten opzichte van de steekproef (ruim 20.000 hectare meer). De enige verklaring

hiervoor zou kunnen schuilen in het feit dat de steekproef alleen kijkt naar het landelijke gebied terwijl het BBG ook nieuwe bebouwing binnen stedelijke kernen meetelt.

Naast de onderlinge vergelijking tussen Steekproef en LGN/CBS is er recent een studie verschenen over de dynamiek van bebouwing in Nederland (Gies et al, 2005). De vergelijking met gegevens over bebouwing met deze studie 'Verstening en functieverandering in het landelijke gebied' (Gies et al, 2005) blijkt helaas om twee redenen niet goed mogelijk:

1 – In deze studie zijn alleen de oppervlakten van de daadwerkelijke contouren van bebouwde oppervlakten uit de Top-10 meegenomen waarmee het onvergelijkbaar wordt met bebouwde kommen uit de Steekproef Landschap;

2 – De variatie in tijd van de verschillende opnamen van de kaartbladen uit de Top-10 is in de studie van Gies et al niet meegenomen. Hierdoor zijn de bepaalde verschillen in Zeeland over een periode van x jaar berekend, terwijl dit in bijvoorbeeld Zuid-Holland y jaar bedraagt. De fout die dit met zich meebrengt is niet bekend.

Wel wijzen de resultaten voor bijvoorbeeld de provincie Zeeland in dezelfde richting. Zowel uit de analyse van Gies et al (2005) als uit de analyse op basis van LGN en CBS komt de provincie Zeeland naar voren als de provincie met de kleinste dynamiek in bebouwing. Specifiek voor Zeeland moet wel de kanttekening gemaakt worden dat het temporele aspect hier een rol speelt; voor Zeeland geldt dat de periode tussen twee opeenvolgende edities voor dit gebied slechts maximaal 3 jaar beslaan terwijl dit op andere locaties in Nederland kan oplopen tot 9 jaar.

Infrastructuur

Net zoals bij de bebouwing blijkt dat de dynamiek in infrastructuur, in tegenstelling tot logische veronderstellingen, over de periode 1995-2000 zoals bepaald uit LGN/CBS groter is dan de dynamiek volgens de Steekproef Landschap. Een verklaring hiervoor kan mogelijk gevonden worden in het feit dat de landsdekkende bestanden wel grote infrastructurele projecten meenemen (HSL, Betuwelijn, aanleg A5 bij Schiphol) terwijl deze in een steekproef van beperkte omvang zoals de Steekproef Landschap niet of nauwelijks voorkomen. De ruimtelijke variatie is voor de variabele infrastructuur waarschijnlijk veel groter dan die voor bijvoorbeeld de dynamiek van bebouwing, iets dat vrijwel overal in Nederland voorkomt.

Recreatie

De dynamiek in recreatie laat een vergelijkbaar beeld zien als bij de infrastructuur hierboven; in de kortere tijdsspanne van het BBG is er meer recreatie bijgekomen dan in de langere periode uit de steekproef. Wellicht dat voor recreatie ook geldt dat de ruimtelijke variatie een verdeling heeft welke niet of moeilijk met een steekproef met beperkte omvang valt te signaleren. De uitplaatsing van met name sportterreinen uit de centra van dorpen en steden naar de randen van de bebouwde kom is een proces dat het BBG wel meeneemt maar dat in de steekproef gericht op het landelijke gebied niet of nauwelijks voorkomt.

Landbouw

Voor de variabele landbouw is de dynamiek over 1996-2003 volgens de steekproef zoals verwacht mag worden groter dan de dynamiek over 1995-2000 volgens LGN en BBG. In deze variabele speelt het effect mee dat dynamiek in feite niet altijd een dynamiek van het totaal is maar een verandering binnen het totaal is waarbij verschuivingen tussen grondgebruiksvormen ook meetellen. Dit effect treedt het sterkst op in de steekproef waarbij verschuivingen van het ene grondgebruik landbouw naar een ander grondgebruik landbouw het meeste voorkomen (zoals de verandering van akker naar boomkwekerij). BBG onderscheid bijvoorbeeld alleen de hoofdgroep landbouw waardoor dit effect op basis van dit bestand niet zal voorkomen. In het

LGN is dat wel het geval maar beperkter dan in de steekproef doordat er maar enkele verschillende vormen van landbouw worden onderscheiden.

Natuur

Opvallend is de grote dynamiek van natuur over de periode 1995-2000 volgens LGN en BBG met ruim 23.000 ha terwijl de steekproef over de periode 1996-2003 tot 'slechts' 9.000 ha nieuwe natuur komt. Een belangrijk feit is dat de categorie natuur in de Steekproef Landschap omschreven is als nieuwe natuur (natuurontwikkeling) in het landschap terwijl in het BBG ook natuurlijk beheer van voormalig agrarisch grasland (zoals in het Oudland van Strijen in Zuid-Holland) als nieuwe natuur meetelt. In het geval van het Oudland van Strijen gaat het bijvoorbeeld om een areaal van bijna 1000 hectare. Vergelijkbare situaties komen ook op andere plaatsen voor.

Water

Voor water zien we dat de analyse op basis van het LGN en het BBG een grotere dynamiek oplevert dan de vertaling van de gegevens uit de steekproef naar het landsdekkende niveau (6844 ha ten opzichte van 4478 ha). Er zijn wel opvallende verschillen tussen de bijdrage van het LGN en dat uit het BBG.

Het LGN laat een veel minder grote dynamiek zien dan de steekproef, echter over een kortere periode. Gecorrigeerd naar het aantal jaren zou het LGN uitkomen op ruim 3600 hectare ($2297 + (2297/5) * 3$). Nog altijd minder dan de steekproef maar allerlei kleine wateroppervlakken zoals poelen neemt het LGN niet mee wat mogelijk een verklaring voor het verschil kan zijn.

Het BBG laat over een kortere periode (1996-2000) een grotere dynamiek van het areaal water zien dan de steekproef over een periode van 7 jaar. Bij een nadere blik op de inhoud van het BBG bleek dat er in sommige gebieden ten onrechte water is gekarteerd terwijl het hier gaat om moerasgebieden (soms nieuw aangelegd door natuurontwikkeling). Een voorbeeld hiervan is dat er volgens het BBG grote wateroppervlakten bijgekomen zijn ten Zuiden van Emmen (wat in werkelijkheid natte natuur of moeras is).

Conclusie

Wat eerder al opviel bij de gegevens uit de steekproef landschap komt nu ook naar voren bij de vergelijking met landsdekkende bestanden: de dynamiek is niet normaal verdeeld over Nederland. Analyses op verschillende niveaus (hoog/laag Nederland, provincies, landschapstypen) laten zien dat de dynamiek in het ene gebied veel groter is dan in het andere. Deze kennis kan bij een volgende steekproef gericht op het beschrijven van landschapsveranderingen een rol spelen. Voor het aantonen van geringe veranderingen met een hoge mate van betrouwbaarheid zijn meer steekproefgebieden nodig dan voor het aantonen van omvangrijke veranderingen.

5 Conclusies en aanbevelingen

Uit Hoofdstuk 2 komt de conclusie naar voren dat alle landsdekkende bestanden onvolkomenheden bevatten die bij gebruik van deze bestanden voor monitoringsdoeleinden invloed hebben op het eindresultaat. Dit speelt bij het LGN en BBG sterker dan voor de Top-10 maar is tevens mede afhankelijkheid van de meetvariabele.

Op basis van de beschrijving van alle variabelen in Hoofdstuk 3 kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De topografische kaart is een betrouwbare bron om de toestand van vlakvormig grondgebruik te beschrijven met uitzondering van bedrijfsterreinen en recreatief grondgebruik zoals sportvelden, verblijfsrecreatie. Hiervoor biedt het BBG van CBS een alternatief. Hoe goed of betrouwbaar dit alternatief is, is op basis van deze studie niet aan te geven.
- Op basis van de Steekproefgegevens is slechts voor enkele variabelen aan te tonen dat de Top-10 al dan niet betrouwbaar is voor het beschrijven van veranderingen in grondgebruik. Omdat de topografische kaart de toestand goed blijkt te beschrijven valt te verwachten dat een betere validatieset (meer punten, minder time-lag) aan zal tonen dat de topografische kaart een betrouwbare dataset is voor monitoring van veranderingen in grondgebruik.
- Er bestaat enig gekwantificeerd inzicht in de betrouwbaarheid van de topografische kaart als het om het voorkomen en veranderingen in lijnvormige beplantingen gaat ten opzichte van de steekproef landschap en het MKLE. Hieruit komt het beeld naar voren dat de Top-10 onvolledig is. De uitgevoerde analyses laten een verschil van ruim 20% zien.
- De kosten voor een steekproefsgewijze benadering van de lijnvormige beplanting om op het niveau van landschapstypen uitspraken te kunnen doen komen op een investering van 100 keuro voor de eerste meting inclusief referentie en 70 keuro voor vervolgmetingen.
- Voor de gedetailleerde monitoring van veranderingen in cultuurhistorie en aardkunde is veldcontrole onontbeerlijk. Voor een betrouwbaar inzicht in veranderingen is op basis van de in dit rapport uitgevoerde statistische analyse, een steekproef van 200 gebiedjes van 1*1 km noodzakelijk waarbij de verdeling over de landschapstypen gewogen moet worden naar de mate van verandering waarvoor veranderingen in het grondgebruik een goede indicatie zijn. Hoe lager de dynamiek, hoe meer punten nodig zullen zijn.
- De uitvoering van een dergelijke steekproef voor aardkunde kost eenmalig 70 keuro (inclusief referentie). Voor herhalingsmetingen gaat het om 50 keuro per keer.
- De uitvoering van een dergelijke steekproef voor cultuurhistorie kost eenmalig 100 keuro (inclusief referentie). Voor herhalingsmetingen gaat het om 70 keuro per keer.
- Het verdient aanbeveling om in overleg met Kadaster Topografische Dienst te streven naar verbetering van de topkaarten voor monitoring van landschapsveranderingen. Het gaat daarbij om de volgende aandachtspunten:
 - Recreatief grondgebruik en bedrijfsterreinen als vlakelementen opnemen in de legenda
 - Verbetering van de betrouwbaarheid en frequentie van actualiseren voor lijnvormige beplantingen

Uit de beschrijving van de dynamiek in het grondgebruik op basis van het LGN en het BBG over de periode 1995-2000 komen de volgende conclusies naar voren (Hoofdstuk 4) :

- Dynamiek in bebouwing is het grootst en gaat voor een belangrijk deel ten koste van het areaal landbouwgronden. Tevens blijkt er in de onderscheiden categorieën een aanzienlijke interne dynamiek te bestaan.
- De dynamiek in grondgebruik wordt in Laag Nederland in sterkere mate door bebouwing bepaald dan in Hoog-Nederland. In Hoog-Nederland valt de relatief sterke dynamiek in de categorie natuur op.
- Absoluut gezien kennen de provincies Gelderland, Zuid-Holland en Noord-Brabant de grootste dynamiek; in procenten ten opzichte van de totale oppervlakte van een provincie komen Zuid-Holland en Flevoland als hoogste naar voren.
- In het Zandlandschap heerst absoluut gezien de sterkste dynamiek in het landschap; relatief gezien geldt dat voor de Droogmakerijen.

Literatuur

Alphen, B.J. van, H. Dijkstra en J. Roos-Klein Lankhorst (1994). De ontwikkeling van een methode voor monitoring van de 'maat van de ruimte'. Wageningen, Staring Centrum rapport 334, 82 pp.

Baas, H.G., P.P.D. Burm, W.A. Ligtendag, V. Vreugdenhil, 2001. Ontgonnen Verleden. Inzoomen op de historisch-geografische ontwikkeling van het Nederlandse landschap. Landview, Hoorn.

Bregt, A.K., M.J.W. Jansen, J.M.L. Jansen, H. Houweling, 2003. Verslagen van de audits AKIS, HISTLAND, VIRIS. WUR, Wageningen.

Coeterier, J.F., 1997. Een meetinstrument voor de belevingswaarde van landschappen. Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 9. Staring-Centrum, Rapport 559, IKC Natuurbeheer, Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 9, Wageningen.

Coeterier, J.F. en M.B. Schöne, 1998. Een belevingsmeter voor landinrichtingsprojecten. Wageningen. DLO-Staring Centrum, Rapport 637.

Coeterier, J.F., 2002. De Betekenis van de Omgeving; Belevingsonderzoek in de Proeftuinen en andere cultuurlandschappen. Alterra rapport 489, Wageningen.

Coeterier, J.F., 2000. Landschapsbeleving; toepassing van de meetmethode landschapsbeleving in vier gebieden in Nederland. Alterra rapport 209, Wageningen

Dijkstra, H. en J. Roos-Klein Lankhorst, 1995. Haalbaarheidsstudie Meetnet Landschap. Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 4, SC-DLO Rapport 390, DLO-Staringcentrum en IKC Natuurbeheer, Wageningen.

Dijkstra, H., J.F. Coeterier, M.A. van der Haar, A.J.M. Koomen en W.L.C. Salden, 1997. Veranderend cultuurlandschap. Signalering van landschapsveranderingen van 1900 tot 1990 voor de Natuurverkenning 1997. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 544.

Dijkstra, H., H.J.J.C.M. van Blerck en M.A. van der Haar, 1998. Ontwikkeling van een instrument voor de monitoring en evaluatie van landschapsvernieuwing. Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 12. Staring-Centrum, Rapport 606, IKC Natuurbeheer, Wageningen.

Dijkstra, H. en J. van Lith-Kranendonk, 2000. Schaalkenmerken van het landschap in Nederland. Alterra-rapport 040, Wageningen.

Dijkstra, H., 2001. Graadmeters voor landschapskwaliteit. Raamwerk en bouwstenen voor een kwaliteitsindex 2000+. DLO Natuurplanbureau werkdocument 1998/04. Staring Centrum (SC-DLO), Wageningen.

Dijkstra, H., 2005. Overzicht monitorsystemen voor ME-AVP. Werkdocument MNP.

Driessen, P.P.J., R.H.G. Jongman, P. Leroy & J.A. Verwijmeren, 2001. De zon de maat genomen? Een wetenschappelijke review van het MKGR. Nijmegen/Utrecht/ Wageningen.

- Eupen, M. van, J.W.J. van der Gaast en J.P. Knaapen, 2001. Ecologische Landschaps Index. Nadere uitwerking graadmeter Ruimtelijke samenhang en graadmeter hydrologische relaties. Alterra-rapport 432, Wageningen.
- Farjon, J.M.J., H. Dijkstra, G.H.P. Dirx & A.J.M. Koomen, 2002. Ontwerp voor indicator identiteit, Monitoringsysteem kwaliteit groene ruimte (MKGR). Alterra rapport 416, WUR, Wageningen.
- Farjon, J.M.J., C.H.M. de Bont, J.T.R. Kalkhoven, A.J.M. Koomen & W. Nieuwenhuizen, 2002. Naar een Steekproef Landschap, ontwerp van een methode en pilotstudie. Alterra rapport 359, WUR, Wageningen.
- Jansen, S.R.I., 1997. Conceptueel raamwerk voor een ecologische index. Wageningen. DLO Staringcentrum, rapport 624. Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 11.
- Janssen, V., 2000. De Ecologische Landschapsindex. Graadmeter Ruimtelijke Heterogeniteit. Alterra, Stage-verslag, Wageningen.
- Kloosterman, H., 2003. Van Gordiaanse knoop tot gestroomlijnd gebruik. Eindrapportage interne audit Meetnet Landschap. Rapport EC-LNV nr. 2003/193, Ede/Wageningen.
- Knaapen, J.P. en M. van Eupen, 1999. Ecologische Landschapsindex. Verkenning graadmeters heterogeniteit en stofstromen. Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 17. Staring Centrum, Rapport 706. IKC Natuurbeheer, Wageningen.
- Koeliker, T.J. de, 2004. Graadmeters economie. Programmering onderbouwend onderzoek; tussenstand 2004. Werkdocument Natuurplanbureau.
- Koomen, A.J.M. en E.J. van van Beusekom, 1999. Aardkundig Informatie Systeem (AKIS). Bevragingssysteem voor aardkundige waarden in het Nederlandse landschap. Staring Centrum, Rapport 640, Wageningen; IKC-Natuurbeheer Onderzoekreeks Nota Landschap nr. 14, Wageningen.
- Koomen, A., Nieuwenhuizen, W., Brus, D.J., Keunen, L.J., Maas, G., Maat, van der T. & Weijchede, T., 2004. Steekproef Landschap; Actuele veranderingen in het Nederlandse landschap. Alterra rapport 1049, WUR, Wageningen.
- Koomen, A.J.M. & G.J. Maas, 2005. Geomorfologische Kaart Nederland (GKN); Achtergronddocument bij het landsdekkende digitale bestand. Alterra rapport 1039, WUR, Wageningen.
- Kuijpers, H., H. Harsema en E.J. van Beusekom, 2001. Landschappelijke kwaliteit in beeld. Brochure Meetnet Landschap. EC-LNV 2001/11. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- LNV, 1992. Nota Landschap. Regeringsbeslissing Visie Landschap. Den Haag.
- LNV, 2004. Agenda voor een vitaal platteland. Inspelen op veranderingen. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- Maas, G.J. en H.P. Wolfert, 1997. Aardkundige waarden in Nederland. Signalering van kenmerkende en zeldzame gebieden voor een nationale beleidskaart. DLO-Staring Centrum, Rapport 498, Wageningen.

Mücher, C.A., H.A.M. Thunnissen, C.[H.M.] de Bont, J. Clement, H. Kramer & A.J.M. Koomen: Toepassing IKONOS satellietbeelden in het Meetnet Landschap. Delft, BCRS, 2001. NRSP-2 Rep.

Natuurcompendium, 2003. Milieu-en Natuurplanbureau Wageningen/Bilthoven.

Nieuwenhuizen, Wim, Janneke Roos-Klein Lankhorst, Jetty van Lith-Kranendonk, Sjerp de Vries, Hans Farjon, 2004. Beheers- en Ontwikkelingsplan 2004 MNP-modellen: Kennismodel Effecten landschap Kwaliteit , Monitoring Schaal, BelevingsGIS. Werkdocument 2004-15. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Landbouw-Economisch Instituut, Bilthoven/Wageningen/Den Haag, 2004

Oosterbaan, A., C.A. van den Berg, H. van Blitterswijk, A.J. Griffioen, J.Y. Frissel, H.G. Baas & M.S. Pels, 2004. Meetnet Kleine Landschapselementen. Studie naar methodiek, haalbaarheid en kosten aan de hand van profinventarisaties. Alterra rapport 897, WUR, Wageningen.

Palmer, J.F., 1996. Modeling spaciousness in the Dutch landscape. Wageningen, The Winand Staring Centre, Report 119.

Roos, Janneke, Sjerp de Vries, Peter verweij, 2004. KELK gunt bestuurders een blik op toekomstige kwaliteit landschap. ViMatrix juni 2004, jaargang 12, nr. 4, Pp 38-39.

Roos-Klein Lankhorst, J, W. Nieuwenhuizen, M.H.I. Bloemmen, S. Blok, J.M.J. Farjon, 2004. Verstedelijking en Landschap 1989-2030. Berekende, waargenomen en verbeelde effecten van bebouwing. Alterra-rapport 1056, ISSN 1566-7197.

Roos-Klein Lankhorst, J, S. de Vries, J. van Lith-Kranendonk, H. Dijkstra en J.M.J. Farjon, 2004. Modellen voor de graadmeters landschap, beleving en recreatie, Kennismodel Effecten Landschap Kwaliteit KELK, Monitoring Schaal en BelevingsGIS, Planbureaurapporten 20 Natuurplanbureau, vestiging Wageningen, Wageningen, December 2004

Roos-Klein Lankhorst, J., Vries, S. de, Buijs, A.E. van den, Bloemmen, M.H.I. & Schuling, C, 2005. BelevingsGIS versie 2; waardering van het Nederlandse landschap door de bevolking op kaart. Alterra-rapport 1138. Wageningen.

Strien, A. van en T. van der Meij, 2004. Landelijke natuurmeetnetten van het NEM in 2003. Resultaten en ontwikkelingen. CBS, Voorburg/Heerlen.

Ten Brink, B.J.E, A. van Strien en R. Reijnen, 2001. De natuur de maat genomen in vier graadmeters. Landschap (18) 1:5-20.

Ten Brink, B.J.E, A. van Hinsberg, M. de Heer, D.C.J. van der Hoek, B. de Knecht, O.M. Knol, W. Ligtvoet, M.J.S.M. Reijnen, R. Rosenboom, 2002. Technisch ontwerp Natuurwaarde 1.0 en toepassing in Natuurverkenning 2. RIVM rapport 408657007, Bilthoven.

Vries, S. de & E. Gerritsen (2003). Van fysieke kenmerken naar landschappelijke schoonheid; de voorspellende waarde van fysieke kenmerken, zoals vastgelegd in ruimtelijke bestanden, voor de schoonheidsbeleving van Nederlandse landschappen. Alterra-rapport 718, Reeks Belevingsonderzoek nr. 7, Wageningen

VROM, 1990. Vierde Nota Ruimtelijke Ordening

VROM, 1993. Vierde Nota Ruimtelijke Ordening Extra

VROM, 2005. Nota Ruimte, deel 3a: aangepast kabinetsstandpunt naar aanleiding van behandeling in de Tweede kamer. Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Sdu Uitgevers, Den Haag.

Wiertz, J., P.M. van Egmond, J.M.J. Farjon, H. Houweling, L. Kooistra, M.P. van Veen, 2004. Visie onderbouwend ecologisch onderzoek Milieu-en Natuur Planbureau. Graadmeters, scenario's, modellen, meetnetten en data. Werkdocument Natuurplanbureau.

Wit, A.J.W. de, Th.G.V. van der Heijden en H.A.M. Thunnissen, 1999. Vervaardiging en nauwkeurigheid van het LGN3-grondgebruiksbestand. DLO-Staring Centrum, Rapport 663, Wageningen.

Wit, A.J.W. de, 2003. Land use mapping and monitoring in the Netherlands using remote sensing data. In: Proceedings IGARSS.

Wit, A.J.W. de and Clevers, J.G.P.W., 2004. Efficiency and accuracy of per-field classification for operational crop mapping. International journal of remote Sensing, 25 (20): 4091-4112.

Zeeuw, C.J. de en W.A. Ligtendag, 1998. Datamodel en bevragsysteem voor een cultuurhistorisch informatiesysteem. Wageningen. DLO-Staringcentrum, rapport 565. Onderzoeksreeks Nota Landschap nr 13.

Wot-onderzoek

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu – vanaf mei 2005

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Lumengebouw, te Wageningen.

T 0317 – 47 78 44; F 0317 – 42 49 88; E info.wnm@wur.nl

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de Wot-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2005

- 1 *Eimers, J.W.* (Samenstelling). Projectverslagen 2004.
- 2 *Hinssen, P.J.W.* Strategisch Plan van de Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, 2005 – 2009.
- 3 *Sollart, K.M.* Recreatie: Kennis en datavoorziening voor MNP-producten. Discussienotitie.
- 4 *Jansen, M.J.W.* ASSA: Algorithms for Stochastic Sensitivity Analysis. Manual for version 1.0.
- 5 *Goossen, C.M. & S. de Vries.* Beschrijving recreatie-indicatoren voor de Monitoring en Evaluatie Agenda Vitaal Platteland (ME AVP)
- 6 *Mol-Dijkstra, J.P.* Ontwikkeling en beheer van SMART2-SUMO. Ontwikkelings- en beheersplan en versiebeheerprotocol.
- 7 *Oenema, O.* How to manage changes in rural areas in desired directions?
- 8 *Dijkstra, H.* Monitoring en Evaluatie Agenda Vitaal Platteland; inventarisatie aanbod monitoringsystemen.
- 9 *Ottens, H.F.L. & H.J.A.M. Staats.* BelevingsGIS (versie2). Auditverslag.
- 10 *Straalen, F.M. van.* Lijnvormige beplanting Groene Woud. Een studie naar het verdwijnen van lanen en perceelsrandbegroeiing in de Meierij.
- 11 *Programma Commissie Natuur.* Onderbouwend Onderzoek voor de Natuurplanbureau-functie van het MNP; Thema's en onderzoeksvragen 2006.
- 12 *Velthof, G.L. (samenstelling).* Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. Taken en werkwijze.
- 13 *Sanders, M.E. & G.W. Lammers.* Lokaliseren kansen en knelpunten van de Ecologische Hoofdstructuur – met informatie van de terreinbeheerders.
- 14 *Verdonschot, P.F.M., C.H.M. Evers, R.C. Nijboer & K. Didderen.* Graadmeters aquatische natuur. Fase 1: Vergelijking van de graadmeter Natuurwaarde met de Natuurdoeltypen en KRW-maatlatten
- 15 *Hinssen, P.J.W.* Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Werkplan 2006
- 16 *Melman, Th.C.P., R.G. Groeneveld, R.A.M. Schrijver & H.P.J. Huiskes* Ontwikkeling economisch-ecologisch optimaliseringsmodel natuurbeheer in combinatie met agrarische bedrijfsvoering. Studie in het licht van LNV-beleidsombuiging “van verwerving naar beheer”
- 17 *Vreke, J., R.I. van Dam & F.J.P. van den Bosch.* De plaats van natuur in beleidsprocessen. Casus: Besluitvormingsproces POL-aanvulling Bedrijventerrein Zuid-Limburg
- 18 *Gerritsen, A.L., J. Kruit & W. Kuindersma.* Ontwikkelen met kwaliteit. Een verkenning van evaluatiecriteria
- 19 *Bont, C.J.A. de, M. Boekhoff, W.A. Rienks, A. Smit & A.E.G. Tonneijck.* Impact van verschillende wereldbeelden op de landbouw in Nederland. Achtergronddocument bij ‘Verkenning Duurzame Landbouw’
- 20 *Rienks, W.A. & J.A. Klijn.* Naar EURuralis 2.0. Vooronderzoek naar mogelijkheden tot verbetering, verdieping, interactievere presentatie, Europees draagvlak en ‘downscaling’ (in voorbereiding)

2006

- 21 *Rienks, W.A., I. Terluin & P.H. Vereijken.* Towards sustainable agriculture and rural areas in Europe. An assessment of four EU regions
- 22 *Knegt, B. de, H.W.B. Bredenoord, J. Wiertz & M.E. Sanders.* Monitoringsgegevens voor het natuurbeheer anno 2005. Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer: Achtergrondrapport 1
- 23 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-001 – Monitor- en Evaluatiesysteem Agenda Vitaal Platteland
- 24 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek Natuurplanbureaufunctie
- 25 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-385 - Milieuplanbureaufunctie
- 26 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-394 – Natuurplanbureaufunctie
- 27 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04 - Kennisbasis
- 28 *Verboom, J., R. Pouwels, J. Wiertz & M. Vonk.* Strategisch Plan LARCH. Van strategische visie naar plan van aanpak
- 29 *Velthof, G.L. en J.J.M. van Grinsven (eds.)* Inzet van modellen voor evaluatie van de meststoffenwet. Advies van de CDM-werkgroep Harmonisatie modellen
- 30 *Hinssen, M.A.G., R. van Oostenbrugge & K.M. Sollart.* Draaiboek Natuurbalans. Herziene versie
- 31 *Swaay, C.A.M. van, V. Mensing & M.F. Wallis de Vries.* Hotspots dagvlinder biodiversiteit
- 32 *Goossen, C.M. & F. Langers.* Recreatie en groen in en om de stad. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 33 *Turnhout, Chr. Van, W.-B. Loos, R.P.B. Foppen & M.J.S.M. Reijnen.* Hotspots van biodiversiteit in Nederland op basis van broedvogelgegevens
- 34 *Didderen, K en P.F.M. Verdonshot.* Graadmeter Natuurwaarde aquatisch. Typen, indicatoren en monitoring van regionale wateren
- 35 *Wamelink, G.W.W., G.J Reinds, J.P. Mol-Dijkstra, J. Kros, H.J. Weggens.* Verbeteringen voor de Natuurplanner
- 36 *Groeneveld, R.A. & R.A.M. Schrijver.* FIONA 1.0; Technical description
- 37 *Luesink, H.H., M.J.C. de Bode, P.W.G. Groot Koerkamp, H. Klinker, H.A.C. Verkerk & O.Oenema.* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen
- 38 *Bakker-Verdurmen, M.R.L., J.W. Eimers, M.A.G. Hinssen-Haanen, T.J. van der Zwaag-van Hoorn.* Handboek secretariaat WOT Natuur & Milieu
- 39 *Pleijte, M. & M.A.H.J. van Bavel.* Europees en gebiedsgericht beleid: natuur tussen hamer en aambeeld? Een verkennend onderzoek naar de relatie tussen Europees en gebiedsgericht beleid
- 40 *Kramer, H., G.W. Hazeu & J. Clement.* Basiskaart Natuur 2004; vervaardiging van een landsdekkend basisbestand terrestrische natuur in Nederland
- 41 *Koomen, A.J.M., W. Nieuwenhuizen, J. Roos-Klein Lankhorst, D.J. Brus & P.F.G. Vereijken.* Monitoring landschap; gebruik van steekproeven en landsdekkende bestanden
- 42 *Selnes, T.A., M.A.H.J. van Bavel & T. van Rheenen.* Governance of biodiversity
- 43 *Vries, S. de.* Veranderende landschappen en hun beleving
- 44 *Broekmeijer, M.E.A. & F.H. Kistenkas.* Bouwen en natuur: Europese natuurwaarden op het ruimtelijk ordeningsspoor. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 45 *Sollart, K.M. & F.J.P. van den Bosch.* De provincies aan het werk; Praktijkervaringen van provincies met natuur- en landschapsbeleid in de periode 1990-2005. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 46 *Sollart, K.M. & R. de Niet met bijdragen van M.M.M. Overbeek.* Natuur en mens Achtergronddocument bij de Natuurbalans 2006