



Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Ecosysteemdiensten van natuur en landschap

Aanpak en kennistabellen voor het opstellen van indicatoren

| WOt-werkdocument 351

R.J.H.G. Henkens & W. Geertsema



WAGENINGEN UR
For quality of life

Ecosysteemdiensten van natuur en landschap

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. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd.

Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.

WOT-werkdocument **351** is het resultaat van een onderzoeksopdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ). Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals Balans van de Leefomgeving en Thematische Verkenningen.

Ecosysteemdiensten van natuur en landschap

Aanpak en kennistabellen voor het
opstellen van indicatoren

R.J.H.G. Henkens

W. Geertsema

Werkdocument 351

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, september 2013

Referaat

Henkens, R.J.H.G. en W. Geertsema (2013). *Ecosysteemdiensten van natuur en landschap; Aanpak en kennistabellen voor het opstellen van indicatoren*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 351. 91 blz.; 6 fig.; 11 tab.; 59 ref.; 5 bijl.

De natuur levert ecosysteemdiensten waarvan de meesten zich onvoldoende bewust zijn, maar die wel degelijk een concrete economische en/of maatschappelijke waarde hebben. Het verlies ervan zou toekomstige generaties met hoge(re) kosten kunnen opzadelen. Om bewustwording te stimuleren kunnen deze diensten worden gekwantificeerd en uiteindelijk ook gemonetariseerd. Hiertoe zijn een achttal ecosysteemdiensten nader uitgewerkt, te weten: waterkering, waterberging, oppervlaktewaterzuivering, CO₂-vastlegging, plaagbestrijding, bestuiving, luchtzuivering (afvang fijnstof) en openluchtrecreatie. Per dienst is op basis van literatuuronderzoek en veronderstellingen een kennistabel opgesteld. Deze is gekoppeld aan de beheertypen van de IndexNL en geeft aan in welke mate de dienst door dat beheertype wordt geleverd. Ook worden bepalende ruimtelijke aspecten beschreven. In een volgende stap zouden van iedere dienst trendgrafieken kunnen worden opgesteld die laten zien in welke mate de dienst een aantal jaren terug werd geleverd, hoe het er nu voor staat en hoe dat zal verlopen met het huidige beleid.

Trefwoorden. Ecosysteemdiensten, beheertypen IndexNL, waterkering, waterberging, waterzuivering, CO₂-vastlegging, plaagbestrijding, bestuiving, afvang fijnstof, recreatie.

©2013 **Alterra Wageningen UR**
Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 48 07 00; e-mail: info.terra@wur.nl

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

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Ecosysteemdiensten en beleid	9
1.1 Doelstelling	9
1.2 Koppeling met beheertypen IndexNL	11
1.3 Afbakening en leeswijzer	13
2 Waterkering	15
2.1 Werking van ecosysteemdienst	15
2.1.1 Watergerichte vooroevers en voorlanden	15
2.1.2 Aanpassingen aan de waterkering	16
2.1.3 Inlands gerichte inlagen	17
2.2 Beoordeling van de betekenis	17
2.3 Kwantificering	18
2.4 Ruimtelijke aspecten	20
3 Water vasthouden en bergen	21
3.1 Werking van ecosysteemdienst	21
3.1.1 Watervasthoudend vermogen	21
3.1.2 Bergingscapaciteit	22
3.1.3 Watervasthouding en -berging	22
3.2 Kwantificering	23
3.3 Ruimtelijke aspecten	24
4 Oppervlaktewaterzuivering	25
4.1 Afbakening	25
4.2 Beoordeling op vijf criteria	25
4.3 Werking ecosysteemdienst nitraatzuivering	27
4.3.1 N-opname en afvoer	27
4.3.2 Denitrificatie	27
4.3.3 Overig	28
4.4 Kwantificering nitraatzuivering	28
4.5 Ruimtelijke aspecten nitraatzuivering	31
4.5.1 Denitrificatie in oppervlaktewater nabij nitraatbronnen	31
4.5.2 Denitrificatie op het land	31
4.6 Werking ecosysteemdienst fosfaatafvang	31
4.6.1 P-opname en afvoer	31
4.6.2 P-fixatie en immobilisatie in de bodem	32
4.6.3 Overig	32
4.7 Kwantificering fosfaatafvang	33
4.8 Ruimtelijke aspecten fosfaatafvang	33
5 CO₂-vastlegging door bos en veen	35
5.1 Werking van ecosysteemdienst	35
5.1.1 Bos	35
5.1.2 Veen	35
5.1.3 Andere beheertypen	36

5.2	Beoordeling op basis van vijf criteria	36
5.3	Kwantificering	37
5.4	Ruimtelijke aspecten	39
6	Natuurlijke plaagbestrijding	41
6.1	Werking van ecosysteemdienst	41
6.2	Beoordeling op basis van vijf criteria	42
6.3	Kwantificering	44
6.4	Ruimtelijke aspecten	44
7	Bestuiving	47
7.1	Werking van ecosysteemdienst	47
7.2	Beoordeling op basis van vijf criteria	47
7.3	Kwantificering	48
7.4	Ruimtelijke aspecten	50
8	Luchtzuivering (afvang fijnstof)	51
8.1	Werking van ecosysteemdienst	51
8.2	Beoordeling op basis van vijf criteria	51
8.3	Kwantificering	52
8.4	Ruimtelijke aspecten	53
9	Openluchtrecreatie	55
9.1	Werking van ecosysteemdienst	55
9.2	Beoordeling op basis van vijf criteria	56
9.3	Kwantificering vraag en aanbod	58
Bijlage 1	Verdeling natuur binnen samengestelde beheertypen	65
Bijlage 2	Areaal ecosystemen	67
Bijlage 3	Kentallen ecosysteemdiensten per beheertype IndexNL	69
Bijlage 4	Berekeningen voor samengestelde beheertypen	75
Bijlage 5	Vertaaltabel Index Natuur en landschap	79

Samenvatting

Menigeen is zich bewust dat de natuur ons concrete diensten levert zoals landbouwgewassen en vis. Er zijn echter ook belangwekkende ecosysteemdiensten waarvan we ons onvoldoende bewust zijn, waarvoor niet wordt betaald, maar die wel degelijk een concrete economische en/of maatschappelijke waarde hebben. Pas als het er niet meer is, wordt het gemist, maar dat zou toekomstige generaties wel met hoge(re) kosten kunnen opzadelen. Door nu te investeren in het behoud en de ontwikkeling van deze diensten kunnen hogere kosten later worden voorkomen. Het algemeen overheersende beeld dat de natuur de maatschappij enkel maar geld kost is dan ook niet terecht. Het Europese natuurbeleid streeft ernaar dat deze ecosysteemdiensten een steviger positie krijgen in beleidsafwegingen. Kwantificering en uiteindelijk ook monetaire waardering van deze ecosysteemdiensten kan tot de gewenste bewustwording leiden. Daarmee kan draagvlak ontstaan voor een natuur- en landschapsbeleid waarbij voldoende ruimte is voor deze diensten.

Om beleid te kunnen maken is het allereerst belangrijk dat de omvang van de ecosysteemdiensten inzichtelijk wordt. Er dienen als het ware trendgrafieken te worden opgesteld die in beeld brengen hoe het vroeger met de betreffende ecosysteemdienst gesteld was, hoe het nu is en wellicht ook hoe het bij een bepaald beleidsscenario zal verlopen.

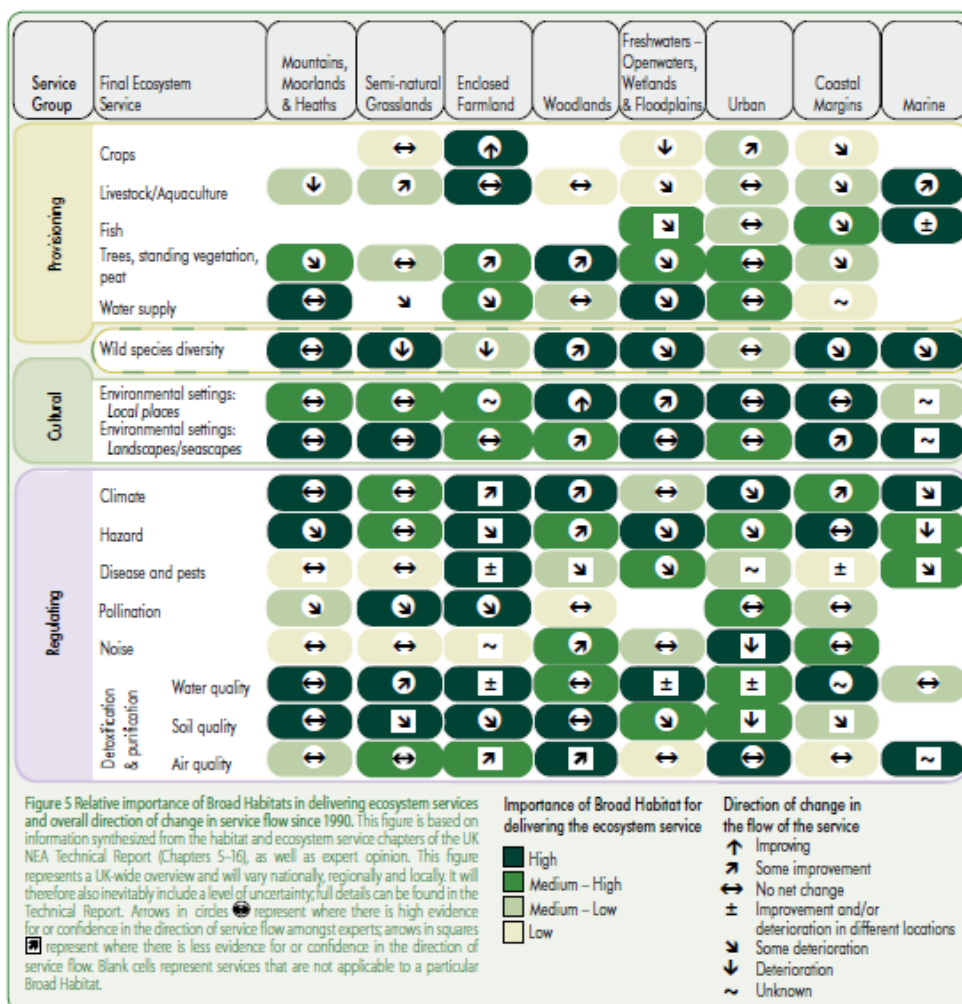
In dit werkdocument zijn acht ecosysteemdiensten uitgewerkt. Het betreft de diensten: waterkering, waterberging, oppervlaktewaterzuivering, CO₂-vastlegging, plaagbestrijding, bestuiving, luchtzuivering (afvang fijn stof) en openluchtrecreatie. De rechtvaardiging voor de keuze van deze diensten wordt gegeven door een korte beschrijving van de economische en maatschappelijke betekenis van de dienst, de huidige capaciteit en verwachte trend aan dienstleverende ecosystemen en de mogelijke stapeling met andere diensten. Naast een beschrijving van de werking van de ecosysteemdienst zijn kennistabellen opgesteld waarmee de dienst kan worden gekwantificeerd. Deze kwantificering is gebaseerd op literatuuronderzoek en veronderstellingen. Omdat veel diensten niet overal in dezelfde mate worden geleverd, worden ook de ruimtelijke aspecten beschreven die bij de doorrekening dienen te worden meegenomen. De belangrijkste is het type natuur, aangezien niet elk type een zelfde dienst levert. De omvang van de diensten zijn beschreven met de beheertypen uit de Index Natuur en Landschap (IndexNL), waarmee provincies en terreinbeheerders de natuurgebieden beschrijven. Met deze kaarten plus de beschreven omvang van de diensten is de huidige dienst in kaart te brengen. Met vertaaltabellen met oude natuur typologieën en index-NL kan vervolgens ook worden bepaald hoe de situatie er bij wijze van spreken 20 jaar geleden voor stond, toen de systematiek van de IndexNL nog niet operationeel was.

De kennis in dit WOt-werkdocument betreft een eerste stap in de ontwikkeling van indicatoren voor ecosysteemdiensten. Het document schetst een aanpak om indicatoren te maken, zet de daarvoor benodigde basis informatie op een rij en benoemt factoren die in de berekening meegenomen dienen te worden. Omdat er nationaal en internationaal momenteel veel onderzoek wordt verricht naar ecosysteemdiensten dient er met regelmaat een update van de kennistabellen plaats te vinden.

1 Ecosysteemdiensten en beleid

1.1 Doelstelling

Met de Natuurverkenning 2010-2040 (PBL, 2012) leverde het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een inspiratiebron waarmee overheden en maatschappelijke partijen invulling kunnen geven aan het lange termijn beleid voor natuur en landschap. Hierover bestaan in de samenleving namelijk uiteenlopende denkbeelden. Voor de een staat natuur gelijk aan een ongerepte wildernis, terwijl dit voor de ander ook een groen bedrijventerrein kan zijn. Het PBL heeft de verschillende zienswijzen over natuur en landschap vertaald naar een viertal toekomstbeelden onder de noemers: Vitale natuur, Beleefbare natuur, Functionele natuur en Inpasbare natuur. Deze toekomstbeelden, ook wel kijkrichtingen genoemd, laten zien dat Nederland er in 2040, afhankelijk van het te voeren beleid, heel verschillend uit kan zien. De kijkrichtingen zijn zoals gezegd bedoeld ter inspiratie. Het uiteindelijk te voeren beleid zal waarschijnlijk een combinatie zijn van de vier kijkrichtingen.



Figuur 1. Voorbeeld van de beschrijving van ecosysteemdiensten uit de Engelse nationale ecosystem assessment.

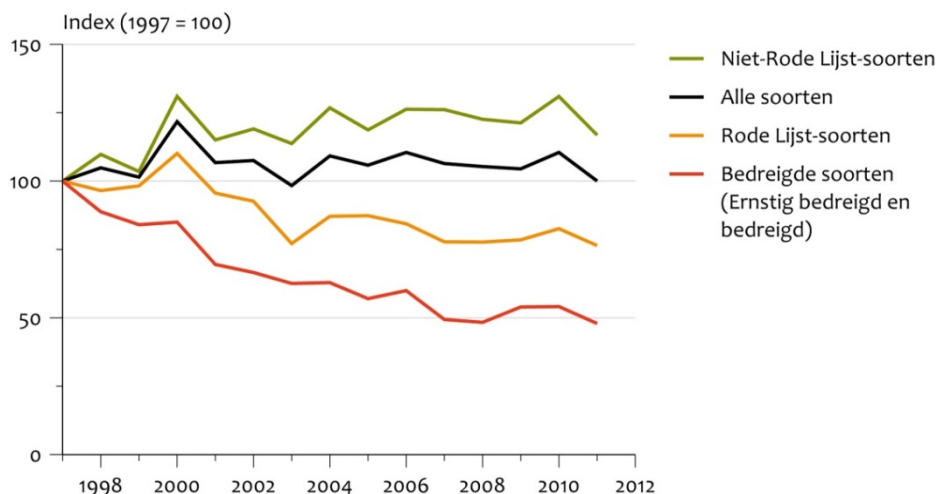
In de kijkrichting Functionele Natuur levert de natuur de mens diensten en producten. In deze kijkrichting verkiest de samenleving duurzame natuurlijke oplossingen boven technische oplossingen. Bij voorbeeld een voorkeur voor zuiveringsmoerassen boven waterzuiveringsinstallaties. Duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen staat voorop in deze kijkrichting. Het gaat daarbij om ecosysteemdiensten met concrete economische en/of maatschappelijke waarde. Voor deze diensten wordt vaak niet betaald en we zijn ons onvoldoende van deze diensten bewust. Het verlies ervan zou toekomstige generaties echter met hoge kosten kunnen opzadelen. In deze kijkrichting staan de zogenoemde functionele ecosysteemdiensten uit de Millennium Ecosystem Assessment centraal.

Deze kijkrichting maakt duidelijk dat het beeld dat de natuur de maatschappij enkel maar geld kost niet terecht is. Een van de Europese doelen van het biodiversiteitsbeleid is dat de ecosysteemdiensten die de natuur levert een steviger positie in beleidsmatige afwegingen krijgen. Dat kan met een fysieke beschrijving van de ecosysteemdiensten of via monetaire waardering. Monetaire waardering van ecosysteemdiensten kan tot bewustwording leiden, zodat draagvlak ontstaat voor een natuur en landschapsbeleid zoals verbeeld in de kijkrichting Functionele natuur.

Figuur 1 geeft een beeld van de beschrijving van ecosysteemdiensten uit de Engelse nationale ecosysteem assessment, waarbij het belang van type natuur voor het leveren van diensten is beschreven, naast de verandering in de omvang van de dienst.

Om het beleid van informatie te voorzien wil het PBL boodschappen ten aanzien van ecosysteemdiensten kort en krachtig te beschrijven. De ontwikkeling van ecosysteemdiensten op de langere termijn, dient bij voorkeur in één oogopslag helder te zijn. Voor het PBL bestaat de ambitie om voor de verschillende ecosysteemdiensten een trendgrafiek te produceren, vergelijkbaar met de grafiek over de ontwikkeling van Rode Lijst-soorten (zie figuur 2).

Populatieomvang van soorten

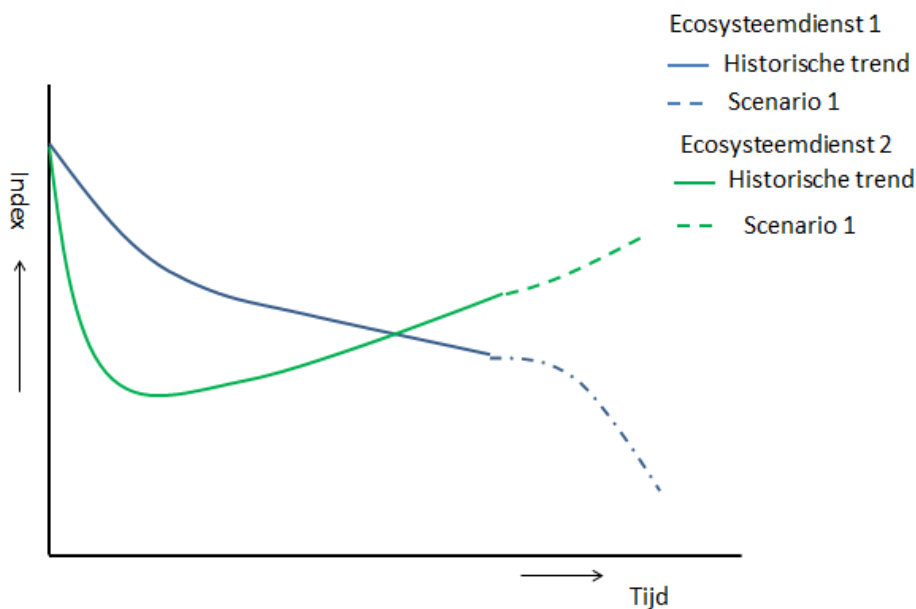


Bron: CBS.

CBS/jun13
www.clo.nl/nl152105

Figuur 2. Ontwikkeling van de populatieomvang van soorten als voorbeeld voor een vergelijkbare trendgrafiek over de ontwikkeling van ecosysteemdiensten. (Compendium voor de Leefomgeving, indicator 1521, juni 2013; CBS et al., 2013).

In plaats van Rode Lijst-soorten gaat het dan bijvoorbeeld om de omvang van de belangrijkste ecosysteemdiensten. Wens is daarbij om, analoog aan de algemene aanpak van andere indicatoren van het PBL, ook een aansluiting te maken met modellen die de toekomst in beeld kunnen brengen (figuur 3).



Figuur 3. Schematische weergaven van de door PBL gewenste informatie over ecosysteemdiensten

1.2 Koppeling met beheertypen IndexNL

Gezien het werkgebied van het PBL dient de levering van ecosysteemdiensten door natuur en landschap op landelijke schaal te worden beschreven. Ecosysteemdiensten worden in enige mate overal geleverd, op zee, op land, in natuur en de stedelijke omgeving. In dit rapport is gestart met het in beeld brengen van de diensten die door natuur wordt geleverd. Daarbij is aangehaakt bij de huidige typologie die beheerders en provincies gebruiken om natuur en landschap te beschrijven; de Index Natuur en Landschap (IndexNL). De IndexNL is een samenvoeging van de doelpakketten uit het Programma Beheer, de doeltypen van Staatsbosbeheer, de natuurtypen van Natuurmonumenten en de natuurdoeltypen van (destijds) het ministerie van LNV (nu Economische Zaken). De IndexNL is dan ook een natuurtypologie met als doel om in beheer en beleid met één taal te gaan spreken. Met de IndexNL wordt de natuur in zo min mogelijk overlappende beheertypen verdeeld. Er worden vier groepen met beheertypen onderscheiden:

- *Natuur*: De natuur van Nederland wordt ingedeeld in zeventien natuurtypen. Dit is het niveau waarop het Rijk haar natuurbeleid formuleert. Binnen elk natuurtype wordt een aantal beheertypen onderscheiden. In totaal zijn er 48 natuurbeheertypen.
- *Landschap*: De landschappelijke elementen worden ingedeeld in vier typen. Deze vier typen hebben een onderverdeling in totaal twintig beheertypen. Hiervan zijn er dertien van toepassing op natuurbeheer. Voor het agrarisch natuurbeheer zijn alle twintig landschapsbeheertypen van toepassing.
- *Agrarische beheertypen*. Er zijn twee agrarische natuurtypen onderscheiden (agrarische flora- en faunagebieden) met vijf beheertypen.

- *Recreatietypen*: Er worden voorts vijf recreatietypen onderscheiden. Deze zijn echter nog niet operationeel maar worden wel besproken in hoofdstuk 9 (over openluchtrecreatie).

De provincies geven in hun natuurbeheerplannen tot op perceelniveau aan welk beheertype daar aanwezig is of gewenst is (ambitieniveau).

Om op landelijk niveau de ecosysteemdiensten van natuur te kwantificeren zijn kaarten nodig die de historische, huidige en verwachte toekomstige ecosysteemdiensten van de IndexNL aangeven (zie ook kader 1):

- *Historische ecosysteemdiensten*: Voor het opstellen van een trendgrafiek is een reeks van jaren nodig, waarbij het startjaar op index = 100 wordt gesteld (zie figuur 2). Het systeem van de IndexNL is vrij recent ontwikkeld. Om de gewenste trendgrafiek op te stellen kan de vertaaltabel in Bijlage 5 worden gebruikt. Daarmee kunnen bijvoorbeeld de natuurdoeltypen vanaf het gekozen startjaar worden doorvertaald naar de beheertypen van de IndexNL.
- *Huidige ecosysteemdiensten*: Alle provincies hebben een beheertypenkaart opgesteld waarmee tot op perceelniveau wordt aangegeven om welk beheertype het gaat. Deze kaart is van belang om de huidige ecosysteemdiensten te kunnen kwantificeren.
- *Verwachte toekomstige ecosysteemdiensten*: Alle provincies hebben ook een ambitiekaart opgesteld. Hiermee geven ze aan waar nieuwe natuur (beheertypen) aangelegd moet worden, waar bestaande natuur dient te worden vervangen en waar een kwaliteitsverbetering moet plaatsvinden. De ambitiekaart heeft een tijdshorizon van 10 jaar. Hiermee kunnen desgewenst de verwachte ecosysteemdiensten worden doorgerekend.

De grootschalige dynamische min- of meer natuurlijke beheertypen Zee en wad (N01.01), Duin- en kwelderlandschap (N01.02), Rivier- en moeraslandschap N01.03 en Zand- en kalklandschap (N01.04) bestaan uit diverse natuur- en landschappen wat bijvoorbeeld kan variëren van stuivend zand tot opgaand bos. In mindere mate geldt dat ook voor een aantal kleinschalige beheertypen. Voor deze grootschalige beheertypen is met behulp van de vertaaltabel (Bijlage 5) en het Handboek Natuurdoeltypen (Bal *et al.*, 2001) een inschatting gemaakt van het procentuele oppervlak aan natuur. Voor een aantal kleinschaliger beheertypen is met informatie van de website van het Boschap (www.natuurkennis.nl) bepaald wat de verdeling aan afzonderlijk typen natuur is. Zie bijlage 1 voor het resultaat van deze procentuele verdeling.

Kader 1. Interpretatie van trendgrafieken over ecosysteemdiensten

Bij de interpretatie van trendgrafieken over de levering van ecosysteemdiensten dient men zich er bewust van te zijn dat veel ecosysteemdiensten niet op zichzelf staan, maar afhankelijk zijn van andere trends. Dit speelt bijvoorbeeld bij diensten die een rol spelen in de zuivering van milieuvuulende stoffen. Zo treedt de ecosysteemdienst 'oppervlaktewater zuivering', vooral op in een sloot naast een zwaar bemest landbouwweld. De ecosysteemdienst 'afvang van fijnstof' treedt vooral op in een groenstrook naast een drukke snelweg. Indien door allerlei (technische) milieumaatregelen de bemesting op het landbouwweld en de uitstoot van fijnstof afnemen, dan zullen ook de geleverde zuiverende ecosysteemdiensten afnemen. De trendgrafiek vertoont dan een dalende lijn, terwijl de potentiële capaciteit van de ecosysteemdienst niet verandert hoeft te zijn, of misschien zelfs is toegenomen.

1.3 Afbakening en leeswijzer

De beheertypen uit de IndexNL zullen vele ecosysteemdiensten in meer of mindere mate leveren. Niet al deze diensten zullen maatschappelijk en/of economisch even belangwekkend zijn. Voor de gewenste bewustwording gaat het erom om te concentreren op de belangrijkste ecosysteemdiensten. Een indicatie geven van het belang, analoog aan de aanpak in de Engelse NEA, kan helpen om de ecosysteemdiensten te vergelijken.

De vraag vanuit PBL was om vijf á tien ecosysteemdiensten nader uit te werken en het belang te beschrijven. Daarbij is gekeken naar:

1. *Economische betekenis*: De ecosysteemdienst heeft een belangwekkende economische betekenis, omdat het bijvoorbeeld tot werkgelegenheid leidt.
2. *Maatschappelijke betekenis*: De ecosysteemdienst heeft een belangwekkende maatschappelijke betekenis. Bijvoorbeeld omdat deze bijdraagt aan het voorkomen of oplossen van problemen die samenhangen met actuele crises (Melman *et al.*, 2011). Denk daarbij aan de biodiversiteitscrisis, de voedselcrisis, de energiecrisis maar vooral ook de klimaatcrisis. De klimaatcrisis is een belangrijke oorzaak van de andere crises en een laaggelegen land als Nederland is hier extra kwetsbaar voor.
3. *Huidige capaciteit*: De huidige capaciteit om de ecosysteemdienst te kunnen leveren is substantieel, getuige het oppervlak van bepaalde beheertypen (zie beheertypenkaart IndexNL en Bijlage 2), en vertegenwoordigt een navenant substantiële maatschappelijke en/of economische waarde.
4. *Verwachte trend*: De verwachte trend voor de levering van de ecosysteemdienst is substantieel positief/negatief getuige de ambitiekaart van de IndexNL.
5. *Stapelings/meekoppeling van diensten*: De ecosysteemdienst sluit stapeling met andere diensten niet uit.

Voor de 'selectie van ecosysteemdiensten' zijn de diensten zoals beschreven in Melman *et al.* (2011) als uitgangspunt genomen. De hierin beschreven regulerende diensten worden in navolgende hoofdstukken alle nader uitgewerkt tot kennistabellen. Vanwege het belang voor de waterveiligheid is de regulerende dienst waterkering (hoofdstuk 2) hieraan nog toegevoegd. Verder zijn dit de regulerende diensten watervasthouding en -berging (hoofdstuk 3), oppervlaktewater zuivering (hoofdstuk 4), CO₂-vastlegging door bos en veen (hoofdstuk 5), plaagbestrijding (hoofdstuk 6), bestuiving (hoofdstuk 7) en luchtzuivering (afvang fijnstof; hoofdstuk 8). Vanwege het grote economische en maatschappelijke belang van natuur voor de openlucht recreatie, wordt dit in hoofdstuk 9 nader uitgewerkt.

2 Waterkering

2.1 Werking van ecosysteemdienst

Een waterkering is elke natuurlijke of kunstmatige begrenzing of afscheiding die het water in zijn loop tegenhoudt. Een natuurlijke waterkering is een natuurlijke hoogte die als geomorfologische eenheid dienst doet als waterkering voor het achterliggende gebied. Ook in het vlakke Nederland zijn er vele verschillende vormen van natuurlijke hoogtes zoals kustduinen, strandwallen, kwelders, gorzen, rivierduinen, oeverwallen, stuwwallen (zoals de Rode klif en Oudemirdemerklif bij Gaasterland). Als primaire waterkeringen gelden in Nederland echter hoofdzakelijk de duinen en door de mens aangelegde dijken of dammen.

Al eeuwenlang zijn dijken een effectieve manier van kustverdediging en hebben ze een belangrijke rol gespeeld in het uitbreiden en inpolderen van nieuw land. Dijken zorgen echter voor een steeds groter wordend hoogteverschil tussen de verwachte stijgende zeespiegel en de inklinkende bodem. Dijken en dammen zijn statisch. Ze groeien niet mee met de zeespiegelstijging en belemmeren bovendien natuurlijke sedimentatie en daarmee het meegroeiën van het achterland. Het toenemende hoogteverschil tussen zeespiegel en land zorgt er bovendien ook voor dat de impact bij een dijkdoorbraak groot is. Vandaar dat met het Deltaprogramma momenteel verschillende alternatieve natuurlijke of innovatieve waterkeringen worden verkend en (experimenteel) toegepast (Fiselier *et al.*, 2011; Tangelder en Ysebaert, 2012; Loon-Steensma *et al.*, 2012a en 2012b). Het betreft hier nieuwe waterkeringen of aanpassingen aan bestaande keringen, die niet alleen veiligheid bieden tegen overstromingen, maar die ook gericht zijn op meer ruimte voor natuurlijke processen. Daar waar het natuurlijke waterkeringen betreft kan dit goed aansluiten bij de beheertypen van de IndexNL.

Ieder type watersysteem heeft zijn eigen dynamiek en de mogelijkheid voor het toepassen van natuurlijke waterkeringen hangt daarmee samen. Daarom dient, net als in het Deltaprogramma, een onderscheid te worden gemaakt in natuurlijke waterkeringen voor de Noordzee, Wadden en Estuaria, het IJsselmeergebied en het Rivierengebied. De concepten voor natuurlijke waterkeringen kunnen grofweg in drie typen worden onderscheiden watergerichte vooroevers en voorlanden, aanpassingen aan de waterkering en inlands gerichte inlagen.

2.1.1 Watergerichte vooroevers en voorlanden

Vooroevers en voorlanden zorgen ervoor dat de golfenergie op de kust afneemt. Natuurlijke sedimentatieprocessen kunnen ervoor zorgen dat deze gebieden in hoogte toenemen (het zogenaamde 'building with nature'), waardoor ook de waterkerende werking toeneemt. Bij zogenaamde 'zwakke schakels' in de waterkering waar de natuurlijke processen voor vorming van vooroevers en/of voorlanden niet aanwezig zijn, kunnen actief maatregelen worden genomen om deze processen te stimuleren. Daarbij kan men denken aan kunstmatige schelpdierriffen die (mogelijk) de erosie van zandplaten stoppen en waar in de luwte sedimentatie kan optreden (zoals de kunstmatige Oesterriffen in de Oosterschelde). Maar ook zandsuppleties die op een strategische locatie worden neergelegd zodat het zand door waterbeweging op de juiste plaats komt (bijvoorbeeld

de Zandmotor¹). Deze voorlanden en vooroevers kunnen afhankelijk van het te voeren beheer tot belangwekkende natuurwaarden leiden.

Noordzeekust

Aan de Noordzeekust zijn duinen reeds natuurlijke waterkeringen. Circa 70% van de Nederlandse kust wordt reeds door duinen beschermd. Deze bescherming is echter niet (meer) vanzelfsprekend en afkalving van de duinen wordt zoveel mogelijk voorkomen met zandsuppleties, zoals de genoemde Zandmotor. Dit kan leiden tot natuurlijke waterkeringen zoals zandbanken voor de kust, (hoge) stranden, duin- en kweldervorming.

Wadden en estuaria

Voor het Wadden- en Deltagebied geldt dat veel dijken en dammen niet aan de veiligheidsnorm voldoen (Figuur 4). De golfenergie op de dijken moet worden gereduceerd en er dient te worden gezocht naar manieren om mee te groeien met de zeespiegelstijging. Dat kan met (actief gestimuleerde) natuurlijke sedimentatie processen, met de bedoeling om golfreducerende ondieptes, platen, kwelders en stranden nabij de dijken te laten ontstaan.

IJsselmeergebied

Ook in het IJsselmeergebied zijn veel abrupte land-water overgangen, waar golven (en ijsschotsen) vrij spel hebben op de dijk. Met vooroevers en voorlanden kan de golfenergie op de dijk worden gereduceerd. Versteving of verhoging van de dijken kan daarmee minder noodzakelijk of intensief zijn. Voor de gewenste golfreductie kunnen deze gebieden zowel tegen de dijk aanliggen als op 50 tot 100 m uit de kust. Zandbanken moeten wel minstens 30 m breed zijn (Fiselier *et al.*, 2011). De vooroevers en voorlanden in het IJsselmeergebied kunnen, afhankelijk van het gevoerde beheer, uitgroeien tot onderwatervegetaties, rietmoerassen, vochtige graslanden of moerasbos.

Rivierengebied

Voor het benedenrivierengebied, zoals het Hollands Diep en Haringvliet geldt dat hoge rivierafvoer en zware storm leidt tot hoge golfenergie op de dijken. Deze golfenergie kan worden gereduceerd door voorlanden zoals wilgengrienden en met ruigten, riet of moerasbos begroeide gorzen. In het bovenrivierengebied is tijdens hoog water weinig sprake van grote wateroppervlakken waarover golven kunnen ontstaan (Fiselier *et al.*, 2011). De kruinhoogte van de dijken wordt hier vooral bepaald door de rivierafvoer en in mindere mate door de golfhoogte. Het beperken van de kruinhoogte door middel van voorlanden speelt hier dan ook minder een rol.

2.1.2 Aanpassingen aan de waterkering

Aanpassingen aan waterkeringen zijn gericht op het veiliger en/of ecologisch aantrekkelijker maken met kansen voor medegebruik, zonder dat deze waterkeringen hoeven te worden opgehoogd. Daarbij kan men aan de Noordzeekust en estuaria denken aan duinen die tegen de dijken en dammen worden aangelegd. Het zogenaamde verduinen van de waterkering (Fiselier *et al.*, 2011). In het IJsselmeergebied gaat het dan om zogenaamde oeverdijken of oeverduinen. Dit zijn flauw oplopende voorlanden tegen de bestaande dijk aan.

¹ www.dezandmotor.nl

2.1.3 Inlands gerichte inlagen

Wadden en estuaria

Inlands gerichte maatregelen zijn erop gericht de kustverdediging in binnenlandse richting te verbreden naar een kustzone met een meer geleidelijke overgang tussen land en zee. Het concept van inlagen is een manier om overstromingsrisico's te verkleinen door gebruik van een binnendijk met daartussen een overgangszone. Bij sedimentatiegebieden wordt binnendijs gebied onder invloed van het getij gezet. Onder de juiste randvoorwaarden treedt schorvorming op waardoor het gebied kan opslibben en kan meegroeien met de zeespiegelstijging (Tangelder en Ysebaert, 2012).

Gecontroleerde overstroming van binnendijs gebied, waarbij de dijk wordt teruggezet is een opkomende methode voor verdediging van de kust met het oog op een grotere golfenergie en zeespiegelstijging als gevolg van klimaatverandering (French, 2006; Garbutt, 2008). Door het landinwaarts verplaatsen van de dijk wordt de natuurlijke situatie nagebootst waarbij schorren, onder invloed van zeespiegelstijging, landwaarts bewegen. In Nederland wordt dit ook wel ontpoldering genoemd. Dit wordt geassocieerd met verlies aan land, maar feitelijk betreft het winst doordat de sedimentatiegebieden meestijgen met de zeespiegel. Daarnaast wordt ook de golfenergie gedempt en wordt de stabiliteit van de waterkering verbeterd omdat er minder kans is dat het zeewater de dijk ondermijnt. Het sedimentatiegebied moet daarbij niet te breed zijn, omdat anders erosie in plaats van sedimentatie kan optreden. Zo blijkt in het Blyth estuarium in de UK sedimentatie op te treden bij een breedte kleiner dan 400 m, terwijl bij sedimentatiegebieden van ca. 2 km breed sprake is van erosie (French *et al.*, 2000).

2.2 Beoordeling van de betekenis

Economische betekenis

Ongeveer de helft van Nederland, inclusief het economisch centrum ligt onder zeeniveau. De economische betekenis van een goede waterkering loopt dan ook in de miljarden. Daar komt bij dat een natuurlijke waterkering, waar mogelijk, de kosten voor kostbare dijken (deels) vervangt. Zo zijn op veel plaatsen langs de grote wateren en de Noordzee- en Waddenkust natuurlijke voorlanden aanwezig. Het gaat daarbij om kwelders, zandplaten, gorzen (voormalige kwelders) en grienden. Hun rol wordt pas duidelijk als ze er niet meer zijn. Verlies aan platen als gevolg van zandhonger kan er in de Oosterschelde toe leiden dat op termijn meer dan honderd miljoen extra aan dijkversterking moet worden uitgegeven. Zonder kwelders moeten veel waddendijken tot 1 meter hoger worden aangelegd, kosten orde 6 á 8 miljoen € per km dijk. De gorzen langs het Haringvliet zorgen ervoor dat de kruinhoogte tot 0,5 meter lager kan zijn. Ook hier zouden zonder deze gorzen hogere duurdere dijken nodig zijn (Fiselier *et al.*, 2011).

Maatschappelijke betekenis

De belangrijkste maatschappelijke betekenis ligt in de bijdrage van natuurlijke keringen aan de veiligheid tegen overstromingen. Daarnaast bieden natuurlijke keringen kansen voor kostenbesparing bij de aanleg. Dit geldt nog steeds wanneer eventuele meerkosten voor beheer en onderhoud worden meegerekend. Natuurlijke keringen zijn voorts robuuster dan gangbare keringen, waardoor de gevolgen bij gedeeltelijk falen geringer kunnen zijn. Ook dragen ze wezenlijk bij aan de kwaliteit van natuur, landschap en recreatie. Ze zijn (veel) breder dan gangbare dijken en bieden mogelijkheden voor medegebruik (Fiselier *et al.*, 2011; Van Loon-Steensma 2012a en 2012b).

Huidige capaciteit

Op dit moment is toetsing van natuurlijke keringen op veiligheid niet altijd mogelijk, vanwege het ontbreken van een geschikt toetsinstrumentarium om de veiligheid adequaat te kunnen beoordelen (Fiselier *et al.*, 2011). Het is dan ook niet goed mogelijk om aan te geven welk deel van onze veiligheid is te danken aan natuurlijke waterkeringen. Dat dit niet gering is blijkt wel uit het feit dat ruim 70% van onze Noordzeekust wordt beschermd door een breed duingebied. Maar ook in brakke- en zoetwatergebieden beschermen natuurlijke moerasoeveren de dijken. Het Verdrongen Land van Saeflinge in de Westerschelde bijvoorbeeld is zo uitgegroeid tot een van de hogere gebiedsdelen in de omgeving. Ook voor de Friese IJsselmeerkust zijn brede met riet begroeide vooroevers die de kust beschermen tegen de golven.

Verwachte trend

In de *Kijkrichting functionele natuur* (PBL, 2012) wordt natuurlijke duinvorming weer op gang gebracht door herstel van een dynamische kustzone. Door opspuiting van een grote hoeveelheid zand vindt landaanwas plaats. De krachten van wind en stroming vormen nieuwe duinenrijen en kwelders. Deze beschermen de kust tegen overstromingen. De kust volgt de zeespiegelfluctuaties in een continu proces van afzetting en verstuiving van zand. Inflexibele en kostbare kustwerken zijn steeds minder nodig. Dat dit geen fictie is blijkt wel uit het feit dat natuurlijke waterkeringen en het zogenaamde 'building with nature' binnen het Deltaprogramma een belangrijk thema zijn. Nederland dient zich bijtijds voor te bereiden op de klimaatverandering en de daarmee samenhangende zeespiegelstijging en (extreme) neerslaghoeveelheden. Naar verwachting is er dan ook een trend naar een groter oppervlak, maar vooral ook een grotere lengte aan natuurlijke waterkeringen.

Stapelings van diensten

Een natuurlijke waterkering brengt uiteraard veel meer diensten met zich mee dan het alternatief van een waterkerende dijk of dam. Vooral recreatie en biodiversiteit zullen hiervan profiteren. Maar er is ook een koppeling met andere diensten zoals natuurlijke waterzuivering (zowel door de duinen als door moerasoeveren), kraamkamers voor vissen en productie van zilte landbouwgewassen. Daarnaast zorgt oevervegetatie voor de invang van sediment, wat (mogelijk) scheelt in de baggerkosten voor de scheepvaart.

2.3 Kwantificering

Op dit moment is toetsing van natuurlijke keringen op veiligheid niet altijd mogelijk, vanwege het ontbreken van een geschikt toetsinstrumentarium om de veiligheid adequaat te kunnen beoordelen (Fiselier *et al.*, 2011, Van Loon-Steensma 2012a). Daardoor is het ook nog niet goed mogelijk om de mate van veiligheid als gevolg van natuurlijke waterkeringen te kwantificeren. Het gaat daarbij namelijk niet alleen om de kwantiteit, zoals de lengte van de verschillende waterkeringen, maar vooral ook om de kwaliteit, dat wil zeggen de mate waarin een natuurlijke waterkering bijdraagt aan het bereiken van de gestelde veiligheidsnorm. Zo voldoen de brede duinenrijen aan de Noordzeekust als primaire natuurlijke waterkering, maar leveren waterkeringen zoals vooroevers en inlagen (slechts) een bijdrage aan de veiligheidsnorm van de dijken. Daarbij is het van belang dat deze bijdrage wordt geleverd op locaties die (nog) niet aan de veiligheidsnorm voldoen (zie ruimtelijke aspecten §2.4). Tabel 1 geeft kwalitatief de potentie van de verschillende beheertypen als natuurlijke waterkering.

Tabel 1. Beheertypen IndexNL en potentie als natuurlijke waterkering.

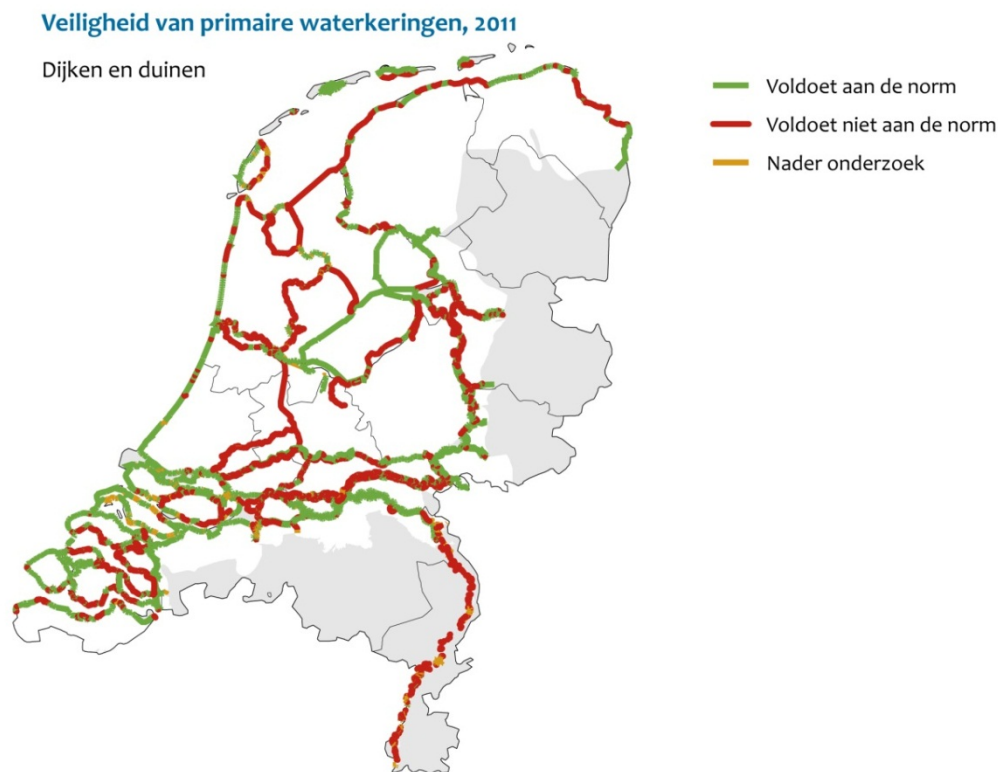
Codes Beheer/natuurtypen IndexNL	Toelichting op waterkering	Potentie als natuurlijke waterkering
N01 Grootschalige dynamische natuur N01.01 Zee en wad N01.02 Duin- en kwelderlandschap N01.03 Rivier- en moeraslandschap N01.04 Zand- en kalklandschap		Vrij groot Groot Groot Gering
N02 Rivieren	Hier geldt alleen de waterfase, met in het benedenrivierengebied mogelijk onderwatervegetatie en zandbanken.	Gering
N03 Beken en bronnen		Niet of nauwelijks
N04 Stilstaande wateren	Evt. zandbanken en onderwatervegetatie	Gering
N05 Moerassen	Vooroever en voorland	Groot
N06 Voedselarme venen en vochtige heide		Niet of nauwelijks
N07 Droge heide		Niet of nauwelijks
N08 Open duinen	Primaire waterkering	Groot
N09 Schorren of kwelders	Voorland	Groot
N10 Vochtige schraalgraslanden	Als beheer van voorland	Gering
N11 Droge schraalgraslanden	Als beheer van voorland	Gering
N12 Rijke graslanden en akkers N12.04 Zilt- en overstromingsgrasland N12.06 Ruigteveld	Bijvoorbeeld inlagen Bijvoorbeeld overjarig rietland	Vrij groot Vrij groot
N13 Vogelgraslanden		Niet of nauwelijks
N14 Vochtige bossen	Bosgroei op voorlanden	Vrij groot
N15 Droge bossen	Hieronder valt ook duinbos, maar dit is relatief 'ver' van zee.	Gering
N16 Bossen met productiefunctie		Niet of nauwelijks
N17 Cultuurhistorische bossen N17.01 Vochtig hakhout en middenbos N17.02 Droog hakhout	Bijvoorbeeld grienden Bijvoorbeeld grienden	Vrij groot Vrij groot
L Landschapselementen	Landschapselementen, zoals een rietzoom of griendje zijn te gering in omvang voor een waterkerende functie	Niet of nauwelijks
A01 Agrarische faunagebieden		Niet of nauwelijks
A02 Agrarische floragebieden		Niet of nauwelijks

2.4 Ruimtelijke aspecten

De noodzakelijke sterkte van een primaire waterkering op een bepaalde locatie is van een drietal factoren afhankelijk:

- Maatgevende hoogwaterstand: de waterstand die als uitgangspunt wordt genomen om de versterking van primaire waterkeringen te ontwerpen;
- Golfenlge: des te groter de golfenlge des te groter de golfenergie op de primaire waterkering;
- De hoogte van natuurlijk voorlanden: des te hoger, des te geringer de golfenergie op de primaire waterkering.

Het is nog niet goed mogelijk om de bijdrage in veiligheid als gevolg van natuurlijke voorlanden te kwantificeren. Voor het bepalen van een trendgrafiek is het vooralsnog vooral van belang om te blijven volgen welke primaire waterkeringen al dan niet aan de veiligheidsnorm voldoen en in hoeverre natuurlijke habitats zoals vooroevers, kunnen bijdragen aan de oplossing van het veiligheidsprobleem. Hiervoor is een GIS-bewerking nodig, waarbij een overlay plaatsvindt van de beheertypenkaart met een kaart zoals 'veiligheid van primaire waterkeringen' (figuur 4). Deze kaart dient echter nader te worden gespecificeerd, aangezien het niet voldoen aan de veiligheidsnorm met tal van kleine of grote oorzaken te maken kan hebben. Een oplossing hoeft dan ook niet altijd te worden gezocht in de aanleg of het stimuleren van de ontwikkeling van natuurlijke systemen zoals vooroevers.



Bron: Inspectie Verkeer en Waterstaat, 2011.

PBL/sep12/2043
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Figuur 4. Veiligheid van primaire waterkeringen (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). (Indicator 2043, september 2012; CBS et al., 2013).

3 Water vasthouden en bergen

3.1 Werking van ecosysteemdienst

De klimaatverandering heeft voor Nederland tot gevolg dat de winters gemiddeld natter worden en de extreme neerslaghoeveelheden toenemen. Dat laatste geldt ook voor de zomer, hoewel het aantal zomerse regendagen dan juist minder wordt (Klein Tank en Lenderink, 2009). Deze verwachte toename van neerslagpieken kan lokaal maar ook regionaal tot overstromingen leiden en het is zorg om daar tijdig op te anticiperen. Met het Waterbeleid 21^e eeuw (V&W, 2000) is daartoe gekozen voor 'ruimte voor water' als uitgangspunt. Hierin geldt de drietrapsstrategie water vasthouden, bergen en dan afvoeren. Vooral het vasthouden en bergen van water is een dienst die door beheertypen van de IndexNL geleverd kan worden.

3.1.1 Watervasthoudend vermogen

Met 'vasthouden' wordt bedoeld op het hemelwater vasthouden daar waar het valt. Daarbij kan het vervolgens worden afgevoerd naar het grondwater, dan wel het oppervlaktewater. Door het water vast te houden wordt de snelle afvoerpiek (sterk) vertraagd. Die vertraging begint al bij de interceptie van neerslag door de eventueel aanwezige begroeiing. Hiervan zal een deel de bodem zelfs nooit bereiken, maar verdampen. Dat geldt vanwege het grote naald- of bladoppervlak vooral voor bomen, waarbij 'altijd groene' bomen (bijvoorbeeld soorten naaldbomen) deze functie ook na de herfstperiode behouden. Daarnaast treedt verdamping ook op na opname door de wortels en transpiratie van water via de huidmondjes. Tabel 2 geeft weer dat de totalen per begroeiingstype behoorlijk kunnen variëren, van 156-200 mm/jaar voor stuifzand tot 630 ± 35 mm/jaar voor Grove den.

Tabel 2. Kentallen voor interceptie en verdamping van neerslag door verschillende begroeiingstypen (Dolman et al., 2000).

Bostype	Interceptie		Verdamping mm/jaar	Totaal mm/jaar
	mm/jaar	Gemiddeld %		
Populier	150 ± 25	18	470 ± 50	625 ± 30
Licht naaldhout (Grove den)	245 ± 40	27	385 ± 30	630 ± 35
Lariks	195 ± 15	24	390 ± 35	580 ± 35
Gemengd loof	230 ± 45	30	320 ± 55	555 ± 20
Donker naaldhout (Douglas)	333		400	730
Beuk	208		350	558
Heide				320-500
Vergraste heide				320-500
Grasland				300-425
Stuifzand				156-200

Tijdens extreme regenbuien, waar het hier vooral om gaat, zal de maximale interceptie en verdamping al snel bereikt zijn, waardoor dit in dergelijke situaties slechts een relatief kleine rol speelt in het vasthouden van water. Het gaat dan vooral om de verzadiging en sponswerking van de bodem.

In de bodem wordt water vastgehouden in de kleinere poriën. Des te meer klei en des te meer organische stof een bodem bevat, des te meer kleinere poriën waarin vocht kan worden vastgehouden. Het vochtvasthoudend vermogen van humusarme zandgronden is dan ook relatief klein, van humusrijke fijnzandige of lemige zandgronden relatief groot.

In onderzoek op zandgronden in Utrecht steeg het vochtpercentage met 1.5% per % organische stof. Voor Overijssel en Noord-Brabant was dat 2.1% per % organische stof. Gecorrigeerd voor bodemdichtheid betekende dit per % organische stof respectievelijk 13 en 22 m³/ha in de laag 0-10 cm. (Van Eekeren *et al.*, 2010; Van Eekeren en Bokhorst, 2010). Janssen (in Bakker en Locher, 1991) geeft vuistregels voor het berekenen van het vochtbindend vermogen van 1-8 liter water per kg organische stof. Omgerekend voor de laag 0-10 cm zou dit zijn 1,3 – 10,6 mm extra water vasthouden per % organische stof.

Het vermogen van de bodem om regenwater op te vangen en korte of langere tijd vast te houden (sponswerking) is overal in Nederland belangrijk. In de meeste regio's van Nederland is de voorraad organische stof sinds 1970 gelijk gebleven (Wesselink *et al.*, 2006). Intensieve grondbewerking en gebruik van anorganische meststoffen in de landbouw tast het vochtvasthoudend vermogen aan. Met aangepaste grondbewerking en organische bemesting is dit vermogen in principe te herstellen, al is daar de nodige tijd mee gemoeid (Faber *et al.*, 2009). Vooral in veengronden neemt door ontwatering de voorraad organische stof af.

3.1.2 Bergingscapaciteit

'Bergen' houdt in dat afvloeiend hemelwater wordt opgeslagen in het oppervlaktewater. Het bergen betreft vooral de aanleg van 'gestuurde' bergingsgebieden en het vergroten van het oppervlak open water. Het gaat met name om riviergebieden, beekdalen en moerassen (Verdonschot, 2010), maar er worden ook zogenaamde calamiteitenpolders aangewezen. Bij gebruik komen de bergingsgebieden gemiddeld 0,7-0,8 m onder water te staan en de hiervoor benodigde ruimteclaim is circa 35.000 ha (Kragt *et al.*, 2007).

3.1.3 Watervasthouding en -berging

Economische betekenis

De belangrijkste baten van waterberging zijn de vermeden schade aan woningen, bedrijven, landbouw en infrastructuur. Dit kan in de Randstad bijvoorbeeld oplopen tot 300 miljard euro. Momenteel worden calamiteitenpolders ingericht die als tijdelijke berging van water kunnen dienen. Dit heeft schade aan de lokale landbouw tot gevolg, maar dat is een geringere schade dan wanneer stedelijk gebied onder water loopt.

Het is belangrijk om 'vloedgolven' richting laag-Nederland te voorkomen door het water geleidelijker af te voeren en dus langer vast te houden. Hiervoor dienen kosten te worden gemaakt voor het ongedaan maken van eerder aangelegde cultuurtechnische werken. Voor het beekdallandschap in Limburg bijvoorbeeld, worden deze kosten geraamd op 900 miljoen euro (in Melman *et al.*, 2011).

Maatschappelijke betekenis

De combinatie van factoren als klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en frequentere neerslagpieken leidt in het laaggelegen Nederland wellicht tot het gevoel dat 'het water ons aan de lippen staat' als we niets doen. Het Delta programma is niet zonder reden ingevoerd. Een beleid gericht op waterberging vergroot in ieder geval het veilige gevoel dat we ook in perioden van extreme neerslag 'droge voeten houden' (Melman *et al.*, 2011).

Huidige capaciteit

Met de vele cultuurtechnische werken uit het verleden, gericht op het versneld afvoeren van water, is de huidige waterbergingscapaciteit, zoals in beekdalen, relatief gering (zie ook bijlage 2).

Verwachte trend

Door de klimaatverandering nemen de extreme regenbuien naar verwachting toe (Klein Tank en Lenderink, 2009). In de kijkrichting *Functionele Natuur* (PBL, 2012) zorgen brede en natuurlijk ingerichte rivier- en beeksystemen voor het vasthouden en bergen van water. Waar waterlopen de stad bereiken, vangen natuurlijke bufferzones pieken in de wateraanvoer op. Door een verbeterde sponswerking van de landbouwgrond worden piekafvoeren afgevlakt. Ook hier geldt dat dergelijke maatregelen ook in de huidige beleidspraktijk genomen worden. Zo zijn waterschappen bezig waterbergingsgebieden in te richten. Naar verwachting neemt met het ingezette beleid (Delta programma) de waterbergingscapaciteit komende jaren substantieel toe.

Stapelning van diensten

Het vergroten van het watervasthoudend vermogen, door een toename van het organische stofgehalte in landbouwgronden verminderd niet alleen de beoogde piekafvoer en regionale wateroverlast. Het verminderd ook de verdroging en zorgt door een verhoogde denitrificatie ook voor verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit.

Berging van water wordt vooral gezocht in beheertypen van rivieren en beken. Door deze meer ruimte te geven dient de huidige functie (veelal landbouw), te worden uitgeruild tegen natuur. Daar komen echter vele diensten voor terug. Het vergroten van het waterbergend vermogen van rivier- en beekdalen pakt in hoofdzaak gunstig uit voor de landbouwkundige functie (water in droge tijden), de natuurfunctie (biodiversiteit) en de recreatieve functie. Daarnaast zorgen brede natuurlijke, inundatiezones ook voor waterzuivering en sedimentafvang (verminderde erosie) en er kan zand- en kleiwinning mee zijn gemoeid. Bij innovatieve ontwikkelingen waarbij nieuwe waterberging wordt ontwikkeld voor combinatie van waterberging met woningbouw en landbouw, ontstaan nieuwe ruimtelijke perspectieven en zal tevens de kosten-baten verhouding verschuiven.

3.2 Kwantificering

Voor de kwantificering van deze ecosysteemdienst (tabel 3) worden de volgende kentallen gebruikt:

- De Provincie Limburg (2003) rekende in haar stroomgebiedsvisie met een vasthoudend vermogen van afgerond 760 m³/ha voor 'natuur' en afgerond 50 m³/ha voor 'landbouw'. Hoewel het vasthoudend vermogen als gevolg van verschillen in organische stofgehalte, tussen de beheertypen behoorlijk zal verschillen, zal de waarde van 760 m³/ha worden aangehouden voor bossen en veengebieden. Deze beheertypen hebben een hoog gehalte organische stof in de bodem en navenant hoog (extra) watervasthoudend vermogen. Voor de overige beheertypen zullen, mits hieronder anders vermeld, waarden van 50 m³/ha worden aangehouden.
- Het watervasthoudend vermogen, ofwel de sponswerking van de bodem, hangt mede af van de verzadiging met water. Waterverzadigde beheertypen zoals 'stilstaande wateren' hebben geen sponswerking, maar het waterniveau zal doorgaans wel meestijgen in tijden met neerslag. Voor deze stilstaande wateren wordt eveneens de waarde van 760 m³/ha aangehouden.
- Bij het bergen van water gaat het met name om rivieren, beekdalen en moerassen (Verdonschot, 2010). Daarnaast zullen er zogenaamde calamiteitenpolders worden aangewezen die piekafvoeren kunnen opvangen in tijden van nood. Bij gebruik komen de bergingsgebieden gemiddeld 0,7-0,8 m onder water te staan (Kragt, 2007). Dat is gemiddeld 7500 m³/ha. Hoewel ook hier de

bergingscapaciteit van meerdere factoren afhankelijk is, zoals het gevoerde peilbeheer door de waterschappen, zal deze waarde als kental voor het potentiële bergingsvolume worden aangehouden. Als bergingsgebieden gelden de buitendijkse beheertypen langs rivieren en beken, maar ook specifiek daarvoor aangewezen terreinen. Voor het meetellen van de 7500 m³/ha is een overlay nodig met deze bergingsgebieden (zie §3.3).

- De stromende wateren worden uitgesloten van 'vasthouden' en 'bergen', want het water dat hier terecht komt wordt meteen afgevoerd. Het beheertype *N03.01 Beek en bron* en *N02.01 Rivier* omvatten alleen het stromende water, zodat het vasthouden en bergen voor deze typen op 0 m³/ha is gesteld.
- De mariene beheertypen worden uitgesloten van 'vasthouden' en 'bergen', want de neerslag die hier terechtkomt is feitelijk reeds afgevoerd.
- De kale stuifzanden en stuifduinen hebben niet of nauwelijks organische stof in de bodem, waardoor het totaal aan water 'vasthouden' op 0 m³/ha wordt gesteld.

Tabel 3. Het watervasthoudend vermogen (dus exclusief bergingscapaciteit!) van beheertypen van de IndexNL (m³/ha). Zie bijlage 4 voor berekening van het watervasthoudend vermogen voor samengestelde beheertypen. De totalen per beheertype zijn terug te vinden in Bijlage 1.

Codes Beheer/natuurtypen IndexNL	Water vasthoudend vermogen (m ³ /ha)
N01.01; N04.03; N08.01; N09.01	n.v.t.
N04.01; N04.02; N04.04; N05.01; N05.02; N06.01; N06.02; N06.03; N06.05; N06.06; N14.01; N14.02; N14.03; N15.01; N15.02; N16.01; N16.02; N17.01; N17.02; N17.03; N17.04; L01.01; L01.02; L01.03; L01.04; L01.11; L01.12; L02.01	760
N01.04	593
N01.03	417
N08.03	405
N01.02	221
N06.04; N10.01; N10.02; N11.01; N12.01; N12.02; N12.03; N12.04; N12.05; N12.06; N13.01; N13.02; A01.01; A01.02; A01.03; A02.01; A02.02; L01.05; L01.06; L01.07; L01.08; L01.09; L01.10; L01.13; L01.14; L01.15; L02.03	50
N07.01	45
N08.02	40
N07.02; N08.04	25
N02.01; N03.01	0

3.3 Ruimtelijke aspecten

- GIS-kaarten met gegevens over het type bodem en het organisch stofgehalte zullen een specifiek beeld kunnen geven van het watervasthoudend vermogen.
- Verschillende beheertypen zullen naast een watervasthoudend vermogen ook een bergingsfunctie hebben. Dat geldt voor de uiterwaarden langs beken en rivieren, maar ook voor specifiek daarvoor aangewezen gebieden, zoals moerassen, meren en calamiteitenpolders. Een overlay van deze bergingsgebiedenkaart met de IndexNL kaart(en) geeft weer welke beheertypen tevens een bergingsfunctie hebben. Voor deze gebieden kan een gemiddeld bergingsvolume van 7500 m³/ha worden opgeteld bij het watervasthoudend vermogen.
- Door rekening te houden met het peilbeheer van de afzonderlijke bergingsgebieden kan een (veel) specifiek bergingsvolume worden bepaald dan de gemiddelde 7500 m³/ha.

4 Oppervlaktewaterzuivering

4.1 Afbakening

In 'het kentallenboek' (Ministerie LNV, 2006) worden bij natuurlijke oppervlaktewaterzuivering de aspecten nitraatzuivering, fosfaatafvang, metalenbinding en koolstofafbraak en/of bezinking uitgewerkt. Daarvan worden hieronder alleen nitraatzuivering en fosfaatafvang besproken.

Zware metalen komen momenteel vooral nog in het milieu via kunstmest en dierlijke mest². Omdat de meeste boom-, gras- en heidesoorten een lage metaaltolerantie hebben, zijn zij weinig effectief in het binden van metalen. Zware metalen worden dan ook vooral afgevangen door sedimentaccumulatie. Vegetatie kan hierin een rol spelen via het invangen van gesuspendeerd materiaal waaraan de metalen zijn gebonden. Van zuivering is dan feitelijk ook geen sprake omdat de metalen zich ophopen in de bodem. Alleen door afgraven, baggeren (bodemsanering) en afstroming raakt het ecosysteem 'gezuiverd' van zware metalen. Dit zijn echter geen maatregelen die passen binnen het reguliere beheer van de beheertypen. Vanwege de complexiteit van de problematiek, het gebrek aan kentallen (Ministerie LNV, 2006) en het feit dat van daadwerkelijk zuivering eigenlijk geen sprake is blijft dit aspect hier verder buiten beschouwing.

Koolstofafbraak in het oppervlaktewater of de strooisellaag van bossen kan een zuiverende werking hebben op het oppervlaktewater. Het belang van koolstofafbraak in oppervlaktewater is echter niet groot wanneer dit wordt vergeleken met de problematiek rond vermestende nutriënten en zware metalen. Kentallen hierover zijn bovendien nauwelijks bekend (Ministerie LNV, 2006) en dit aspect blijft hier dan ook verder buiten beschouwing.

4.2 Beoordeling op vijf criteria

Economische betekenis

Ecosystemen hebben een natuurlijke zelfreinigende werking en de economische betekenis hiervan, zoals van natuurlijke oppervlaktewater zuivering, is groot. Door stapeling van ecosystemendiensten kan de economische betekenis nog groter zijn, al kan dat soms ten koste gaan van de uitruil tegen andere diensten. Bijvoorbeeld daar waar landbouwgrond wordt uitgeruild voor de inrichting van water zuiverende oeverzones.

Maatschappelijke betekenis

De maatschappelijke betekenis van schoon oppervlaktewater is groot. Niet alleen voor het bereiken van de doelstellingen voor de Kader Richtlijn Water (KRW), maar ook voor de bereiding van drinkwater, de water- en overrecreatie, visserij en landbouw.

² Bron: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl; CBS, PBL & Wageningen UR (2012). *Jaarlijkse ophoping van zware metalen in de bodem* (indicator 0265, versie 04, 29 mei 2012).

Huidige capaciteit

Nederland is een echte delta met ca. 330.000 km sloten, 6200 km beken, 650 km grote rivieren, 50.000 ha moeras en plas, 215.000 ha grote zoete wateren, 100.000 ha zoute wateren (Zeeuwse Delta) en 270.000 ha Waddenzee (zie cijfers Bijlage 2). Het mag duidelijk zijn dat de hoeveelheid oppervlaktewater in Nederland groot is, zo ook de potentiële natuurlijke zuiveringscapaciteit van het oppervlaktewater.

Verwachte trend

Bij de verontreiniging van het oppervlakte water spelen twee trends een rol. Enerzijds is dat de toe- of afname van de emissie van vervuilende stoffen naar het oppervlaktewater. Anderzijds is dat de toe- of afname van de capaciteit voor natuurlijke oppervlaktewater zuivering. Deze twee trends zijn verweven, in die zin dat de mate van natuurlijke oppervlaktewater zuivering toeneemt, indien de belasting met verontreinigingen ook toeneemt. Zo stelde Veraart (2012) bijvoorbeeld vast dat sloten in landbouwgebied, alwaar de uit- en afspoeling van nutriënten groot is, kunnen worden beschouwd als denitrificatie 'hotspots', waar een aanzienlijk deel van het binnenkomende nitraat uit het water verwijderd wordt.

Trend in emissie van vervuilende stoffen

Het oppervlaktewater in Nederland wordt belast met verontreinigingen vanuit onder meer de landbouw, atmosferische depositie, rioolwaterzuiveringsinstallaties en overstorten, huishoudens en industrie. Tussen 1986 en 2010 zijn de lozingen op het oppervlaktewater flink afgenomen: de lozing van stikstof met 71% en de lozing van fosfor met ruim 90% (CBS, 2012). Voor de nutriënten stikstof en fosfaat en voor de meeste zware metalen is de uit- en afspoeling van landbouw- en natuurbodems de belangrijkste bron. Deze is zeer gevoelig voor de variatie in de jaarlijkse neerslag en zorgt voor grote fluctuaties in de trend. Zo was het neerslagoverschot in 2010 ca. 100 mm hoger dan in 2009. Naast een eveneens hogere bemesting met 4% voor fosfor en 6% voor stikstof, resulteerde dit voor 2010 in een toename van de uit- en afspoeling met 36% voor fosfor en 52% voor stikstof (Emissieregistratie, 2012).

Trend in natuurlijke oppervlaktewater zuivering

Naast het terugdringen van de oppervlaktewater belasting dient het streven naar een (nog) schoner oppervlaktewater te worden gezocht in een toename van de natuurlijke zuiveringscapaciteit. Vooral op locaties waar de vervuiling het oppervlaktewater bereikt. In de kijkrichting *Functionele natuur* (PBL, 2012) bijvoorbeeld worden extra moerassen aangelegd rond steden voor het opvangen van hoogwater. In landbouwgebieden zuiveren als buffer beheerde oeverzones en moerasstroken het oppervlaktewater. Daarnaast zorgen deze oeverzones er vooral ook voor dat de nutriënten bij bemesting niet rechtstreeks in het water terechtkomen. Om aan landelijke KRW-eisen te voldoen is 70.000 ha natte oeverstroken (nutriënten reductie max. ca. 15%) en 116.000 ha (reductie max. ca. 50%) helofytenfilters nodig. Dat is alles bij elkaar ca. 10% van de landbouwgrond. Van de totaal ca. 350.000 km lijnvormige wateren in Nederland heeft momenteel slechts 3-7% een natuurbeheersovereenkomst (in Melman *et al.*, 2011). Al met al is de trend in de ontwikkeling van het natuurlijk zuiverend vermogen vooralsnog onduidelijk.

Stapelings van diensten

Een meer natuurlijke begroeiing van waterlopen, met het oog op natuurlijke waterzuivering, biedt tal van mogelijkheden voor stapeling met andere ecosysteemdiensten. Het vergroot doorgaans de belevingswaarde van het landschap en qua natuurwaarde zijn deze stroken vooral interessant voor

riet- en moerasvogels. Een interessant perspectief is ook het benutten van biomassa zoals riet voor o.a. energieopwekking. Hiermee worden niet alleen nutriënten afgevoerd, maar dit is ook van nut in het kader van CO₂-emissie reductie.

4.3 Werking ecosysteemdienst nitraatzuivering

Nitraatzuivering/afname kan via vier verschillende factoren/processen verlopen: vegetatie-opname en afvoer, denitrificatie, nitraat-begraving en bemestingsafname.

4.3.1 N-opname en afvoer

In waterbodems zit stikstof ingebouwd in organisch materiaal (aminostikstof). Als dit organisch materiaal door bacteriën wordt afgebroken, komt het stikstof vrij als ammonium, wat vervolgens door nitrificerende bacteriën worden omgezet tot nitraat. Dit nitraat is voor algen, bacteriën en waterplanten geschikt als stikstofbron. In de aerobe waterfase is deze inbouw van stikstof in organisch materiaal de belangrijkste verwijderingsroute. Maar na afsterven komt het uiteindelijk weer in omloop, zodat van N-verwijdering uiteindelijk geen sprake is. Dit geldt wel voor beheertypen waarin wordt gemaaid en gekapt en waarbij dit ook wordt afgevoerd. Ook begeleide begrazing door schapen, waarbij de dieren 's avonds weer op stal staan valt daaronder. De factor *N-opname en afvoer* kan dan ook alleen in de oppervlaktewater reiniging worden meegenomen indien sprake is van afvoer.

4.3.2 Denitrificatie

Voor de verwijdering van stikstof is denitrificatie een belangrijk proces. Ondanks de vele wetenschappelijke studies naar denitrificatie wordt dit complexe proces nog altijd niet goed begrepen. De mate van denitrificatie verschilt sterk binnen en tussen systemen (Veraart *et al.*, 2012). Ondanks deze verschillen is wel duidelijk dat voor denitrificatie vier factoren essentieel zijn (Velthof *et al.*, 2004), namelijk:

- aanwezigheid van nitraat;
- aanwezigheid van organische stof (of andere energierijke verbindingen zoals ijzerverbindingen) die als energiebron voor micro-organismen kunnen dienen;
- afwezigheid van zuurstof;
- aanwezigheid van denitrificerende bacteriën en omstandigheden voor die bacteriën om te leven (temperatuur, vocht, nutriënten).

Aanwezigheid nitraat

De mate van denitrificatie is in grote mate afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid nitraat. Voor maïsland en akkerbouw waar de inspoeling van N hoger is dan voor grasland (resp. 278, 130 en 86 kg N ha/jaar) is ook de denitrificatie hoger (respectievelijk 47, 31 en 27 kg/ha/jaar; Velthof *et al.*, 2004). Ook recent onderzoek (Veraart, 2012) naar denitrificatie in sloten, beken en ondiepe meren bevestigt dit beeld. Sloten in landbouwgebied bijvoorbeeld blijken ware denitrificatie "hotspots" te kunnen zijn, waar een aanzienlijk deel van het binnenkomende nitraat uit het water wordt verwijderd.

Aanwezigheid organische stof

Het is bekend dat de wortelzone van grasland meer organische stof bevat dan die van bouwland en dat daardoor ook denitrificatiecapaciteit hoger is (Zwart, 2003). Velthof *et al.*, (2004) stelden vast dat de denitrificatie op zandgronden varieerde tussen minder dan 10 kg N ha/jaar voor profielen met een laag organische stof gehalte in de ondergrond, tot meer dan 100 kg N ha/jaar voor profielen met veen in de ondergrond.

Afwezigheid zuurstof

Denitrificatie treedt op onder zuurstofarme omstandigheden. Naarmate het zuurstofgehalte toeneemt, neemt de denitrificatie af. Zo denitrificeren snelstromende beken, vanwege een hoger zuurstofgehalte minder per vierkante meter waterbodem dan diepe langzaam stromende vaarten (Smit *et al.*, 2006). Ook beheermaatregelen zoals verdroging en vernatting hebben via de toe- of afname van zuurstof invloed op de omvang van de denitrificatie (Ministerie LNV, 2006).

Aanwezigheid van denitrificerende bacteriën en omstandigheden om te leven

De omgevingstemperatuur en de aanwezigheid van waterplanten zijn omstandigheden die denitrificatie sterk beïnvloeden. Ze spelen echter pas een rol als aan de basisvoorwaarden van denitrificatie is voldaan (Velthof *et al.*, 2004).

4.3.3 Overig

N-begraving

Door opslibbing en begraving van traag afbreekbaar materiaal bij schorren en slikken wordt N uit het water verwijderd (jaarlijks ca. 148 kg N/ha; Ministerie LNV, 2006). Als er geen sedimentatie meer plaatsvindt, vindt er ook (nauwelijks) geen verwijdering meer plaats. Zo zijn schorren/kwelders al ca. 20 jaar volwassen. Vanwege dit relatief korte termijn aspect zal het effect van N-begraving hier verder buiten beschouwing worden gelaten.

N-bemestingsafname

Wanneer landbouwgrond wordt omgezet naar natuur zal bemesting met kunstmest wegvallen. De omvang van deze bron is ca. 25 kg N per ha per jaar voor melkveebedrijven en ca. 40 à 80 kg N per ha per jaar voor akkerbouwbedrijven (Ministerie LNV, 2006). Dit kan een rol spelen in het beheertype NOO.01 *Nog om te vormen naar natuur*, maar bemestingsafname is geen ecosysteemdienst en zal hier dan ook verder buiten beschouwing worden gelaten.

4.4 Kwantificering nitraatzuivering

Tabel 5 (pag. 30) geeft de kentallen voor nitraatzuivering van oppervlaktewater door de verschillende beheertypen van de IndexNL (kg nitraat N per ha per jaar). Deze zijn afgeleid op basis van het Kentallenboek (Ministerie LNV, 2006), aanvullende literatuur en de volgende aannames:

- Op basis van hetgeen hierboven is beschreven worden de factoren N-begraving en N-bemestingsafname hier verder buiten beschouwing gelaten.
- In de grootschalige beheertypen Zee en wad (N01.01), Duin- en kwelderlandschap (N01.02), Rivier- en moeraslandschap N01.03 en Zand- en kalklandschap (N01.04) worden gevormd door natuurlijke processen zoals de werking van wind, water en grote grazers. Beheeringrepen zoals periodiek maaien, kappen, plaggen en afvoeren worden hier dan ook buiten beschouwing gelaten.

Tabel 4. Aannames voor kentallen denitrificatie voor verschillende typen natuur.

Type natuur	Aanname denitrificatie Kg N per ha/jaar
Sloten in landbouwgebied	2000
Relatief nutriëntenrijke moeras(strook) en zoetwaterplas	1000
Relatief nutriëntenarm veen, moeras(strook) en zoetwaterplas	500
Zoute wateren, stromende wateren en vochtige bossen	365
Zoete slik/schor/plaat	176
Brakke slik/schor/plaat	107
Bemeste akker/grasland	30
Loofbos	20
Naaldbos en vochtig onbemest grasland	15
Droog onbemest grasland	10
Heide	5
Strand, stuifzand	0

- Veel beheertypen zijn samengesteld uit verschillende typen natuur. Dit heeft effect op de uiteindelijke nitraat verwijdering. De procentuele verdeling van de verschillende typen natuur staat weergegeven in Bijlage 1. Deze is gebruikt om de nitraatverwijdering (afvoer + denitrificatie) te berekenen (Bijlage 4).
- Het kentallenboek (Ministerie LNV, 2006) geeft alleen kentallen voor denitrificatie voor de volgende typen natuur: loofbos (20 kg N/ha/jaar), naaldbos (15), heide (5), grasland (25), riet/ruigte (102), zoete (176) of brakke slik/schor/plaat (107) en strand (n.v.t.). Voor zoete en zoute wateren worden geen kentallen gegeven. Denitrificatie door wetlands is vaak echter opvallend hoog. In de internationale literatuur zijn ten aanzien van de totale N-afbraak in wetlands hoeveelheden gevonden variërend van 365 tot 2715 kg per ha per jaar (Costanza *et al.*, 1997 in Ministerie LNV, 2006). Ook de UNEP geeft hoge denitrificatiewaarden van 2000 tot 3000 kg N/ha in wetlands, vooral nabij landbouwgronden waar de inspoeling van nitraat hoog is (website UNEP). UNEP/IETC (1999) classificeerden de potentie van wetlands voor denitrificatie. Bij vochtige graslanden vindt denitrificatie alleen in de waterfase plaats. Zoetwatermoerassen, veengebieden en oevervegetaties hebben (afhankelijk van de mate van hydraulische geleidbaarheid) in potentie een hoge denitrificatiecapaciteit. Dat geldt ook voor vochtige bossen, mits stagnant water aanwezig is. Voor zoutwater moerassen is de potentie voor denitrificatie geringer. Ook voor stromende wateren is de denitrificatie relatief gering vanwege een relatief hoger zuurstofgehalte (Smit *et al.*, 2006). Op basis van deze (en hierna volgende) informatie worden aannames voor denitrificatie gemaakt zoals weergegeven in tabel 4.
- In het oppervlaktewater van landbouwgebieden zal relatief veel nitraat afspoelen, waarmee de denitrificatie ook relatief hoog is. Sloten in landbouwgebied zijn volgens Veraart (2012) zogenaamde denitrificatiehotspots. Voor deze 'wetlands' kunnen waarden worden aangehouden van 2000 kg N per ha/jaar. Dit vraagt echter wel om een GIS-analyse omdat sloten niet als apart beheertype (wel in watertypenkaart: van Puijenbroek en Clement, 2010) zijn aangemerkt.
- Een hoger nitraatgehalte, bijvoorbeeld op bemeste akkers en graslanden, geeft doorgaans een hogere denitrificatie (Velthof, 2004; Veraart, 2012). Voor dergelijke beheertypen worden denitrificatiewaarden aangehouden van 30 kg N/ha/jaar. Op onbemeste schrale graslanden zal de denitrificatie naar verwachting lager zijn. Daarom worden voor dergelijke beheertypen waarden aangehouden van 15 kg N/ha/jaar (vochtig) en 10 kg/ha/jaar (droog).

- Voor beheertypen van sterk gemengd loof- en naaldbos zijn de waarden (Ministerie LNV, 2006) voor de typen naaldbos (15 kg N/ha/jaar) en loofbos (20 kg N/ha/jaar) gemiddeld en afgerond op 18 kg H/ha per jaar.
- In natuurlijk beheerde bossen wordt op 80% van de oppervlakte geen hout geoogst of is de oogst minder dan 20% van de bijgroei. Op het overige kan meer hout geoogst worden in het kader van omvorming naar natuurlijk bos. Voor deze bossen is de N-afvoer op 20% (vermenigvuldigingsfactor 0.20) gesteld van de waarde in productiebossen.

Tabel 5. Nitraatzuivering door natuurlijke eenheden (kg nitraat N per ha per jaar). Zie bijlage 4 voor berekening van N-afvoer en denitrificatie van samengestelde beheertypen. De totalen per beheertype zijn terug te vinden in Bijlage 2.

Codes Beheertypen IndexNL	N-opname en afvoer	Denitrificatie	Totaal nitraatzuivering kg /ha/jaar
N05.02; L01.14; L01.15	175	1000	1175
N04.02; N05.01	0	1000	1000
N17.04	18	510	528
N04.01; N06	0	500	500
N01.01; N02.01; N03.01; N04.03; N04.04; N14.01; N14.02	0	365	365
N08.03	0	260	260
N16.02; N17.01; N17.02; L01.02; L01.03; L01.04; L01.05; L01.08; L01.10; L01.11; L01.12	175	20	195
N01.03	0	191	191
N16.01	138	18	156
N01.02	0	115	115
N01.04	0	105	105
N07.01	56	5	61
N13.01; N13.02; A01.01; A01.02; A01.03; A02.01; A02.02	30	30	60
N14.03; N15.01	175 x 0.20	20	55
N15.02	175 x 0.20	18	53
N10.01; N10.02; N11.01; N12.01; N12.02; N12.03; N12.05	30	15	45
N17.03; L01.01; L01.06; L01.07; L01.09; L01.13; L02.01	0	20	20
N12.04; N12.06	0	15	15
L02.03; L11.01	0	10	10
N08.02	0	4	4
N07.02; N08.01; N08.04	0	3	3

4.5 Ruimtelijke aspecten nitraatzuivering

De range in denitrificatie binnen en tussen beheertypen is groot. Het is nog niet goed mogelijk om de complexiteit van factoren die hier debet aan zijn goed te duiden. Wel kunnen een aantal belangrijke ruimtelijke factoren worden meegewogen die een belangrijke rol spelen in deze verschillen. Gezien de mate van denitrificatie gaat het daarbij vooral om het nader specificeren van denitrificatie in wetlands en veel minder om denitrificatie op het land. Daarbij dient naast de beheertypenkaart, ook de watertypenkaart te worden betrokken, omdat deze inzicht geeft in het voorkomen van sloten alwaar veel denitrificatie plaatsvindt.

4.5.1 Denitrificatie in oppervlaktewater nabij nitraatbronnen

Volgens Veraart (2012) kunnen sloten in landbouwgebied zogenaamde denitrificatie 'hotspots' zijn, waar een aanzienlijk deel van het binnenkomende nitraat uit het water verwijderd wordt. Vanwege de mate van denitrificatie is het belangrijk om deze nitraatbronnen in de bepaling van de denitrificatie door beheertypen van de IndexNL mee te nemen. Daarbij gaat het dus om:

- Sloten in landbouwgebied: sloten zijn niet als apart beheertype aangewezen, maar de mate van denitrificatie is waarschijnlijk aanzienlijk. Het gaat erom om het oppervlak aan waterhoudende sloten in de landbouwkundige (bemeste) beheertypen van de IndexNL in kaart te brengen. Hieraan kan het kental van 2000 kg N per ha sloot per jaar worden gekoppeld.
- Puntbronnen: ook kunnen (punt)bronnen zoals RWZI's en locaties voor riool overstort specifiek in kaart worden gebracht. Op deze locaties kan de waarde voor denitrificatie eveneens worden verhoogd.

4.5.2 Denitrificatie op het land

De Nederlandse Delta bestaat grotendeels uit diep doorlatende zandige pleistocene ondergronden met in het westen en noorden en langs de rivieren holocene afzettingen van veen, zee- of rivierklei en in het oosten en zuiden dekzand (windafzetting). De bodemstructuur is in grote mate bepalend voor de afspoeling van regenwater, al of niet met nutriënten. De bodemstructuur bepaald dus in grote mate of dit afstromende water oppervlakkig afstroomt door een natuurlijke bufferstrook en daarbij wordt gezuiverd, of dat het onder deze bufferstrook doorstroomt en niet of minder wordt gezuiverd (Melman *et al.*, 2011). Afhankelijk van het bodemtype zal een deel van de neerslag naar het grondwater verdwijnen en een ander deel naar het oppervlaktewater afstromen. De afstand tot het oppervlaktewater speelt daarbij eveneens een grote rol. Gezien de relatief beperkte bijdrage van terrestrische beheertypen in de denitrificatie, vergeleken met aquatische beheertypen, dient een nadere specificatie zich eerst te richten op de aquatische component.

4.6 Werking ecosysteemdienst fosfaatafvang

Fosfaatzuivering/afname kan via vier verschillende factoren/processen verlopen: vegetatie-opname en afvoer, P-fixatie en immobilisatie in de bodem, P-begraving en P-bemestingsafname.

4.6.1 P-opname en afvoer

Fosfor wordt in de vorm van fosfaat opgenomen in plantaardig materiaal tijdens het groeiseizoen en komt in het najaar weer terug in het oppervlaktewater wanneer sterfte de overhand krijgt. Er is dan

ook pas sprake van fosfaatverwijdering door plantopname wanneer de vegetatie afgevoerd wordt en niet meteen teruggebracht wordt in het milieu. De verwijdering van P door te kappen, maaien of plaggen is optimaal wanneer dit in oktober gebeurt.

4.6.2 P-fixatie en immobilisatie in de bodem

Fosfor wordt vastgelegd als fosfaat aan organisch materiaal dat meestal aanwezig is in de bodem en als zwevend materiaal in oppervlaktewater. Zwevend materiaal kan in langzaam stromend of stilstaand water tot bezinking komen waardoor fosfaat in het watersysteem wordt vastgelegd. Fosfaat absorbeert goed aan amorfe ijzer- en aluminium(hydr)oxiden in de waterbodem. Ook adsorptie aan mangaanoxiden, calcium en magnesium is mogelijk (Gerven *et al.*, 2011). Via fysische, chemische en biotische processen kan fosfaat ook weer vrijkomen uit eutrofe waterbodems (Tonkes, 2006). Dit wordt fosfaatnalevering genoemd. De fysische nalevering kan het gevolg zijn van factoren zoals stroming, wind, golven of bioturbatie (bijvoorbeeld omwoelen door vissen). Biotische nalevering is het gevolg van afbraak van organisch materiaal in de waterbodem. Chemische nalevering hangt af van diverse factoren zoals de fosfaatconcentratie, zuurgraad en temperatuur. In veel watersystemen neemt in de zomerperiode de nalevering van fosfaat vanuit de waterbodem dan ook toe, vanwege de hogere (water)temperaturen en daaraan gekoppeld een hogere mineralisatiesnelheid.

De dikte van de aërobe laag, in combinatie met ijzer, bepaalt de beschikbaarheid van fosfaat. Zolang de aërobe laag ca. 15 tot 18 keer zoveel ijzer bevat dan fosfaat, zal geen nalevering van fosfaat plaatsvinden. Door jarenlange eutrofiering zijn veel waterbodems in Nederland eutroof en is echter sprake van een 'interne fosfaatbelasting' ofwel fosfaat-nalevering (De Bruijne & Van de Weerd, 2009). Als de externe belasting van fosfor wordt gereduceerd, zoals in veel Nederlandse wateren het geval is, gaat de waterbodem dus fosfor naleveren in plaats van vastleggen. Dit kan jaren doorgaan afhankelijk van de lading fosfor die in het verleden is vastgelegd in de bodem die gemobiliseerd kan worden (Schippers, 2006). Vanwege dit gegeven wordt de P-fixatie en immobilisatie in de bodem hier verder buiten beschouwing gelaten.

4.6.3 Overig

P-begraving

Door begraving van traag afbreekbaar materiaal bij schorren en slikken wordt P uit het water verwijderd. Dit blijkt 4 à 56 kg P per ha te kunnen bedragen (Ministerie LNV, 2006). Als er geen sedimentatie meer plaatsvindt, vindt er ook (nauwelijks) geen verwijdering meer plaats. Zo zijn schorren/kwelders al ca. 20 jaar volwassen. Vanwege dit korte termijn aspect zal het effect van P-sedimentatie en accumulatie hier verder buiten beschouwing worden gelaten.

P-bemestingsafname

Wanneer landbouwgrond wordt omgezet naar natuur kan (indien de P-verzadigde grond niet wordt afgegraven) uitspoeling van P optreden. Dit geldt vooral voor zandgronden en nauwelijks voor kleigronden. In Nederland zijn P-overschotten op landbouwgrond van ca. 20 kg P per ha per jaar gemeten (Ministerie LNV, 2006). Deze effecten kunnen een rol spelen in het beheertype NOO.01 Nog om te vormen naar natuur, maar het betreft hier geen ecosysteemdienst en zal dan ook verder buiten beschouwing worden gelaten.

4.7 Kwantificering fosfaatafvang

Tabel 6 geeft de kentallen voor fosfaatzuivering van oppervlaktewater door de verschillende beheertypen van de IndexNL (kg fosfaat P per ha per jaar). Deze zijn afgeleid uit het Kentallenboek van (destijds) het ministerie van LNV (Ministerie LNV, 2006). De kentallen in tabel 6 zijn verder gespecificeerd op basis van de volgende aannames:

- Op basis van hetgeen hierboven is beschreven worden de factoren P-fixatie en immobilisatie in de bodem, P-begraving en P-bemestingsafname hier verder buiten beschouwing gelaten.
- Voor beheertypen waarin geen afvoer plaatsvindt van gebiedseigen plantaardig materiaal, wordt aangenomen dat de P-afvoer ook 0 kg/ha bedraagt.
- Veel beheertypen zijn samengesteld uit verschillende typen natuur. Dit heeft effect op de uiteindelijke P-afvoer. De procentuele verdeling van de verschillende typen natuur staat weergegeven in tabel 1 (§1.2). Deze is gebruikt om de P-afvoer te berekenen (zie bijlage 4).
- Het kentallenboek (Ministerie LNV, 2006) geeft alleen kentallen voor de volgende typen natuur: loofbos, naaldbos, heide, grasland, riet/ruigte, zoete of brakke slik/schor/plaat en strand.
- In natuurlijk beheerde bossen wordt op 80% van de oppervlakte geen hout geoogst of is de oogst minder dan 20% van de bijgroei. Op het overige kan meer hout geoogst worden in het kader van omvorming naar natuurlijk bos. Voor deze bossen is de P-afvoer op 20% gesteld van de waarde in productiebossen.

Tabel 6. Fosfaatzuivering van oppervlaktewater door natuurlijke eenheden (kg fosfaat P per ha per jaar; min LNV, 2006). Voor de koppeling met beheertypen zie Bijlage 2.

Codes Beheertypen IndexNL	P-opname en afvoer
N05.02; N16.02; N17.01; N17.02; L01.02; L01.03; L01.04; L01.05; L01.08; L01.10; L01.11; L01.12; L01.14; L01.15	20
N16.01	15
N14.03; N15.01; N15.02	$20 \times 0.20 = 4$
N07.01; N17.04	2
N10.01; N10.02; N11.01; N12.01; N12.02; N12.03; N12.05; N13.01; N13.02; A01.01; A01.02; A01.03; A02.01; A02.02	1.3

4.8 Ruimtelijke aspecten fosfaatafvang

Als de externe belasting van fosfor wordt gereduceerd, zoals in veel Nederlandse wateren het geval is, gaat de waterbodem fosfor naleveren in plaats van vastleggen. Daarmee fungeren ze feitelijk als fosfaatbronnen. Door het in kaart brengen van de eutrofe (water)bodems wordt inzichtelijk waar de ecosysteemdienst fosfaatafvang de grootste zuiverende rol kan spelen.

5 CO₂-vastlegging door bos en veen

5.1 Werking van ecosysteemdienst

Toename van CO₂ in de atmosfeer wordt gezien als een belangrijke oorzaak van klimaatverandering. Terugdringen van het CO₂-gehalte door vastlegging in biomassa is één van de mechanismen om het effect van broeikasgassen terug te dringen. Groeiende planten leggen koolstof vast in biomassa. Bossen en veengebieden vormen belangrijke reservoirs voor koolstof. Zolang het bos groeit en veen aangroeit, wordt er meer CO₂ vastgelegd. Als er hout of andere biomassa wordt afgevoerd (kappen, hooien, etc.) of als er plantenresten vergaan, komt er weer CO₂ vrij. Bossen en venen zijn het meest relevant voor deze ecosysteemdienst. Bossen vanwege de grote hoeveelheid biomassa bovengronds, veen vanwege de biomassa in het veenpakket.

5.1.1 Bos

In de bomen en ook in de bosbodem liggen grote hoeveelheden koolstof opgeslagen. Het kappen van bos, bosbrand of afsterven van bomen leidt tot het vrijkomen van CO₂. Met name groeiende bossen zorgen voor vermindering van kooldioxide in de lucht. Maar ook een ontwikkeld bos zorgt jaarlijks voor vastlegging van een kleine hoeveelheid koolstof in biomassa. Voor het verminderen van het CO₂-gehalte is het dus van belang dat bossen vitaal zijn, niet gekapt worden en dat er nieuw bos aangelegd wordt.

Er zit wel enige vertraging in het vrijkomen van CO₂ uit het gekapte hout. Vooral wanneer het hout voor langere tijd wordt 'opgeslagen' in bouwconstructies. De Nederlandse houtproductie bedraagt slechts 0,9 miljoen m³. Dat is minder dan 10% van de eigen houtbehoefte. Het aandeel hiervan in de bouw is (nog) relatief gering vanwege de kwaliteitsbeperkingen van het in Nederland snel groeiende hout³. Het aspect 'koolstof-opslag van gekapt hout in bouwconstructies' wordt hier verder dan ook buiten beschouwing gelaten.

5.1.2 Veen

In het verleden is door de groei van veen een grote hoeveelheid biomassa ontwikkeld. Zolang het veen nat blijft, vindt geen oxidatie plaats en komt er geen CO₂ vrij. Het vernatten van veen en zo voorwaarden scheppen voor veenontwikkeling, dan wel het voorkomen van verdroging van veengebieden zijn manieren om CO₂ vast te leggen of in ieder geval niet vrij te laten komen. Verdroging van veengebieden is echter op grote schaal aan de orde. Vernatting van veen is dus vooral relevant om te voorkomen dat er CO₂ vrij komt. Natuurontwikkeling of –bescherming waarbij veenontwikkeling plaatsvindt leidt wel tot vastleggen van extra CO₂, net als in feite iedere groeiende vegetatie.

³ Bron: Algemene Vereniging Inlands Hout: www.avih.nl

5.1.3 Andere beheertypen

Andere beheertypen kunnen ook CO₂ vastleggen, zolang er sprake is van netto plantengroei. Veel beheertypen, zoals graslanden, rietlanden, heide, worden beheerd en biomassa wordt afgevoerd. Een voorbeeld hiervan is Riet en ruigte, volgens het kentallenboek (Ministerie LNV, 2006) heeft dit natuurtype een bijgroei van 6,8 ton C/ha/jaar, echter veel rietlanden worden regelmatig beheerd (riet wordt grotendeels jaarlijks gemaaid (Schipper en Siebel, 2008) en het riet wordt afgevoerd. Afhankelijk van de snelheid waarmee de biomassa wordt afgebroken, zal er weer CO₂ vrijkomen. Alleen kijken naar de groei per jaar is dus onvoldoende: er moet ook gekeken worden naar mineralisatie, het beheer, afvoer van biomassa en bestemming daarvan om iets zinnigs over de bijdrage van beheertypen aan deze ecosysteemdienst te kunnen zeggen. Daarom beperken we ons hier tot de rol van bossen en venen.

5.2 Beoordeling op basis van vijf criteria

Economische betekenis

Voor de economische betekenis van CO₂-vastlegging is het REDD-mechanisme ontwikkeld. Dit speelt voor de Nederlandse natuur echter geen rol. Bedrijven en particulieren kunnen hun CO₂-uitstoot compenseren via projecten die investeren in bos- of natuurontwikkeling. Trees for All (NGO)⁴ doet dat ook in Nederland, door investeringen in bossen via het Nationaal Bossenfonds. Daarnaast wordt er wereldwijd in carbon credits gehandeld, waarbij enerzijds emissierechten gekocht worden en anderzijds geïnvesteerd wordt in bosbouwprojecten.

De economische betekenis van veenontwikkeling is minder duidelijk. In ieder geval is het niet vastgelegd als invulling van de Nederlandse opgave volgens het Kyoto protocol. Wereldwijd wordt er in emissierechten van CO₂ gehandeld. De waarde van de rechten varieert, maar is eind 2012 flink gezakt. Diverse websites melden prijzen van onder de €10 per ton CO₂ (06-12-12)⁵.

Maatschappelijke betekenis

Groeiende bossen, maar ook venen, leggen koolstof vast in biomassa en leveren zo een, zij het beperkte, bijdrage aan het terugdringen van de CO₂. Het belang van de Nederlandse bossen en venen voor CO₂-vastlegging is beperkt. Toch kunnen ze in potentie bijdragen aan de Kyoto-doelstellingen.

Huidige capaciteit

Het areaal bos in Nederland wordt gesteld op 344.800 hectare (peiljaar 2008⁶). Jaarlijks wordt door het Nederlandse bos 2,7 Mton CO₂ vastgelegd. Dit is een bescheiden 1,3% van de totale Nederlandse jaarlijkse uitstoot aan CO₂. Het is meer dan de Nederlandse reductiedoelstelling van 2,1 Mton. Voor het Kyoto-protocol telt het bestaand bos echter niet mee. Alleen nieuw bos is daarvoor relevant. De 0,6 Mton die jaarlijks in bestaand bos wordt vastgelegd is toch nog altijd 28% van de reductiedoelstelling.

⁴ Bron: www.treesforall.nl

⁵ Bron: www.pointcarbon.com en www.emissierechten.nl

⁶ Bron: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl; CBS, PBL & Wageningen UR (2011). *Veranderingen bodemgebruik, 1979 - 2008* (indicator 0060, versie 08, 9 december 2011).

In Nederland komt zo'n 270.000 hectare veengrond voor (7% van het landoppervlak; Woestenburg 2009). Een groot deel ligt onder zeeniveau en is in gebruik als grasland. Door drainage voor de landbouw (veenweidegebieden) droogt de bodem uit en vindt mineralisatie (oxidatie) van het veen en uitstoot van koolstof plaats. Oxidatie leidt tot daling van het maaiveld, plaatselijk met ruim 1 cm per jaar. Hierbij komt jaarlijks zo'n 4,2 Mton CO₂ vrij, circa 2% van de totale jaarlijkse broeikasgasemissie van Nederland. Daarmee is dit meer dan de bossen vastleggen.

In de huidige laagveengebieden is de veenvorming dan ook grotendeels gestopt en komt CO₂ vrij in plaats van dat het wordt vastgelegd. Door vernatting kan dit proces weer worden omgedraaid en het veenpakket weer aangroeien. Vernatting kan, afhankelijk van het type veen en de beheer-geschiedenis, echter wel leiden tot vergroting van de CH₄-uitstoot (een krachtig broeikasgas). Door het IPCC werd aangegeven dat niet gedraineerde venen CO₂-sinks vormen (0.2-0.5 t C ha⁻¹ yr⁻¹)⁷.

Verwachte trend

Er is bij de provincies en waterschappen aandacht voor anti-verdrogingsmaatregelen in natuurgebieden (het zogenaamde TOP-beleid), zo worden ook grote delen van natuur op veenbodems vernat. In het veenweidegebied wordt verder gezocht naar andere landbouwpraktijken om verdere bodemdaling en verdroging te voorkomen. Eén van de maatregelen is het verhogen van grondwaterstanden. De verwachting is ook dat het oppervlakte bos nog licht zal toenemen.

Tegelijkertijd worden de marges voor de landbouw kleiner, waardoor het de vraag is of er voldoende draagvlak is voor hogere waterpeilen. Tevens is er een tendens bij onder meer Staatsbosbeheer om meer bossen te kappen. Deze twee ontwikkelingen leiden tot meer CO₂-emissie. Het is dus onduidelijk hoe de CO₂-balans vanuit natuur en landbouwgebieden uiteindelijk uitpakt.

Stapeling van diensten

Bossen leveren veel ecosysteemdiensten. Naast CO₂-vastlegging zijn dat onder andere biomassa, biodiversiteit, invangen fijnstof, beïnvloeding microklimaat, cultuurhistorie, recreatie etc. Maximalisatie op de ecosysteemdienst koolstof vastleggen kent echter wel het gevaar van vermindering van andere diensten.

Het vernatting van veengebieden kent ook een stapeling van diensten waaronder watervasthouding (berging) en biodiversiteit. Bij dat laatste verdient de positie van weidevogels extra aandacht. De diensten worden dan wel uitgeruild tegen de landbouwproductie.

5.3 Kwantificering

De eenheid om CO₂-vastlegging te kwantificeren is ton C per ha/jaar. Van koolstofdioxide naar koolstof is een factor 0.27 (C is 27% van het gewicht van CO₂, molecuulair gewicht CO₂ = 44, C = 12, 12/44 = 0.27). De volgende aannamen zijn gehanteerd voor het opstellen van de kennistabel:

- Bossen: afgeleid uit Leneman *et al.* (2013) die voor bosnatuurdoeltypen de koolstofvastlegging door bijgroei en voorraad in de bodem in hebben geschat.
- De hoeveelheid CO₂ die bij veengroei wordt vastgelegd is moeilijk in te schatten. Bij metingen in het natte Horstermeer is een waarde van ca. 15 ton CO₂/ha/jaar (4.05 ton C) gemeten

⁷ Bron: www.grida.no

(Kwakernaak *et al.*, 2010, Woestenburg 2009). Terwijl het IPCC voor ongedraineerde veenbodems een waarde van 0.2-0.4 ton CO₂/ha/jaar aangeeft. In de tabel houden we daarom een brede range aan, zodat verder uitgezocht kan worden, wat voor natuurgebieden verwacht mag worden aan C-fixatie door bijgroei van veen. Voor overige beheertypen is een schatting achterwege gelaten. De reden is enerzijds onvoldoende kennis van (netto) CO₂ vastlegging, anderzijds is de verwachting dat de bijdrage vrij klein is, met name omdat er ook biomassa wordt afgevoerd.

- Het aandeel van bos in de verschillende beheertypen is terug te vinden in Bijlage 2 van dit werkdokument.
- Het aandeel van veen in de verschillende beheertypen, is geschat op basis van de beschrijvingen in de IndexNL door Schipper en Siebel (2008).

Tabel 7. Kentallen voor vastlegging of vrijkomen van koolstof in bossen en venen.

Codes Beheertypen IndexNL	Bbasisgetal ton C/ha/jaar (bijgroei* evt. kap)	% Bbs	% Veenbodem	Ton C/ha/jaar	Vrijkomen ton C/ha/jaar bij uitdrogen
N01.02	1.8	8		0.1	-
N01.03	1.5	31		0.5	-
N01.04	1.7	46		0.8	-
N05.01	0.44		30	0.2-2	-1.3
N05.02	0.44		90	0.4-3.6	-3.8
N06.01, N06.02, N06.03	0.44		100	0.44	-4.2
N10.01	0.44		75	0.3-3	-3.2
N10.02	0.44		25	0.1-1	-1.1
N13.01	0.44		30	0.1-1.2	-1.3
N14.01	1.5	100		1.5	-
N14.02, N17.01, N17.02, N17.03,	1.4	100		1.4	-
N14.03	2*0.8	100		1.6	-
N16.02	2*0.5	100		1	-
N15.01	1.8*0.8	100		1.4	-
N16.01	1.8*0.5	100		0.9	-
N15.02	1.7*0.8	100		1.4	-
N17.04	1.4	50		0.7	-
L01.02 - L01.13 *	1.4	50		0.7	-
A01	0.44		30	0.1-1.2	-1.3

* Vanwege de hogere frequentie aan beheer in deze landschapstypen en soms mindere opbouw van biomassa wordt hier een percentage van 50% bos aangenomen

- De hoeveelheid CO₂ die potentieel vrijkomt bij veenoxidatie is gebaseerd op de schatting van 4,2 Mton/jaar over 270.000 ha en metingen in verdroogde natuurgebieden (Woestenburg 2009). Dat is $(4.200.000/270.000) \times 0,27 = 4,2$ ton C per ha/jaar. Voor de veengebieden in Drenthe zijn berekeningen gedaan, waarbij hogere waarden gevonden werden (tot 8,2 ton C/ha/jaar voor veengronden en 4,6 ton C/ha/jaar voor veen- en moerige gronden). De Drentse veengebieden hebben een veel dieper veenpakket wat de hogere emissies kan verklaren (De Vries *et al.*, 2009a).
- In de natuurlijk beheerde bossen van N14.03, N15.01 en N15.02 wordt op 80% van de oppervlakte geen hout geoogst of is de oogst minder dan 20% van de bijgroei. Op het overige kan meer hout geoogst worden in het kader van omvorming naar natuurlijk bos. Voor deze bossen geldt de aanname dat 20% van de bijgroei wordt afgevoerd. Dit betekent dat de CO₂-opslag ook 20% lager is.
- Daarnaast zijn er productiebossen N16 en cultuurhistorische bossen N17 (bijv. hakhout) en landschapselementen waar ook houtoogst plaatsvindt. Hier is aangenomen dat 50% van de bijgroei wordt geoogst.

De eenheid voor monetarisering is € per ton C (in biomassa). Er zijn diverse afspraken om deze waarde om te zetten in echt geld (zie onderdeel 'economische betekenis').

5.4 Ruimtelijke aspecten

Veengebieden die een sterk landbouwkundig gebruik hebben of in de buurt van intensief gebruikte landbouwgebieden liggen, hebben een grotere kans om verlaging van grondwaterstanden opgelegd te krijgen en CO₂ uit te stoten. Een ander ruimtelijk aspect is de dikte van de veenlaag en de grondwaterstand. Deze twee factoren zijn mede bepalend voor de emissie uit veengebieden (De Vries *et al.*, 2009a).

De ligging van bossen is minder relevant voor de vastlegging van CO₂.

6 Natuurlijke plaagbestrijding

6.1 Werking van ecosysteemdienst

Bij de voedselproductie worden aanzienlijke hoeveelheden bestrijdingsmiddelen gebruikt, met naast bedoelde ook omvangrijke onbedoelde schadelijke effecten. Zo zijn chemische bestrijdingsmiddelen belastend voor het bodem- en watermilieu. Het leidt tot extra zuiveringskosten en verslechtering van de bodemvruchtbaarheid. Bovendien kan het tot gezondheidsklachten bij mensen leiden. Daarnaast blijken veel plaagorganismen op den duur resistent te worden tegen chemische middelen. Het gebruik van de middelen loopt bij de diverse teelten sterk uiteen. De maatschappelijke opgave is het gebruik hiervan zoveel mogelijk te beperken.

Natuurlijke plaagbestrijding maakt gebruik van natuurlijke mechanismen waarbij van nature voorkomende organismen (insecten of andere soortgroepen) plaagorganismen in landbouwgewassen onderdrukken. Vaak gaat het hierbij om predatie of parasitering. In de kasteelt is toepassing van biologische plaagbestrijding (begonnen in de zeventiger jaren) inmiddels regulier; in de opengrond-teelten bevindt natuurlijke plaagbestrijding zich nog in de beginfase.

Natuurgebieden en landschapselementen met (half-)natuurlijke vegetaties in het agrarisch gebied zijn van belang voor natuurlijke plaagonderdrukking in vollegronds land- en tuinbouw. De van nature voorkomende nuttige insecten zoals sluipwespen en lieveheersbeestjes hebben naast de plaagorganismen in de gewassen ook aanvullend voedsel (nectar, pollen) en schuil- en voortplantingsgebied nodig. Deze randvoorwaarden zijn vaak aanwezig in natuurgebieden en landschapselementen. Vanwege de beperkte actieradius is nabijheid van deze elementen bij de akkerbouwpercelen van groot belang.

De potentie van natuurlijke plaagonderdrukking in een gebied, is gebaseerd op de nabijheid van landschapselementen tot landbouwpercelen. Het Ministerie van LNV (2006) noemt het landbouwareaal dat grenst aan een houtwal. Ze doen verder geen uitspraken over de afstand tussen de houtwal en het areaal. Melman en Van de Heide (2011) berekenen de afstand tussen randstructuren (bosrand, wegberm, opgaande begroeiing en slootkant), waarbij afstanden variëren van 25-500 m. Door Geertsema *et al.* (2005, 2006) zijn op basis van studies over de ecologie van de natuurlijke vijanden ontwerprichtlijnen voor groenblauwe landschapselementen ontwikkeld om de effectiviteit van natuurlijke plaagonderdrukking te versterken. Bij aanwezigheid van natuurgebieden (groter dan ca. 1 ha, binnen 1 km) wordt door hen een afstand van 75 m aangehouden waarbinnen de invloed van landschapselementen merkbaar is. Bovendien wijzen zij erop dat alleen landschapselementen met voldoende bloeiende planten en voldoende afwisseling in structuur mee tellen voor deze ecosysteemdienst.

6.2 Beoordeling op basis van vijf criteria

Economische betekenis

Bevordering van biologische plaagbestrijding biedt interessante aanknopingspunten voor de markt. Het heeft een positief imago in de maatschappij en toepassing ervan creëert meerwaarde via kwaliteit en imagoverbetering. Om de economische betekenis van natuurlijke plaagonderdrukking te bepalen wordt deze vaak afgezet tegen die van chemische plaagonderdrukking. De economische betekenis ligt dan vooral in het voorkómen van kosten die samenhangen met plaagbestrijding met chemische bestrijdingsmiddelen, vermeden kosten voor waterzuivering, hogere prijzen voor de opbrengst en eventueel een hogere gewasopbrengst.

De eenheid waarmee natuurlijke onderdrukking wordt gemonetariseerd zou heel eenvoudig gesteld kunnen worden op de vermeden kosten van opbrengstverlies door de natuurlijke plaagonderdrukking. Of via een eenvoudig ander alternatief via de vermeden kosten voor insecticiden per hectare. Toch is dit een te eenvoudige voorstelling van zaken, omdat er meer kosten en baten meespelen. Andere mogelijke baten zijn:

- vermeden kosten voor waterzuivering en een betere bodemvruchtbaarheid, wanneer pesticiden achterwege blijven;
- hogere prijzen voor de landbouwproducten vanwege de milieuvriendelijke teelt;
- aantrekkelijker landschap, leidend tot inkomsten uit toerisme en hogere huizenprijzen.

Echter, om natuurlijke plaagonderdrukking effectief te laten zijn, stijgen ook de productiekosten:

- aanleg en onderhoud van houtwallen of akkerranden;
- monitoringskosten van plaagontwikkeling.

Belangrijke vraag is nu hoe deze kosten en baten van natuurlijke plaagonderdrukking uitvallen tegenover chemische plaagonderdrukking. Dit is met de huidige kennis onmogelijk in te schatten en verschilt van teelt tot teelt.

Het Ministerie van LNV (2006) gaat uit van de opbrengsttoename die ontstaat wanneer een perceel grenst aan houtwallen. Bij een MKBA moet dan gekeken worden hoe het areaal landbouwgrond grenzend aan de houtwal verandert. Om de economische waarde te bepalen wordt het areaal dat aan een houtwal grenst vermenigvuldigd met een toename van 10%. Er wordt door hen geen nadere definitie van dat 'grenzen aan' gegeven.

In deze studie doen we geen kwantitatieve uitspraak over de monetaire waarde van deze ecosystemedienst, omdat er te veel onzekerheden en locatie-specifieke factoren meespelen.

Maatschappelijke betekenis

Bij de voedselproductie worden aanzienlijke hoeveelheden bestrijdingsmiddelen gebruikt, met naast bedoelde ook omvangrijke onbedoelde schadelijke effecten. Het gebruik van de middelen loopt bij de diverse teelten sterk uiteen. De maatschappelijke opgave is het gebruik hiervan zoveel mogelijk te beperken.

In de kasteelt is toepassing van biologische plaagbestrijding (begonnen in de jaren zeventig van de vorige eeuw) inmiddels regulier; in de opengrondteelten bevindt biologische plaagbestrijding zich nog

in de beginfase. Bevordering van biologische plaagbestrijding biedt interessante aanknopingspunten voor de markt. Het heeft een positief imago in de maatschappij en toepassing ervan creëert meerwaarde via kwaliteit en imagoverbetering.

Huidige capaciteit

Bodem, randstructuren (opgaande begroeiing, droge en natte perceelsranden) binnen het agrarische gebied en aanliggende (natuur)gebieden vormen potentiële bronnen van nuttige insecten die kunnen zorgen voor plaagbestrijding in de aangrenzende landbouwpercelen. In Nederland ligt 50% van het akkerareaal binnen 25 m van berm, slootkant, bosrand e.d. terwijl vrijwel 100% binnen 200 m daarvan ligt (Melman & Van der Heide, 2011). Het huidige aandeel groenblauwe dooradering is 2,5-7,5% van de productiegrond in de akkerbouw (De Snoo en Manhoudt, 2002). Voor een effectieve werking in de groenteteelt wordt gesteld dat het aandeel groenblauwe dooradering 5-10% dient te zijn (Van Wingerden *et al.*, 2004). Uitgaande van 1 miljoen ha akkerbouwgebied komt dat neer op 25-75.000 ha extra randen.

Verwachte trend

Biologische bestrijding in de vollegrondlandbouw komt geleidelijk op gang, met name in de vorm van onderzoeken en praktijkpilots. In de kijkrichting *Functionele natuur* (PBL, 2012) zet de landbouw in een aantal regio's in op het benutten van natuurlijke vijanden van plaaginsecten. Hiervoor wordt het landelijk gebied fijnmazig dooraderd met groenblauwe structuren, als biotoop voor natuurlijke vijanden van plaaginsecten.

Voor natuurlijke plaagonderdrukking is het vooral van belang dat er geïnvesteerd wordt in deze fijnmazige dooradering en nabijheid van structuurrijke vegetaties en nectar- en stuifmeelrijke vegetaties. Een strikte scheiding tussen natuur en agrarisch gebied is daarom ongewenst. Integrale benadering en ruimtelijke verweving van beide is gewenst. In hoeverre dit gestimuleerd wordt de komende jaren en decennia, is onzeker. De gevolgen van zowel de hervorming van het Gemeenschappelijk Europees Landbouwbeleid (GLB) als van de decentralisatie van natuurbeleid zijn voorsnog onduidelijk. Vergroening van het GLB leek kansen te bieden voor groenblauwe dooradering, maar dat is inmiddels (begin 2013) niet meer zo zeker.

Tegelijkertijd zien we wel trends van samenwerking op regionale schaal om aan landschaps- onderhoud te doen. Kansrijk is de aandacht die er in een aantal gebieden is voor landschapskwaliteit en integrale benadering van natuur, landschap en landbouw in gebiedsontwikkeling.

Stapel van diensten

Natuurlijke plaagbestrijding heeft positieve effecten op de kwaliteit van bodem en oppervlaktewater (minder belasting met bestrijdingsmiddelen). Het benutten van biologische plaagbestrijding kan positief samenhangen met andere diensten, zoals waterzuivering (door oeverstroken en helofyten-vegetaties), bestuiving en de belevingswaarde van het landschap en biodiversiteit. De kennis over de precieze relatie tussen biodiversiteit (soortenrijkdom) of variatie in het landschap en effectieve natuurlijke plaagonderdrukking is echter nog beperkt. Er spelen allerlei terugkoppelingsmechanismen tussen natuurlijke vijanden, prooien en gastheren en de omgeving, waardoor het voorspellen van de mate van plaagonderdrukking moeilijk is.

6.3 Kwantificering

De vraag is welke rol de verschillende beheertypen van de IndexNL kunnen spelen voor natuurlijke plaagonderdrukking. In principe hebben alle vegetaties met bloeiende planten (kruiden, struiken en bomen) de potentie om bij te dragen. Hoeveel ze bijdragen wordt bepaald door kenmerken van het beheertype zelf, kenmerken van het gewas (en bijbehorende belangrijkste plagen) en de ruimtelijke rangschikking. Om aan te geven wat de rol van beheertypen is voor natuurlijke plaagonderdrukking, stellen we de volgende spelregels voor om tot kwantificering (vooralsnog kwalitatief) te komen:

- De kentallentabel (tabel 8) bestaat uit een score of beheertypen naar verwachting veel, matig of weinig bijdragen aan natuurlijke plaagonderdrukking. Daarbij houden we ook rekening met de verwachte nabijheid van akkerbouwgebieden bij de beheertypen, de potentie voor bloeiende planten (verspreid over het groeiseizoen van het gewas) en potenties voor structuurrijke vegetaties. Hierbij wordt grotendeels gebruik gemaakt van expert inschattingen.
- Om de ecosysteemdienst te kwantificeren stellen we voor om als indicatie het oppervlakte akkerbouwgebied dat binnen een afstand van 100 m tot de relevante beheertypen ligt te nemen.
- De economische waarde wordt niet gekwantificeerd in deze rapportage, aangezien die lokaal bepaald moeten worden aan de hand van het gewas, de potentie van het beheertype en de nabijheid van landbouwpercelen.
- De eenheid waarmee natuurlijke plaagonderdrukking wordt gekwantificeerd is in feite een indirecte. Waar het uiteindelijk om gaat is dat de invloed van plaaginsecten onder een bepaalde schadedrempel blijft.

6.4 Ruimtelijke aspecten

Ruimtelijke aspecten spelen een cruciale rol bij natuurlijke plaagbestrijding. De potentie van natuurlijke plaagonderdrukking in een gebied, is gebaseerd op de nabijheid van landschapselementen tot landbouwpercelen. Ruigrok *et al.* (2006) noemen het landbouwareaal dat grenst aan een houtwal. Ze doen verder geen uitspraken over de afstand tussen de houtwal en het areaal. Melman en van der Heide (2011) berekenen de afstand tussen randstructuren (bosrand, wegberm, opgaande begroeiing en slootkant), waarbij afstanden variëren van 25-500 m. Door Geertsema *et al.* (2005, 2006) zijn op basis van studies over de ecologie van de natuurlijke vijanden ontwerprichtlijnen voor groenblauwe landschapselementen ontwikkeld om de effectiviteit van natuurlijke plaagonderdrukking te versterken. Bij aanwezigheid van natuurgebieden (groter dan ca. 1 ha, binnen 1 km) wordt door hen een afstand van 75 m aangehouden waarbinnen de invloed van landschapselementen merkbaar is. Bovendien wijzen zij erop dat alleen landschapselementen met voldoende bloeiende planten en voldoende afwisseling in structuur meetellen voor deze ecosysteemdienst.

Tabel 8. Indicatie belang van beheertypen voor natuurlijke plaagonderdrukking.

Codes	Natuurtypen/beheertypen	Belang	Onderbouwing		
		Potentie voor plaag- onderdrukking	Nabijheid	Structuur	Bloeiende planten
N01	Grootschalige, dynamische natuur	Klein	-	-	-
N02	Rivieren	Klein	-	-	-
N03	Beken en bronnen	Klein	-	-	-
N04	Stilstaande wateren	Klein	-	-	-
N05	Moerassen	Matig (oeverzones)	+/-	+/-	+/-
N06	Voedselarme venen en vochtige heide	Matig	-	+/-	+/-
N07	Droge heiden	Matig	-	+/-	+/-
N08	Open duinen	Niet	-	+/-	+/-
N09	Schorren of kwelders	Niet	-	-	+/-
N10	Vochtige schraalgraslanden	Matig	-	+/-	+/-
N11	Droge schraalgraslanden	Matig	-	+/-	+/-
N12	Rijke graslanden en akkers	Groot	+	+	+
N13	Vogelgraslanden	Matig	+	+/-	-
N14	Vochtige bossen	Groot	+	+	+
N15	Droge bossen	Groot	+	+	+/-
N16	Bossen met productiefunctie	Groot	+	+	+/-
N17	Cultuurhistorische bossen	Groot	+	+	+
L01.01	Poel en klein historisch water	Matig (oeverzones)	+	+/-	+/-
L01.02	Houtwal en houtsingel	Groot	+	+	+
L01.03	Elzensingel	Groot	+	+	+
L01.04	Bossingel en bosje	Groot	+	+	+
L01.05	Knip- of scheerheg	Matig	+	+/-	+/-
L01.06	Struweelhaag	Groot	+	+	+
L01.07	Laan	Matig	+	+/-	+/-
L01.08	Knotboom	Groot	+	+	+/-
L01.09	Hoogstamboomgaard	Groot	+	+	+/-
L01.10	Struweelrand	Groot	+	+	+
L01.11	Hakhoutbosje	Groot	+	+	+/-
L01.12	Griendje	Groot	+	+	+/-
L01.13	Bomenrij en solitaire boom	Matig	+	+/-	+/-
L01.14	Rietzoom en klein rietperceel	Matig	+	+/-	+/-
L01.15	Natuurvriendelijke oever	Groot	+	+/-	+
L02.01	Fortterrein	Matig	+/-	+	+
L02.03	Historische tuin	Matig	+/-	+	+
A01	Agrarische faunagebieden	Groot	+	+	+/-
A02	Agrarische floragebieden	Groot	+	+	+

7 Bestuiving

7.1 Werking van ecosysteemdienst

Veel planten zijn van insecten afhankelijk voor bestuiving. Zonder bestuiving is bevruchting en zaadzetting weinig succesvol. In de vollegrondse fruit-, groente- en zaadteelt (appel en peer, bessen, pruimen en kersen, aardbei) is dit een belangrijk gegeven. Ook in kassen spelen bestuivende insecten een belangrijke rol, maar daar gaan we hier verder niet op in. Voor bulkgewassen zoals granen en aardappels speelt insectenbestuiving geen rol. Deze worden door de wind bestoven. Veel gewassen zijn afhankelijk van deze bestuiving door insecten om voldoende vruchten te leveren voor een rendabele bedrijfsvoering.

Van de bestuivende insecten zijn honingbijen verreweg de belangrijkste soortgroep. De honingbij is in feite een gekweekte soort die afhankelijk is van imkers om te overleven en zijn werk te kunnen doen. Daarnaast zijn hommels en veel in het wild voorkomende bijen wel van belang, maar op een andere schaal en voor een andere niche. Voor kastomaten zijn de hommels belangrijke bestuivers.

Natuurgebieden met de bijbehorende beheertypen spelen op diverse niveaus een rol:

- als leefgebied voor van nature voorkomende bestuivers;
- mogelijk als ondersteunend habitat voor honingbijen;
- veel van de wilde flora is afhankelijk van bestuiving door honingbijen en wilde bestuivers.

Zowel honingbijen als wilde bestuivers hebben het moeilijk. Veel wilde bestuivers worden bedreigd. Gebruik van pesticiden in het agrarisch gebied vormt een belangrijke bedreiging van deze insecten, waardoor ze vooral in natuurgebieden te vinden zijn.

7.2 Beoordeling op basis van vijf criteria

Economische betekenis

Bestuiving door insecten is een vitaal element in de voedselproductie. In Nederland gaat het om hardfruit, zachtfruit, aardbeien, tomaten, e.d. Een substantieel deel van de productie van deze gewassen is hiervan afhankelijk. Bulkproducten zoals aardappelen en granen zijn niet afhankelijk van insectenbestuiving. De bijbehorende oogstwaarde die van bestuiving afhankelijk is wordt, op basis van internationale studies, voor Nederland (indicatief) geschat op ca. 1 miljard euro per jaar. Het leeuwendeel van de bestuiving wordt door de honingbij verzorgd. Het aandeel van wilde soorten wordt geschat op 17% daarvan, ofwel ca. 190 miljoen euro per jaar (Blacquière *et al.*, 2009).

Maatschappelijke betekenis

Er is een belangrijke vraag naar wilde bestuivers vanwege problemen met de honingbij. Er is grote achteruitgang onder de populatie honingbijen. De maatschappelijke betekenis is direct gekoppeld aan de economische betekenis. Daarnaast hebben insecten een belangrijke rol in de bestuiving van wilde planten. Deze rol lijkt iets minder zichtbaar, maar er is een belangrijke interactie tussen vitaliteit en soortenrijkdom van de wilde flora en het voorkomen van wilde bestuivers (Scheper *et al.*, 2011).

Huidige capaciteit

In Nederland komt de honingbij niet meer als wilde soort voor. De soort is volledig van imkeractiviteiten afhankelijk. Er zijn momenteel problemen met het houden van bijen (ziektes) en het is onzeker of de honingbij voor Nederland kan worden behouden (Blacquiere 2009). Wanneer meer van wilde bijen gebruik wordt gemaakt, vergt dat aandacht voor een geschikte omgeving waarin ze kunnen verblijven, foerageren en zich voortplanten. Het is aannemelijk dat dit kan worden gerealiseerd met behulp van een dicht bij het teeltareaal gelegen zone met opgaande begroeiing, en/of stroken met honing- en stuifmeel dragende soorten. Zie ook de informatie hierover onder *Natuurlijke plaagbestrijding*. Daarnaast is het voor natuurlijke bestuiving cruciaal dat het pesticidengebruik wordt teruggedrongen.

Verwachte trend

Voor een goed functionerende natuurlijke bestuiving is het van belang dat het landelijk gebied fijnmazig dooraderd is met natuurlijke akkerranden, heggen, houtwallen en sloten. Dit zijn de leefplekken van bestuivers van landbouwgewassen (en ook bestrijders van plaaginsecten, en alternatieve voedselbronnen voor plaaginsecten). Bij de aanleg en inrichting van groenblauwe dooradering voor bestuivers is het belangrijk om rekening te houden met de randvoorwaarden voor deze insectengroep: de keuze van nectar- en pollenleverende planten zou moeten worden afgestemd op de eisen die de soorten stellen aan de omgeving.

De verwachte trend is onzeker. De gevolgen van zowel de hervorming van het Gemeenschappelijk Europees landbouwbeleid (GLB) als van de decentralisatie van natuurbeleid zijn vooralsnog onduidelijk. Vergroening van het GLB leek kansen te bieden voor groenblauwe dooradering, maar dat is inmiddels (begin 2013) niet meer zo zeker.

Tegelijkertijd zien we wel trends van samenwerking op regionale schaal om aan landschaps- onderhoud te doen. Kansrijk is de aandacht die er in een aantal gebieden is voor landschapskwaliteit en integrale benadering van natuur, landschap en landbouw in gebiedsontwikkeling.

Stapelings van diensten

Het ligt voor de hand om het bevorderen van bestuiving te koppelen aan maatregelen voor biologische plaagbestrijding. Ook andere diensten, zoals waterzuivering (door oeverstroken en helofytenvegetaties), bestuiving en de belevingswaarde van het landschap en biodiversiteit (ecologische verbindingzones) kunnen een belangrijke rol spelen.

Het lijkt erop dat de relatie met diversiteit van wilde bestuivers en de mate waarin de ecosysteemdienst geleverd wordt helderder is voor bestuiving dan voor plaagonderdrukking, waar vaker enkele sleutelsoorten aan te wijzen zijn.

7.3 Kwantificering

De kwantificering is vergelijkbaar met die van natuurlijke plaagonderdrukking. Er zou ook hier meer in detail gekeken moeten worden naar de rol van specifieke plantensoorten en wilde bestuivers. Ook de ruimtelijke schaal waarop de randvoorwaarden voor de ecosysteemdienst spelen is relevant. Een zelfde logica als bij natuurlijke plaagonderdrukking wordt aangehouden (zie p.50):

Tabel 9. Indicatie belang van beheertypen voor bestuiving door wilde insecten.

Codes	Natuurtypen/beheertypen	Belang	Onderbouwing		
		Potentie voor bestuiving door wilde insecten	Nabijheid	Structuur	Bloeiende planten
N01	Grootschalige, dynamische natuur	Klein	-	-	-
N02	Rivieren	Klein	-	-	-
N03	Beken en bronnen	Klein	-	-	-
N04	Stilstaande wateren	Klein	-	-	-
N05	Moerassen	Matig (oeverzones)	+/-	+/-	+/-
N06	Voedselarme venen en vochtige heide	Matig	-	+/-	+/-
N07	Droge heiden	Matig	-	+/-	+/-
N08	Open duinen	Niet	-	+/-	+/-
N09	Schorren of kwelders	Niet	-	-	+/-
N10	Vochtige schraalgraslanden	Matig	-	+/-	+/-
N11	Droge schraalgraslanden	Matig	-	+/-	+/-
N12	Rijke graslanden en akkers	Groot	+	+	+
N13	Vogelgraslanden	Matig	+	+/-	-
N14	Vochtige bossen	Groot	+	+	+
N15	Droge bossen	Groot	+	+	+/-
N16	Bossen met productiefunctie	Groot	+	+	+/-
N17	Cultuurhistorische bossen	Groot	+	+	+
L01.01	Poel en klein historisch water	Matig (oeverzones)	+	+/-	+/-
L01.02	Houtwal en houtsingel	Groot	+	+	+
L01.03	Elzensingel	Groot	+	+	+
L01.04	Bossingel en bosje	Groot	+	+	+
L01.05	Knip- of scheerheg	Matig	+	+/-	+/-
L01.06	Struweelhaag	Groot	+	+	+
L01.07	Laan	Matig	+	+/-	+/-
L01.08	Knotboom	Groot	+	+	+/-
L01.09	Hoogstamboomgaard	Groot	+	+	+/-
L01.10	Struweelrand	Groot	+	+	+
L01.11	Hakhoutbosje	Groot	+	+	+/-
L01.12	Griendje	Groot	+	+	+/-
L01.13	Bomenrij en solitaire boom	Matig	+	+/-	+/-
L01.14	Rietzoom en klein rietperceel	Matig	+	+/-	+/-
L01.15	Natuurvriendelijke oever	Groot	+	+/-	+
L02.01	Fortterrein	Matig	+/-	+	+
L02.03	Historische tuin	Matig	+/-	+	+
A01	Agrarische faunagebieden	Groot	+	+	+/-
A02	Agrarische floragebieden	Groot	+	+	+/-

- De kentallentabel (tabel 9) bestaat uit een score of beheertypen naar verwachting veel, matig of weinig bijdragen aan bestuiving van landbouwgewassen. Daarbij houden we ook rekening met de verwachte nabijheid van gewassen bij de beheertypen, de potentie voor bloeiende planten (verspreid over het groeiseizoen van het gewas) en potenties voor structuurrijke vegetaties. Hierbij wordt grotendeels gebruik gemaakt van expert inschattingen
- Om de ecosysteemdienst te kwantificeren stellen we voor om als indicatie het oppervlakte landbouwgebied met gewassen die afhankelijk zijn van bestuiving door insecten dat binnen een afstand van 300 m tot de relevante beheertypen ligt te nemen.
- De economische waarde wordt niet gekwantificeerd in deze rapportage, aangezien die lokaal bepaald moeten worden aan de hand van het gewas, de potentie van het beheertype en de nabijheid van relevante landbouwpercelen.
- De eenheid waarmee bestuiving wordt gekwantificeerd is in feite een indirecte. Waar het uiteindelijk om gaat is dat de invloed van bestuiving op de verbeterde vruchtzetting en opbrengst.

7.4 Ruimtelijke aspecten

Ruimtelijke aspecten zijn cruciaal. Ook voor bestuivers geldt dat hun actieradius beperkt is en dat een netwerk van groenblauwe dooradering met schuilgelegenheid, nectar en pollen aanwezig is, zodat van daaruit de landbouwpercelen bereikt kunnen worden. Nabijheid van geschikte beheertypen op korte afstand van gewassen die afhankelijk zijn van wilde bestuivers is een belangrijk ruimtelijk aspect.

De schaal waarop bestuivers opereren, verschilt tussen de groepen: honingbijen scannen de omgeving meestal in een straal van 3 km rond hun nest, maar onder zeer gunstige omstandigheden ook wel tot 7-8 km. Hommels hebben een actieradius van zo'n 500 m – 1 km. Solitaire (wilde) bijen hebben een beperktere actieradius: enkele tientallen meters, tot een paar honderd meter (Blacquiere, 2010).

8 Luchtzuivering (afvang fijnstof)

8.1 Werking van ecosysteemdienst

Planten spelen een rol in de zuivering van de lucht. In geïndustrialiseerde landen als Nederland komen vervuilende stoffen in de lucht voor die een bedreiging van de volksgezondheid vormen. Diverse stoffen spelen een rol. Eén van de belangrijkste vervuilende stoffen is fijnstof. Deze kleine deeltjes in de lucht zijn afkomstig uit het verkeer en de industrie en uit de landbouw. Fijnstof veroorzaakt problemen met de luchtwegen. Er zijn normen opgesteld voor de concentratie die fijnstof mag hebben. Met name in en rond steden worden normen overschreden, vaak gekoppeld aan wegen en industrie. Fijnstof afkomstig uit landbouw liggen als een dunne deken over heel Nederland vanwege de verspreide ligging van landbouwbedrijven. Stofafvang vindt voornamelijk plaats doordat deeltjes aan het bladoppervlak hechten. Via neerslag komen deze deeltjes op en in de bodem terecht.

Voorafgaande begroeiing heeft een rol in afvang van fijnstof. Laagblijvende vegetaties veel minder.

8.2 Beoordeling op basis van vijf criteria

Economische betekenis

De economische betekenis van zuivering van lucht door natuur is moeilijk aan te geven. Het gaat vooral om indirecte baten zoals minder ziekteverzuim als gevolg van een gezondere leefomgeving.

Maatschappelijke betekenis

Vegetatie zorgt voor de afvang van vervuilende stoffen uit de lucht, zoals NO₂ en fijnstof. Vooral fijnstof is momenteel een belangrijk gezondheidsitem. Het is niet voor niets dat de Europese normen voor fijnstof steeds worden aangescherpt.

Huidige capaciteit

Er is nog geen eenduidigheid over het belang van vegetaties om fijnstof af te vangen (De Vries *et al.*, 2009b en zie in Melman & Van der Heide, 2011), maar vooral in het stedelijk gebied lijken er wel aanknopingspunten te zijn, omdat vooral het afvangen van piekafvoeren van belang zijn. Over het algemeen is het inzetten op het terugdringen van de emissies een belangrijke strategie en is afvangen door vegetaties een aanvullende maatregel.

'Poreus' opgaand groen (beplanting waar de wind doorheen kan) vangt het meest efficiënt vervuilende stoffen zoals fijnstof in, doordat er naast verticale depositie ook zijwaarts en binnenin de beplanting fijnstof wordt ingevangen (Melman & van der Heide, 2011).

Er is verschil in afvang-capaciteit tussen boomsoorten: naaldbomen hebben vanwege hun fijne bladstructuur een hogere capaciteit dan loofbomen. Bomen en struiken met ruwe bladeren hebben ook een betere invangcapaciteit dan bomen met gladde bladeren (Oosterbaan *et al.*, 2006). Ook het feit dat de meeste naaldbomen jaar-rond 'bladeren' hebben, draagt bij aan hun capaciteit.

Gebieden waar de fijnstofnorm wordt overschreden liggen vooral bij de grote steden en langs de snelwegen. Maar ook fijnstof producerende industrieën zoals verbrandingsindustrie, pluimveehouderijen e.d. De beheertypen van de IndexNL liggen overwegend niet op die plekken waar de fijnstofnorm wordt overschreden. De huidige capaciteit hiervoor is dan ook relatief gering.

Verwachte trend

Er is een wettelijke verplichting om bij infrastructurele werken te kijken of voldaan wordt aan de normen voor de luchtkwaliteit. Hierin zitten ook normen voor fijnstof (PM10 en PM2,5). In 2013 wordt de Europese richtlijn voor luchtkwaliteit herzien (Mathijsen *et al.*, 2009).

Stapelning van diensten

De invang van fijnstof in een groenblauwe dooradering is mogelijk te combineren met andere ecosysteemdiensten zoals natuurlijke plaagbestrijding, bestuiving, recreatieve waarde, biodiversiteit en in de binnenstad ook klimaatregulatie. Met name in het stedelijk gebied lijkt de bijdrage van groenblauwe dooradering een belangrijke verbetering voor het leefmilieu te kunnen bieden.

Hoewel dezelfde soorten bomen en struiken een bijdrage aan verschillende ecosysteemdiensten leveren, zijn de ruimtelijke aspecten wel heel verschillend: fijnstof invangen is relevant bij vervuilende bronnen, bestuiving en natuurlijke plaagonderdrukking relevant bij landbouwgewassen. Meekoppeling met andere ecosysteemdiensten hangt dus uiteraard af van de locatie: langs infrastructuur dan wel in het landelijk gebied bij intensieve veehouderij.

8.3 Kwantificering

Kwantificering van afvang van fijnstof per beheertype (tabel 11) wordt bepaald door:

- Kilogram fijnstof potentieel opgevangen per ha per jaar (Ministerie LNV, 2006). Kentallen leiden we af uit Melman & en Van der Heide (2006). Daarmee hebben Oosterbaan en Kiers (2011) kentallen voor de invang van kg fijnstof/ha/jaar voor verschillende begroeiingstypen uit de LGN-kaart (Landgebruik Nederland) opgesteld (tabel 10).
- De waarden zijn verrekend naar % begroeiingstypen.
- Ook van de schrale graslanden is de helft van de invang capaciteit genomen, omdat de vegetaties schraler, minder biomassa, minder bladoppervlakte zullen hebben. 50% is een schatting.
- Daarnaast is uiteraard de nabijheid van vervuilende bronnen van belang, die is niet in de huidige kentallen opgenomen.
- Om uiteindelijk naar een monetaire waarde te komen is het tevens van belang om naar het aantal inwoners dat baat heeft van een betere luchtkwaliteit in het beschermde gebied (Ministerie LNV, 2006). Dat is niet meegenomen in deze tabel.

Tabel 10. Kentallen voor de invang fijnstof per begroeiingstype (Oosterbaan en Kiers, 2011)

Begroeiingstype	Basiscijfer invang fijnstof (kg/ha/jr)
Naaldbos	126.93
Loofbos	72.85
Riet	49.67
Grasland	36.42
Landbouwgewas	12.25

Tabel 11. Fijnstof invang per beheertype. Ingeschat op basis van samenstelling van beheertypen

Codes Beheertypen IndexNL	Samenstelling	Geschatte potentie fijnstof invang (kg/ha/jaar)
N15.02, N16.01	50% naaldbos, 50% loofbos	100
N14.01-03, N15.01, N16.02, N17.01-03, L01.02-13	loofbos	73
N01.04	50% gemengd bos, 40% grasland	65
N05.02, N12.06, L01.14	rietland	50
N06.01, L01.15	50%riet, 50%gras	43
N01.02	21% loofbos (incl. struweel), 70%grasland	40
N05.01	80% riet	40
N17.04	50% loofbos	36
N06.02, N06.03, N06.04, N12.01-04, N13.01, N13.02	grasland	36
N01.03	31% loofbos, 30%gras	33
N07.01	90%grasland	33
N08.02	80% grasland	29
N08.03	50% als riet	25
N07.02, N08.04, N10.01, N10.02, N11.01	50% gras	18
N12.05, A01.02, A02.02	landbouwgewas	12
N09.01	20% als gras	7

8.4 Ruimtelijke aspecten

De rol van opgaande begroeiing om fijnstof af te vangen is sterk ruimtelijk gebonden aan de aanwezigheid van puntbronnen van fijnstof: langs wegen en industrie. Als het gaat om het beperken van overschrijding van normen dan is de combinatie met bewoond gebied aan de orde. Deze combinatie: bewoning en wegen of industrie ligt over het algemeen niet dicht bij EHS-gebieden.

Ook de vorm van de opgaande begroeiing heeft invloed op de invangcapaciteit (Oosterbaan *et al.*, 2006). Bomen en struiken vangen vooral fijnstof in aan de 'buitenkant', en wanneer er sprake is van enige porositeit in de vegetatie, zodat ook zij-invang mogelijk is. Deze kenmerken zijn sterk aanwezig bij bomenrijen of houtwallen van een beperkte breedte van ca. 5-20 m of bij kleine bosjes. Bij grotere bossen spelen vooral de randen een rol, al is ook daar de luchtdoorstroming minder dan bij bomenrijen, de kern van bossen speelt nog minder een rol. De ruimtelijke oriëntatie van bomenrijen, kleine bosjes, solitaire bomen ten opzichte van de vervuilingbron, en de windrichting zijn van belang.

9 Openluchtrecreatie

9.1 Werking van ecosysteemdienst

In de PBL-kijkrichtingen *Functionele natuur* en *Beleefbare natuur* (PBL, 2012) heeft de beleving van natuur en landschap door openluchtrecreatie een belangrijke positie vanwege het belang voor de gezondheid en het welzijn van mensen. De kijkrichting *Functionele natuur* zorgt voor de ontwikkeling naar een landschap met een gemiddeld grotere belevingswaarde voor de recreant. Dit kan op termijn een positief effect hebben op het gebruik van het landschap door recreatie. In de kijkrichting *Beleefbare natuur* is natuur in 2040 volop toegankelijk voor recreatie. Het landschap is kleinschalig met hier en daar bijvoorbeeld recreatiebossen en rustplekken langs een beek. Vooral in en bij steden is meer recreatief groen gekomen dan nu. Deze toekomstbeelden van de natuur komen tegemoet aan de maatschappelijke beleidsopgave om natuur voor een breed publiek bereikbaar, toegankelijk en beleefbaar te maken. Daarbij zit de relatie met beheertypen van de IndexNL niet alleen in de belevingswaarde van de afzonderlijke beheertypen, maar vooral ook in de afwisseling ervan.

Nederlanders waarderen vooral afwisselende, kleinschalige landschappen met een natuurlijk en historisch karakter (Goossen *et al.*, 2011; Van der Wulp, 2008; Crommentuijn *et al.*, 2007; Roos-Klein Lankhorst *et al.*, 2005; De Vries & Gerritsen, 2003). Op de website www.daarmoetikzijn.nl kunnen bezoekers hun ideale landschap samenstellen en krijgen ze een kaartje met daarop de gebieden die overeenkomen met hun voorkeuren. In vijf jaar tijd hebben 250.000 unieke bezoekers de website bezocht en hebben 35.000 bezoekers een of meer kaartjes gemaakt. Alhoewel kinderen en ouderen enigszins zijn ondervertegenwoordigd geeft dit desalniettemin een goed beeld van wat de gemiddelde Nederlander aantrekkelijke landschappen vindt om te recreëren. Het ideale landschap bestaat o.a. voor 30% uit bos, 20% uit zee en meren, 18% uit heide-, zand of duingebied en 17% uit kleinschalig agrarisch gebied (Goossen *et al.*, 2011). In de belevingswaarde van een gebied worden ook rust, stilte en ongereptheid als belangrijk ervaren. Storende elementen zoals auditieve verstoring door het geluid van snelwegen, of visuele verstoring door het zicht op industriegebied hebben doorgaans dan ook een negatief effect op de beleving van het 'ideale landschap'.

De zoektocht naar 'belevissen' wordt steeds meer beschouwd als de primaire drijfveer achter veel recreatieactiviteiten. De beleidsopgave is om in te spelen op de diversiteit van de vraag en om voldoende afwisseling in het aanbod te creëren. Echter, een bekend gezegde luidt 'zoveel mensen zoveel wensen' en om het beleid toepasbaar te houden dient dan ook een hanteerbare indeling te worden gemaakt. Het blijkt dat de indeling naar recreatiemotieven de beste mogelijkheid biedt om de vraag te koppelen aan een recreatief aanbod (Goossen & De Boer, 2007). Vijf motieven worden onderscheiden, die van elkaar verschillen in recreatief gedrag en wensen ten aanzien van de inrichting en beleving van gebieden. Deze motieven zijn 'gezelligheid', 'er tussen uit', 'interesse', 'opgaan in andere wereld' en 'uitdaging'. Daarbij zijn 'er tussen uit' en in mindere mate 'gezelligheid' het grootst in omvang, 'uitdaging' het kleinst.

De verschillende beheertypen kunnen voor deze motiefgroepen worden ingericht. De belevingswaarde wordt uiteindelijk dan ook bepaald door een complex geheel van landschappelijke kwaliteiten en afwisseling van beheertypen enerzijds, en de inrichting en het beheer met recreatieve

voorzieningen en attracties anderzijds. De uiteindelijke bezoekersdruk is afhankelijk van ruimtelijke aspecten, zoals het aanbod en de bereikbaarheid aan beheertypen en de nabijheid en omvang van wooncentra en verblijfsrecreatieve centra.

9.2 Beoordeling op basis van vijf criteria

Economische betekenis

De toeristisch-recreatieve sector is met 400.000 banen (4%) en 35 miljard omzet (3% BNP) van groot belang voor de Nederlandse economie. Ter vergelijking: het aantal werkzame personen in deze sector is bijvoorbeeld groter dan in de land- en tuinbouw, de bankensector of het verzekeringswezen (Briene & Wienhoven, 2010). De uitgaven van binnen- en buitenlandse toeristen bij bezoek aan een bos of natuurgebied leverde de Nederlandse economie in 2011 zo'n 1,3 miljard op. De bijna 4 miljoen Nederlandse vakantiegangers en 2 miljoen buitenlandse toeristen in de Nederlandse natuur gaven respectievelijk circa 800 en 580 miljoen euro uit (NRIT Media, 2012).

Daarnaast zijn er natuurlijk de vele dagtochten die jaarlijks worden ondernomen, hetzij te voet, op de fiets, op het water of anderszins. Een (conservatieve) schatting van het totale bedrag dat alle wandelaars in Nederland per jaar besteden komt neer op ruim 1,8 miljard. Uitgaand van circa 16.000 kilometer routenetwerk bedraagt het economisch effect per kilometer wandelpad ongeveer 115.000 euro per jaar. Aan recreatief fietsen wordt door Nederlanders jaarlijks circa 500 miljoen besteed, waarvan 218 miljoen tijdens binnenlandse fietsvakanties en 289 miljoen euro in het kader van fietsdagtochten (NRIT Media, 2012).

Maatschappelijke betekenis

De maatschappelijke betekenis van natuur voor het welzijn van de Nederlanders is groot. Als Nederlanders erop uit trekken in de vrije tijd, speelt natuur daarbij regelmatig een belangrijke rol. Ter illustratie enkele cijfers over de openluchtrecreatie, wat voor een groot deel plaatsvindt in de natuur:

- *Wandelen en fietsen:* In 2010/2011 werden 410 miljoen wandelingen voor het plezier gemaakt en werden 166 miljoen fietstochten voor het plezier ondernomen (CVTO, 2011).
- *Paardrijden:* 2,7% van de Nederlanders beoefent de paardensport en daarbij worden jaarlijks 17 miljoen buitenritten gemaakt (NBTC-NIPO Research, 2011).
- *Watersport:* In 2010 werden in Nederland in totaal 155 miljoen dagtochten op het water gemaakt (NBTC-NIPO, 2011).
- *Sportvissen:* Er zijn in Nederland ca. 1,7 miljoen sportvissers (Henkens *et al.*, 2012).
- *Verblijfsrecreatie:* In totaliteit biedt Nederland per 1 januari 2012 847 bungalowparken en huisjesterreinen, met daarop 246.000 slaapplekken (NRIT Media, 2012).
- *Recreatie bij de boer:* Nederland telt in 2011 2.884 boerderijen die recreatie aanbieden, variërend van dagrecreatie zoals boerengolf tot kamperen bij de boer (NRIT Media, 2012).

De recreatie en toerisme sector is sterk van de natuur afhankelijk. Nu overheidsbezuinigingen ook hun weerslag krijgen op partijen die een rol spelen in het in stand houden van de natuur, zijn de mogelijkheden tot het vermarkten van natuur interessanter en noodzakelijker. Onder druk van bezuinigingen is bovendien het draagvlak ervoor groter. Recreatie en toerisme horen daar zeker bij. Vanwege deze maatschappelijke ontwikkelingen staat er in 2012 ook voor het eerst een hoofdstuk over 'natuur en buitenrecreatie' in het Trendrapport 'toerisme, recreatie en vrije tijd' (NRIT Media, 2012).

Huidige capaciteit

In hoeverre het huidige aanbod en inrichting van beheertypen voldoet aan de vraag, is niet duidelijk. Volgens de huidige normen dient de hoeveelheid openbaar groen op of boven het richtgetal van 75 m² te liggen, binnen 500 m per woning. Vooral in de Randstad en Noord-Holland, de grotere steden in Noord-Brabant, Limburg, Achterhoek en Twente wordt deze norm niet gehaald. Dit komt door de combinatie van veel woningen en weinig openbaar groen in de directe omgeving. De aanleg van nieuwe groene gebieden blijft bovendien vaak achter bij de stedelijke uitbreiding. Overigens hoeft dit nog niet te betekenen dat mensen ook een tekort aan groen in hun omgeving ervaren⁸. Het groen buiten de stad, hetzij agrarisch groen, hetzij het groen van de beheertypen van de IndexNL bieden wellicht voldoende compensatie.

Verwachte trends

In het hele cluster buitenrecreatie (incl. bijvoorbeeld zwemmen en picknicken) werden in 2010/2011 841 miljoen activiteiten ondernomen. Dat was in 2006/2007 nog 980 miljoen. De negatieve trend is waarschijnlijk het gevolg van de economische crisis en andere vormen van vrijetijdsbesteding zoals het toenemend gebruik van nieuwe media binnenshuis (NRIT Media, 2012). Meer specifiek zijn de volgende trends waarneembaar:

- *Kamperen bij de boer*: De komende decennia komt de bevolkingsgroei in Nederland geleidelijk tot stilstand waarna waarschijnlijk een daling zal inzetten. Sommige regio's blijven groeien, waardoor andere krimpen. De bevolkingskrimp die de komende jaren in sommige gebieden zal optreden biedt kansen voor landbouw en recreatie. Multifunctionele landbouw is in Nederland een groeisector. Het aantal boerderijen dat recreatie aanbiedt is tussen 2007 en 2011 met 19% toegenomen tot 2.884 bedrijven. De omzet is daarbij gegroeid van 92 naar 156 miljoen euro (Kuhlman *et al.*, 2012).
- *Wandelen en fietsen*: Nederlanders met een leeftijd tussen 55 en 64 jaar nemen in verhouding meer deel aan wandelen en fietsen dan jongeren en (zeer) ouderen. In de leeftijdsklasse 25 tot en met 34 jaar wordt ook relatief veel deelgenomen aan wandelen. Qua fietsen doen jongeren in verhouding meer aan wielrennen en mountainbiken. Door de vergrijzing is de verwachting dat het wandelen en fietsen nog wel in omvang gaat stijgen (Goossen, 2009). Binnen de wandelsport is Nordic Walking de snelst groeiende buitensport van Nederland⁹. Binnen de fietssport is de fiets met elektrische ondersteuning (e-bike) populair (NRIT Media, 2012).
- *Paardensport*: De paardensport wordt met maar liefst 80% gedomineerd door vrouwen (ZKA Consultants and Planners, 2006). Als gevolg van de economische crisis zijn er geluiden dat het aandeel eigen paarden aan het afnemen is (Bergsma *et al.*, 2008).
- *Watersport*: De verkoop van boten is sterk afhankelijk van de economische situatie en men verwacht dan ook een stabilisatie van de vloot van pleziervaartuigen. Watersporters kiezen steeds vaker voor huur van boten in plaats van zelf een boot te kopen. De vraag naar ligplaatsen zal hierdoor dalen. Er is voorts een trend gaande dat de binnenlandse bootvakanties aan het afnemen zijn (NRIT Media 2012). In 2010 werden door Nederlanders in Nederland 571.000 vakanties met een zeil- of motorboot gemaakt. Dat is een daling van 22% met het jaar daarvoor, maar de vakanties duurden wel bijna een dag langer zodat het totaal aantal overnachtingen licht steeg naar 4.046.000 (NBTC-NIPO Research, 2011). Voor de kanovaart is de trend stabiel, of sprake van een lichte stijging. Ook voor windsurfen is de trend stabiel, met een verplaatsing naar groot

⁸ Bron: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl; indicator 0451, dec. 2012, CBS *et al.* (2013): *Beschikbaarheid groen om de stad, 1996-2008*.

⁹ Bron: www.wandeltrends.nl

water. Het kite-surfen is sterk in opmars. Voor het snelvaren daarentegen is de trend stabiel, ofwel is sprake van een lichte daling. De afgelopen zes jaar is de frequentie en participatie van het recreatietoeristen niet gestegen en in sommige gebieden zelfs gedaald door veranderend consumentengedrag (Henkens *et al.*, 2012). Dit alles betekent dat de verwachting is dat het gebruik van de Nederlandse wateren voor de watersport stabiel blijft en misschien licht gaat dalen.

- *Sportvissen*: Het gericht vissen op Karper is de laatste decennia van de twintigste eeuw enorm populair geworden en maakt nog steeds een sterke groei door. De snoekbaarsvisserij en de vliegvisserij zijn de laatste jaren ook in populariteit toegenomen. Verwacht wordt dat er een stijging in de frequentie van de sportvisserij zal zijn van 10-15%. Er is de laatste jaren sprake van een stijgende participatie van jonge sportvissers (Henkens *et al.*, 2012).

Stapelning van diensten

Alle beheertypen van de IndexNL zullen overlappen met één of meerdere van de vijf recreatietypen. Dit geeft al aan dat recreatie doorgaans goed stapelbaar is met de andere ecosysteemdiensten. Recreatief gebruik sluit doorgaans geen andere ecosysteemdiensten uit.

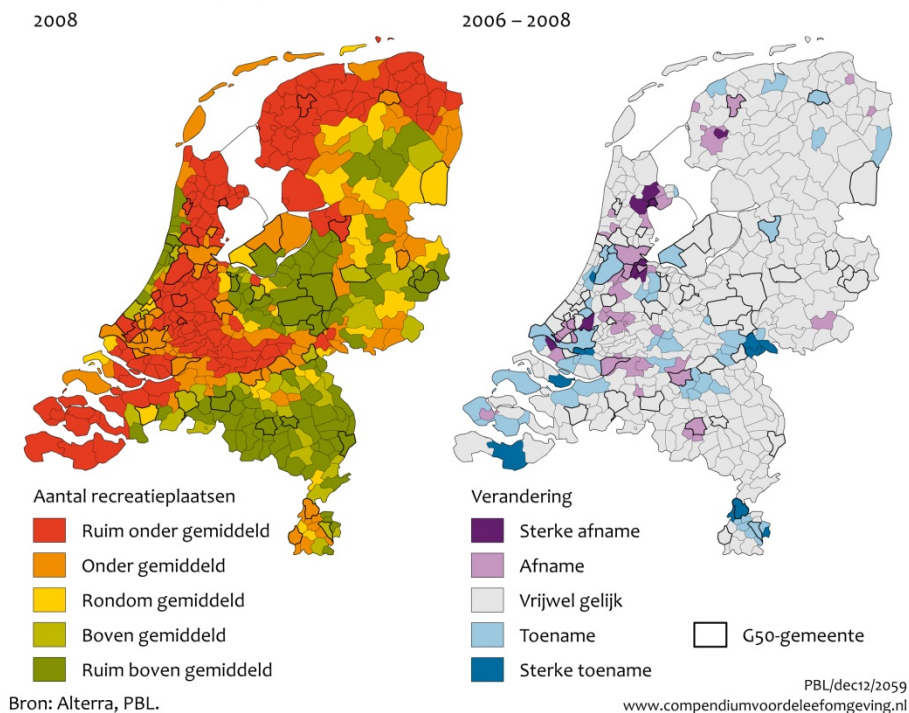
9.3 Kwantificering vraag en aanbod

De belevingswaarde van een bepaald SNL beheertype is slechts één aspect wat kan worden meegenomen in de kwantificering van recreatie als culturele ecosysteemdienst. Daarnaast zijn vooral ook het totaal aanbod en bereikbaarheid van de natuur, de inrichting ervan met recreatieve voorzieningen en de nabijheid en omvang vanuit woon- en verblijfsrecreatieve centra (de vraag) in sterke mate bepalend voor de bezoekdruk aan een lokaal beheertype. Deze complexiteit vraagt om een modelmatige aanpak.

Om de vraag-aanbod verhoudingen voor openluchtrecreatie te bepalen, wordt vaak het model AVANAR toegepast, zoals voor het doorrekenen van de vier Kijkrichtingen in de Natuurverkenning 2010-2040 (PBL, 2012). AVANAR is een ruimtelijk model voor het berekenen van vraag-aanbodverhoudingen voor recreatieve activiteit (De Vries *et al.*, 2004; Ottens en Timmermans, 2004). Het model bepaalt in hoeverre het aanbod van groen in en om de stad aansluit bij de vraag naar wandelen (figuur 5) en fietsen (figuur 6) vanuit de woning. Wandelen en fietsen zijn de belangrijkste vormen van openluchtrecreatie, en bepalen daarmee in belangrijke mate de vraag.

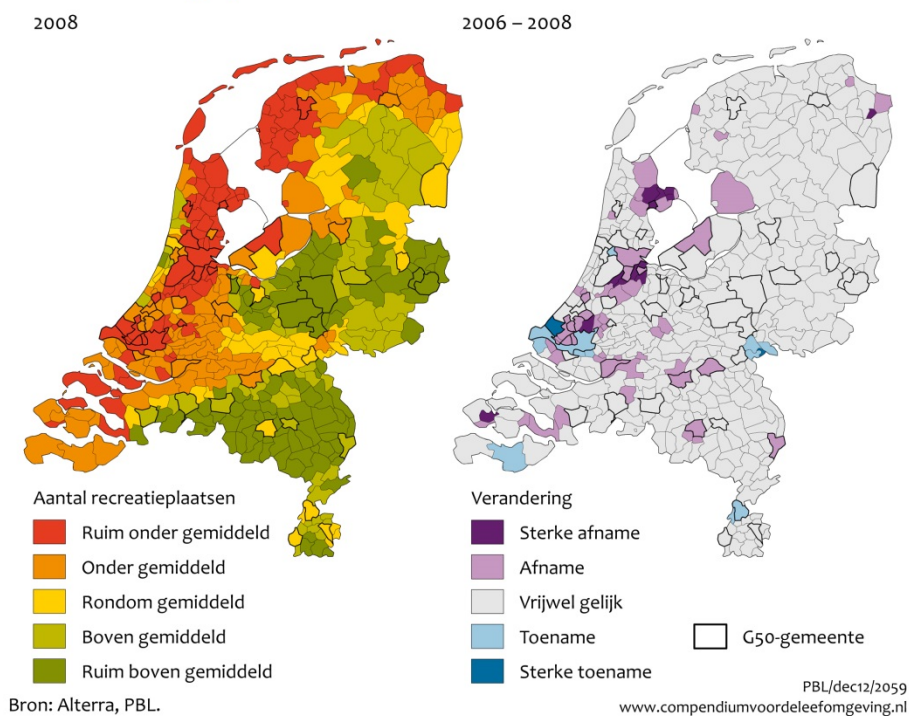
Het aanbod aan recreatiemogelijkheden is het grootst in het zuiden en oosten van Nederland, op de Veluwe en de Heuvelrug, en aan de kust (duinen). De geringere mogelijkheden in de Randstad zijn mede een gevolg van het ontbreken van bossen in deze regio, een grondgebruik met een relatief hoge opvangcapaciteit. Een hoge opvangcapaciteit wil zeggen dat veel mensen er gebruik van kunnen maken zonder dat ze elkaar fysiek of visueel hinderen.

Aanbod wandelmogelijkheden



Figuur 5. Het aanbod aan wandelen in 2006-2008, zoals bepaald via model AVANAR (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl; indicator 2059, december 2012; CBS et al., 2013).

Aanbod fietsmogelijkheden



Figuur 6. Het aanbod aan fietsen in 2006-2008, zoals bepaald via model AVANAR (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl; indicator 2059, december 2012; CBS et al., 2013).

Literatuur

- Bal, D., H.M. Beije, M. Felliger, R. Haveman, A.J.F.M. van Opstal en F.J. van Zadelhoff, 2001. Handboek natuurdoeltypen. Rapport Expertisecentrum LNV 2001/020, Wageningen.
- Beek, op de, L., 2012. SWOT-analyse van de natuursector. Innovatienetwerk. 139p.
- Bergsma, M., E. Bruls en C. de Jonge, 2008. De paarden op, de lanen in; Recreatief paardrijden in het buitengebied. Stichting Recreatie. 56p.
- Blacquièrè, T., J.J.M. van der Steen, A.C.M. Cornelissen, 2009. Visie bijenhouderij en insectenbestuiving. Analyse van bedreigingen en knelpunten. PRI rapport 227.
- Briene, Michel & Manfred Wienhoven, 2010. Toerisme: de banenmotor. Ecorys, Research and Consulting. 45p.
- Bruijne, de, W.J.J. en H. van de Weerd, 2009. Overzicht indicatoren fosfaat nalevering vanuit de waterbodem. Arcadis. 43p.
- CBS, 2012. StatLine: Stikstof en fosfor in Nederland. CBS, Den Haag / Heerlen.
- CBS, PBL & Wageningen UR, 2013. Compendium voor de Leefomgeving. Diverse indicatoren. Centraal Bureau voor de Statistiek, Planbureau voor de Leefomgeving & Wageningen UR, Den Haag/ Bilthoven/ Wageningen.
- Crommentuijn, L.E.M., J.M.J. Farjon, C. den Dekker & N. van der Wulp, 2007. Belevingswaardenmonitor Nota Ruimte 2006; nulmeting landschap en groen in en om de stad. Rapportnr. 500073001. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Dolman, Han, Eddy Moors, Jan Elbers, Wim Snijders en Philip Hamaker, 2000. Het waterverbruik van bossen in Nederland. Alterra, Wageningen.
- Eekeren, Nick van, en Janneke Zaneveld-Reijnders, 2011. Bewust herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem. Louis Bolk Instituut en ZLTO-projecten. 48p.
- Eekeren, N.J.M. van, H. de Boer, M.C. Hanegraaf, J.G. Bokhorst, D. Nierop, J. Bloem, T. Schouten, R.G.M. de Goede, L. Brussaard, 2010. Ecosystem services in grassland associated with biotic and abiotic soil parameters. *Soil Biology & Biochemistry*. 42(9):1491-1504.
- Eekeren, van, N. en J. Bokhorst, 2010. Bodemkwaliteit en klimaatadaptatie onder grasland op het Utrechtse zand. Louis Bolk Instituut, Driebergen, publicatienr. 2010-031 LbD. 39p.
- Emissieregistratie, 2012. Jaarcijfers 2010. RIVM, Bilthoven; PBL, Bilthoven; CBS, Den Haag; RWS-Waterdienst, Lelystad; Alterra, Wageningen; Agentschap.nl, Utrecht, Deltares, Utrecht en TNO, Utrecht.
- Faber, J.H.; Jagers op Akkerhuis, G.A.J.M.; Bloem, J.; Lahr, J.; Diemont, W.H.; Braat, L.C. (2009). Ecosysteemdiensten en bodembeheer: maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit. Alterra-rapport 1813. Alterra Wageningen
- Fiselier, Jasper, Nico Jaarsma, Tessa van der Wijngaart, Mindert de Vries, Maarten van de Wal, Johan Stapel, Martin Baptist, 2011. Perspectief natuurlijke keringen. Een eerste verkenning ten behoeve van het Deltaprogramma. 60p.

- French, P.W., 2006. Managed realignment – The developing story of a comparatively new approach to soft engineering. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 67: 409-423.
- French, C.E., J.R. French *et al.*, 2000. Sedimentation-erosion dynamics of abandoned reclamations: the role of waves and tides. *Continental Shelf Research* 20: 1711-1733.
- Garbutt, A., 2008. Restoration of intertidal habitats by the managed realignment of coastal defences, UK. *Dunes and estuaries 2005. International Conference on Nature Restoration Practices in European Coastal Habitats*, Koksijde, Belgium.
- Geertsema, W., E. Steingröver, W. van Wingerden, F. van Alebeek & J. Rovers, 2005. Groenblauwe dooradering in de Hoeksche Waard. Een schets van de gewenste situatie voor natuurlijke plaagonderdrukking. *Alterra Rapport 1042*, Wageningen.
- Geertsema, W., E. Steingröver, W. van Wingerden, J. Spijker & J. Dirksen, 2006. Kwaliteitsimpuls groenblauwe dooradering voor natuurlijke plaagonderdrukking in de Hoeksche Waard. *Alterra Rapport 1334*, Wageningen.
- Gerven, L.P.A. van, R.F.A. Hendriks, J. Harmsen, V. Beumer en P.W. Bogaart, 2011. Nalevering van fosfor naar het oppervlaktewater vanuit de waterbodem; metingen in een veengebied in de Krimpenerwaard. Wageningen, Alterra, Alterra rapport 2217. 54blz.
- Goossen, C.M. en T.A. de Boer, 2007. Recreatiemotieven en belevingsssferen in een recreatief landschap[Literatuuronderzoek. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1692. 78 blz.
- Goossen, C.M., M. Sijtsma, H. Meeuwssen en J. Franke, 2011. Vijf jaar daarmoetikzijn. Het ideale landschap volgens Nederlanders op basis van analyse van de website www.daarmoetikzijn.nl. *Alterra-rapport 2197*. 74 blz.
- Henkens, R.J.H.G., M.E.A. Broekmeyer, A.G.M. Schotman, C.M. Goossen en R. Pouwels, 2012. Recreatie en Natuur: Kennis over effecten, kwetsbaarheid, handelingsperspectieven en monitoring van recreatie in Natura 2000-gebieden. Wageningen, Alterra, Alterra-Document 2334. 83 blz.
- Klein Tank, A.M.G. en G. Lenderink (red.), 2009. Klimaatverandering in Nederland; Aanvullingen op de KNMI'06 scenario's, KNMI, De Bilt. 34p.
- Kragt, F.J., F.W. van Gaalen, P. Cleij en W. Ligtoet, 2007. Audit Waterbeleid 21^e eeuw. Analyse van de opgaven wateroverlast volgens het Nationaal Bestuursaccorder Water. *MNP Rapport 555060002/2006*. 67p. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven/
- Kuhlman, T., H. Agricola, A. de Blaeij, J. de Hoop, R. Michels, B. Smit en T. Vogelzang, 2012. Landbouw en recreatie in krimpregio's; Knelpunten en kansen. *LEI-rapport 2012-001*. 95p.
- Leneman, H., R. Verburg, C.M. van der Heide en A.D. Schouten, 2013. Kosten en baten van terrestrische natuur: Methoden en resultaten; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2010-2040. *WOT-werkdocument 278*. WOT Natuur & Milieu Wageningen UR, Wageningen.
- Loon-Steensma, J.M. van, P.A. Slim, J. Vroom, J. Stapel en A.P. Oost, 2012a. Een Dijk van een Kwelder; Een verkenning naar de golfreducerende werking van kwelders. *Alterra, Alterra-rapport 2267*. 74 blz.
- Loon-Steensma, J.M. van, H.A. Schelfhout, N.M.L. Eernink en M.P.C.P. Paulissen, 2012b. Verkenning Innovatieve Dijken in het Waddengebied; Een eerste verkenning naar mogelijkheden voor innovatieve dijken in het Waddengebied. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2294. 104 blz.
- Matthijsen, J., B.A. Jimmink, F.A.A.M. de Leeuw en W. Smeets, 2009. Attainability of P_{2.5} air quality standards, situation for the Netherlands in a European context. *Netherlands Environmental Assessment Agency, (PBL)*.

- Melman, Th.C.P. en C.M. van der Heide, 2011. Ecosysteemdiensten in Nederland: verkenning betekenis en perspectieven. Achtergrondrapport bij Natuurverkenning 2011. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 111. 200 blz.
- NRIT Media, 2012. Trendrapport toerisme, recreatie en vrije tijd 2012. Red. Kim de Bruijn, Ton Vermeulen, Diana Korteweg Maris, Margo Rooijackers, Kees van der Most, Jamilja van der Meulen, Rob Dirven & Ursela van der Noort. 352p.
- PBL, 2012. Natuurverkenning 2010-2040. Visies op de ontwikkeling van natuur en landschap. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Puijenbroek, P.J.T.M. en J. Clement, 2010. Basiskaart Aquatisch: de Watertypenkaart. Het oppervlaktewater in de Top10NL geclassificeerd naar watertype. 36p.
- Renaud, L, L Bonten en F. van der Bolt, 2012. Actualisatie Landelijke EmissieRegistratie 2011. Uiten en afspoeling nutriënten en zware metalen uit het landelijk gebied. Alterra-rapport 2329, Wageningen.
- Ministerie LNV, 2006. Kentallen Waardering Natuur, Water, Bodem en Landschap. Hulpmiddel bij MKBA's. Eerste editie. Red. Ruigrok E.C.M., A.J. Smale, R. Zijlstra, R. Abma, R.F.A. Berkers, A.A. Németh, N. Asselman, P.P. de Kluiver, D. de Groot, U. Kirchholtes, P.G. Todd, E. Buter, P.J.G.J. Hellegers en F.A. Rosenberg. 261p. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.
- NBTC-NIPO Research, 2011. Continu Vrije Tijds Onderzoek 2010-2011. Leidschendam/Amsterdam.
- Oosterbaan, A., A.E.G. Tonneijk, E.A. de Vries, 2006. Kleine landschapselementen als invangers van fijn stof en ammoniak. Alterra-rapport 1419.
- Oosterbaan, A. en M. Kiers, 2011. Landelijke kaart "potentiële fijnstofinval door groene vegetaties". In: Melman en Van der Heide (2011).
- Ottens, H.F.L. & H.J.P. Timmermans, 2004. AVANAR; Afstemming Vraag en Aanbod Natuur als Recreatieruimte. Auditverslag. Werkdocument Natuurplanbureau: 2004/05.
- Roos-Klein Lankhorst, J., S. de Vries, A.E. Buijs, M.H.I. Bloemmen & C. Schuiling, 2005. BelevingsGIS versie 2; waardering van het Nederlandse landschap door de bevolking op kaart. Rapport 1138. Alterra, Wageningen.
- Scheper, J., D. Kleijn en M. Reemer, 2011. De relevantie van wilde bijen voor de bestuiving van landbouwgewassen. *De Levende Natuur* 112(3): 124-125.
- Schipper, P.C. en H.N. Siebel, (red.), 2008. Index Natuur en Landschap conceptversie 14 nov 2008. Onderdeel Natuurbeheer, versie 0.2. Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, De Landschappen, Unie van Bosgroepen, Federatie Particulier Grondbezit, Dienst vastgoed Defensie
- Schippers, P, H. Van de Weerd, J. de Klein, B. de Jong en M. Scheffer, 2006. Impacts of agricultural phosphorus use in catchments on shallow lake water quality: about buffers, time delays and equilibria. *Science of the total environment* 369(2006) 280-294.
- Smit, R.; Klein, J.J.M. de; Walvoort, D.J.J., 2006. Versterking van het zelfreinigend vermogen van oppervlaktewateren. Alterra-rapport 1403
- Snoo, de, G.R. en A.G.E. Manhoudt, 2002. Boerenlandschap: landschapselementen op akkerbouwbedrijven in Nederland. *Landschap* 19: 246-249.
- Sousa AI, Lillebø AI, Risgaard-Petersen N, Pardal MA, Caçador I (2012) Denitrification: an ecosystem service provided by salt marshes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 448:79-92.

- Tangelder, Marijn en Tom Ysebaert, 2012. Alternatieve waterkeringen. Een verkenning naar nieuwe concepten voor kustverdediging in het kader van beleid ondersteuning Programmabureau Zuidwestelijke Delta. Imares, Wageningen, rapport C069/12. 51p.
- Tonkes, M., 2006. Handleiding sanering waterbodems. AKWA rapport 05.006. 63 blz.
- UNEP-IETC, 1999. Planning and Management of Lakes and Reservoirs: An Integrated Approach to Eutrophication.
- Velthof, G.L., C.L. van Beek, F. Brouwer, S.L.G.E. Burgers, B. Fraters, P. Groenendijk, M.J.D. Hackten Broeke, A.J. van Kekem, H.P. Oosterom, O.F. Schoumans, F. de Vries, W.J. Willems, K.B., 2004. Denitrificatie in de zone tussen bouwvoor en het bovenste grondwater in zandgronden. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 730.1. 92 blz.
- Veraart, A.J., 2012. Denitrification in ditches, streams and shallow lakes. Dissertation Wageningen UR: 208 p.
- Vries, F. de. J.P. Lesschen, J. van den Akker, A.M.R. Petrescu, J. van Huissteden, I. van den Wyngaert, 2009a., Bodemgerelateerde emissie van broeikasgassen in Drenthe; de huidige situatie. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1859.
- Vries, S. de, J. Maas, H. Kramer, 2009b. Effecten van nabije natuur op gezondheid en welzijn. Mogelijke mechanismen achter de relatie tussen groen in de woonomgeving en gezondheid. WOT-rapport 91. WOT Natuur & Milieu - Wageningen UR, Wageningen.
- Vries, S. de, M.R. Hoogerwerf & W.J. de Regt, 2004. AVANAR: een ruimtelijk model voor het berekenen van vraag-aanbodverhoudingen voor recreatieve activiteiten. Alterra rapport 1094. Alterra Wageningen UR, Wageningen.
- 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. Rapport 718, Reeks Belevingsonderzoek nr. 7. Alterra, Wageningen.
- Wesselink, L.G., J. Notenboom en A. Tiktak, 2006. De consequenties van de Europese bodemrichtlijn voor het Nederlandse beleid. MNP report 500094002. 29 p. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Wingerden, W.K.R.E. van, C.J.H. Booij, L. Moraal, J. Elderson, F.J.J.A. Bianchi, E. den Belder, H.A.M. Meeuwse, 2004. Groen en Groente. Alterra-rapport 825.
- Woestenburg, M., 2009. Waarheen met het veen? Kennis voor keuzes in het westelijk veenweidegebied. Uitgeverij Landwerk.
- Wolters, H.A., M. Platteew en M.M. Schoor (red.), 2001. Richtlijnen voor inrichting en beheer van uiterwaarden. Ecologie en veiligheid gecombineerd. Riza-rapport 2001.059.
- Wulp, N.Y. van der, 2008. Belevingswaardenmonitor Nota Ruimte 2006; Nulmeting Landschap naar Gebieden. WOT-rapport 75. WOT Natuur & Milieu - Wageningen UR, Wageningen.
- ZKA Consultants and Planners, 2006. Paardensportonderzoek 2006, profiel, gedrag en behoeften Nederlandse paardensporters. Ermelo: KNHS.
- Zwart, K.B., 2003. Denitrificatie in de bouwvoor en de ondergrond. Resultaten van metingen in 13 profielen tot 2 m diep. Alterra rapport 724, Alterra, Wageningen.
- Zwart, 2004. Denitrificatie in de zone tussen de bouwvoor en het bovenste grondwater in zandgronden. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 730.1. 92 blz.

Bijlage 1 Verdeling natuur binnen samengestelde beheertypen

Indicatie van procentuele oppervlakteverdeling van natuur binnen de samengestelde beheertypen

Grootschalige beheertypen IndexNL		Natuurtypen	Percentage
N01.01	Wad en zee (excl. Noordzee)	Open water	35
		Wadden	65
N01.02	Duin- en kwelderlandschap	Stromend water	1
		Stilstaand water	11
		Moeras	9
		Grasland	25
		Heide en hoogveen	7
		Pionier-gemeenschappen	20
		Struweel	13
		Opgaand bos	8
		Kwelder/schor	6
N01.03	Rivier- en moeraslandschap	Stromend water	4
		Stilstaand water	21
		Moeras	12
		Grasland	20
		Pionier	1
		Struweel	11
		Bos	31
N01.04	Zand- en kalklandschap	Stromend water	6
		Stilstaand water	11
		Moeras	3
		Grasland	13
		Heide en hoogveen	13
		Pionier-gemeenschappen	1
		Struweel en beheerde bossen	7
		Opgaand bos	46
Kleinschalige beheertypen IndexNL		Natuurtypen	Percentage
N05.01	Moeras	Open water	20
		Riet/ruigte/struweel	80
N06.03	Hoogveen	Open water	10
		Heide en hoogveen	90
N06.04	Vochtige heide	Heide	40
		Dwergstruiken/pijpenstrootje	60
N07.01	Droge heide	Open zand	10
		Heide	90
N07.02	Zandverstuiving	Open zand	50
		Heide/grasachtige vegetatie	50
N08.01	Strand en embryonaal duin	Open zand	50
		Heide/grasachtige vegetatie	50
N08.02	Open duin	Gras	80
		Open zand	20
N08.03	Vochtige duinvallei	Open water	50
		Struweel/dwergstruiken	50
N08.04	Duinheide	Open zand	50
		Heide/grasachtige vegetatie	50
N17.04	Eendenkooi	Open water	50
		Bos	50

Bijlage 2 Areaal ecosystemen

Ecosystemen, oppervlak (grotendeels binnen EHS) en verwachte ontwikkeling; +/- = min of meer stabiel; + = lichte toename; ++ = sterke toename (op basis van indicator 0004: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)

Ecosysteem	Toelichting	Oppervlakte	
		Huidig (x 1000 ha)	Verwachte ontwikkeling
Noordzee, Waddenzee, Zeeuwse Delta	De Noordzee is een relatief ondiepe randzee met een oppervlakte van circa 572.000 km ² . Hiervan neemt het Nederlands Continentaal Plat (NCP) met een oppervlakte van ruim 57.000 km ² 10% in beslag. Het is daarmee het grootste ecosysteem van Nederland. De Waddenzee bestaat uit een complex van diepe geulen en ondiep water met zand- en slibbanken waarvan grote delen bij eb droog vallen. De Waddenzee beslaat ca. 270.000 ha. De Zeeuwse Delta heeft met de Westerschelde, Oosterschelde, Veerse meer en de Grevelingen een aantal zoute tot brakke wateren met een gezamenlijk oppervlak van ca. 100.000 hectare. Door het kierbesluit kan het aandeel brakke wateren enigszins toenemen.	>6000	+/-
Bos	Het landoppervlak van Nederland bestaat voor ca. 10% uit bos. Het meeste bos maakt deel uit van de EHS en is vooral te vinden op de hogere zandgronden met grote boscomplexen op de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug en in Noord-Brabant. De groei van het bosoppervlak gaat in alle provincies nog steeds door.	360	+
Grote zoete meren	Het IJsselmeergebied met IJsselmeer, Markermeer, IJmeer en randmeren beslaat ca. 195.000 ha. Voorts ligt in Zuid-west-Nederland met het Haringvliet, Hollands Diep en Volkerak nog ca. 20.000 ha. Door het kierbesluit kan het aandeel grote zoete meren enigszins afnemen.	>215	+/-
Agrarisch en sloot	Volgens vigerend beleid dient in 2018 een areaal van 117.106 ha onder agrarisch natuurbeheer te vallen, waarvan 97.106 ha binnen de EHS en 20.000 daarbuiten. Eind 2009 was echter op slechts 53.759 ha een beheerregeling agrarisch natuurbeheer afgesloten. Nederland heeft voorts 330.000 km aan sloten, vooral in het lage deel van Nederland. In veengebieden bestaat 10 tot 20% van het gebied uit sloten.	54	++
Moeras en plas	Rond 1990 was er ca. 47.000 ha moeras. Het meeste moeras betreft laagveenmoerassen (o.a. Wieden en Weerribben) en moeras in het zeekleigebied (o.a. Biesbosch). Rond 1990 was er ook nog ca. 5.200 ha hoogveenmoeras (o.a. Fochteloerveen), waarvan slechts in ca. 15 ha nog veenvorming plaatsvindt.	52	+/-
Heide, stuifzand	In 1990 bedroeg het areaal heide ca. 36.000 ha (excl. hoogveen en stuifzanden), vooral op de hogere zandgronden. Dit is min of	37	+/-

Ecosysteem	Toelichting	Oppervlakte	
		Huidig (x 1000 ha)	Verwachte ontwikkeling
en ven	meer stabiel al komen daar met de transversie van bos naar heide/stuifzand hier en daar hectares bij. Nederland heeft met slechts ca. 1100 ha nog altijd het grootste areaal stuifzand van Europa, maar dit areaal slinkt nog steeds.		
Open duin	Rond 1990 bedroeg het areaal duin en strand samen ongeveer 43.870 ha, waarvan zo'n 30.000 ha open duin en 9000 ha duinbos. De laatste jaren verandert het areaal vrijwel niet meer al zal er met de ontwikkelingen in de 2 ^e Maasvlakte, de zandmotor (building with nature) en de aangroeiende zandplaten in de Waddenzee lokaal van enige groei sprake zijn.	30	+
Rivier, beek en oevers	Nederland heeft ca. 650 km aan grote rivieren en 6200 km aan beken. De beken bevinden zich vooral in het hoger gelegen oosten en zuidoosten van het land. Het beleid beoogt vergroting van de oppervlakte en kwaliteit van natte natuur in en langs de grote rivieren. Inmiddels hebben provincies 14.670 hectare begrensd als onderdeel van de EHS. Eind 2002 was hiervan nog slechts 1765 ha (12%) gerealiseerd, dat wil zeggen zowel verworven als ingericht. Ook was er eind 2002 in de uiterwaarden al 4735 ha (32%) voor nieuwe natuur in de uiterwaarden verworven (incl. 450 hectare aan ruilgronden elders). In navolging van de Kader Richtlijn Water verrichten de Waterschappen veel werk aan de herinrichting van beken. De natuurontwikkeling- en inundatiezones langs de beek zijn doorgaans echter van geringe omvang.	6	++

Bijlage 3 Kentallen ecosysteemdiensten per beheertype IndexNL

Kentallen, kwalitatief en kwantitatief, voor de door de beheertypen geleverde ecosysteemdiensten.

IndexNL		Potentie als Waterkering	Watervasthoudend Vermogen (exclusief berging)	Zuivering Oppervlaktewater		CO ₂		Potentie Plaag-Bestrijding & bestuiving	Luchtzuivering (afvang fijnstof)
				Nitraat	Fosfaat	Vastlegging	Evt. Afgifte		
Code	Beheertypen		m ³ /ha	kg N ha/jaar	kg P ha/jaar	ton C ha/jaar	ton C ha/jaar		Kg/ha/jr
N00	Nog om te vormen naar natuur								
N00.01	Nog om te vormen naar natuur	?	?	?	?	-	-	?	?
N01	Grootschalige, dynamische natuur								
N01.01	Zee en wad	Vrij groot	n.v.t.	365	0	-	-	Klein	-
N01.02	Duin- en kwelderlandschap	Zeer groot	221	115	0	0.1	-	Klein	40
N01.03	Rivier- en moeraslandschap	Groot	417	191	0	0.5	-	Klein	33
N01.04	Zand- en kalklandschap	Matig	593	105	0	0.8	-	Klein	65
N02	Rivieren								
N02.01	Rivier	Matig	0	365	0	-	-	Klein	-
N03	Beken en bronnen								
N03.01	Beek en bron	Niet of nauwelijks	0	365	0	-	-	Klein	-
N04	Stilstaande wateren								
N04.01	Kranswierwater	Matig	760	500	0	-	-	Klein	-
N04.02	Zoete plas	Matig	760	1000	0	-	-	Klein	-
N04.03	Brak water	Matig	n.v.t.	365	0	-	-	Klein	-
N04.04	Afgesloten zeearm	Matig	760	365	0	-	-	Klein	-
N05	Moerassen								

IndexNL		Potentie als Waterkering	Watervasthoudend Vermogen (exclusief berging)	Zuivering Oppervlaktewater		CO ₂		Potentie Plaag-Bestrijding & bestuiving	Luchtzuivering (afvang fijnstof)
				Nitraat	Fosfaat	Vastlegging	Evt. Afgifte		
Code	Beheertypen		m ³ /ha	kg N ha/jaar	kg P ha/jaar	ton C ha/jaar	ton C ha/jaar		Kg/ha/jr
N05.01	Moeras	Groot	760	1000	0	0.2-2	-1.3	Matig	40
N05.02	Gemaaid rietland	Groot	760	1175	20	0.4-3.6	-3.8	Matig	50
N06	Voedselarme venen en vochtige heide								
N06.01	Veenmosrietland en moerasheide	Niet of nauwelijks	760	500	0	0.4-4	-4.2	Matig	43
N06.02	Trilveen	Niet of nauwelijks	760	500	0	0.4-4	-4.2	Matig	36
N06.03	Hoogveen	Niet of nauwelijks	760	500	0	0.4-4	-4.2	Matig	36
N06.04	Vochtige heide	Niet of nauwelijks	50	500	0	-	-	Matig	36
N06.05	Zwakgebufferd ven	Niet of nauwelijks	760	500	0	-	-	Matig	-
N06.06	Zuur ven of hoogveenven	Niet of nauwelijks	760	500	0	-	-	Matig	-
N07	Droge heiden								
N07.01	Droge heide	Niet of nauwelijks	45	61	2	-	-	Matig	33
N07.02	Zandverstuiving	Niet of nauwelijks	25	3	0	-	-	Matig	18
N08	Open duinen								
N08.01	Strand en embryonaal duin	Groot	n.v.t.	3	0	-	-	Niet	-
N08.02	Open duin	Groot	40	4	0	-	-	Niet	29
N08.03	Vochtige duinvallei	Groot	405	260	0	-	-	Niet	25
N08.04	Duinheide	Groot	25	3	0	-	-	Niet	18
N09	Schorren of kwelders								
N09.01	Schor of kwelder	Groot	n.v.t.	107	0	-	-	Niet	7
N10	Vochtige schraalgraslanden								
N10.01	Nat schraalland	Matig	50	45	1.3	0.3-3	-3.2	Matig	18
N10.02	Vochtig hooiland	Matig	50	45	1.3	0.1-1	-1.1	Matig	18

IndexNL		Potentie als Waterkering	Watervasthoudend Vermogen (exclusief berging)	Zuivering Oppervlaktewater		CO ₂		Potentie Plaag-Bestrijding & bestuiving	Luchtzuivering (afvang fijnstof)
				Nitraat	Fosfaat	Vastlegging	Evt. Afgifte		
Code	Beheertypen		m ³ /ha	kg N ha/jaar	kg P ha/jaar	ton C ha/jaar	ton C ha/jaar		Kg/ha/jr
N11 Droge schraalgraslanden									
N11.01	Droog schraalgrasland	Matig	50	45	1.3	-	-	Matig	18
N12 Rijke graslanden en akkers									
N12.01	Bloemdijk	Niet of nauwelijks	50	45	1.3	-	-	Groot	36
N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland	Niet of nauwelijks	50	45	1.3	-	-	Groot	36
N12.03	Glanshaverhooiland	Niet of nauwelijks	50	45	1.3	-	-	Groot	36
N12.04	Zilt- en overstromingsgrasland	Vrij groot	50	15	0	-	-	Groot	36
N12.05	Kruiden- en faunarijke akker	Niet of nauwelijks	50	45	1.3	-	-	Groot	12
N12.06	Ruigteveld	Vrij groot	50	15	0	-	-	Groot	50
N13 Vogelgraslanden									
N13.01	Vochtig weidevogelgrasland	Niet of nauwelijks	50	60	1.3	0.1-1.2	-1.3	Matig	36
N13.02	Wintergastenweide	Niet of nauwelijks	50	60	1.3	-	-	Matig	36
N14 Vochtige bossen									
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	Vrij groot	760	365	0	1.5	-	Groot	73
N14.02	Hoog- en laagveenbos	Vrij groot	760	365	0	1.4	-	Groot	73
N14.03	Haagbeuken- en essenbos	Vrij groot	760	55	4	1.6	-	Groot	73
N15 Droge bossen									
N15.01	Duinbos	Matig	760	20	4	1.4	-	Groot	73
N15.02	Dennen-, eiken- en beukenbos	Niet of nauwelijks	760	53	4	1.4	-	Groot	100
N16 Bossen met productiefunctie									
N16.01	Droog bos met productie	Niet of nauwelijks	760	156	15	0.9	-	Groot	100
N16.02	Vochtig bos met productie	Niet of nauwelijks	760	195	20	1	-	Groot	73

IndexNL		Potentie als Waterkering	Watervasthoudend Vermogen (exclusief berging)	Zuivering Oppervlaktewater		CO ₂		Potentie Plaag-Bestrijding & bestuiving	Luchtzuivering (afvang fijnstof)
				Nitraat	Fosfaat	Vastlegging	Evt. Afgifte		
Code	Beheertypen		m ³ /ha	kg N ha/jaar	kg P ha/jaar	ton C ha/jaar	ton C ha/jaar		Kg/ha/jr
N17	Cultuurhistorische bossen								
N17.01	Vochtig hakhout en middenbos	Vrij groot	760	195	20	-	-	Groot	73
N17.02	Drooghakhout	Vrij groot	760	195	20	-	-	Groot	73
N17.03	Park- en stinzenbos	Niet of nauwelijks	760	20	0	-	-	Groot	73
N17.04	Eendenkooi	Niet of nauwelijks	760	528	2	0.7	-	Groot	36
L	Landschapselementen								
L01	Groen-blauwe landschapselementen								
L01.01	Poel en klein historisch water	Niet of nauwelijks	760	1000	0	-	-	Matig	-
L01.02	Houtwal en houtsingel	Niet of nauwelijks	760	195	20	0.7	-	Groot	73
L01.03	Elzensingel	Niet of nauwelijks	760	195	20	0.7	-	Groot	73
L01.04	Bossingel en bosje	Niet of nauwelijks	760	195	20	0.7	-	Groot	73
L01.05	Knip- of scheerheg	Niet of nauwelijks	50	195	20	0.7	-	Matig	73
L01.06	Struweelhaag	Niet of nauwelijks	50	20	0	0.7	-	Groot	73
L01.07	Laan	Niet of nauwelijks	50	20	0	0.7	-	Matig	73
L01.08	Knotboom	Niet of nauwelijks	50	195	20	0.7	-	Groot	73
L01.09	Hoogstamboomgaard	Niet of nauwelijks	50	20	0	0.7	-	Groot	73
L01.10	Struweelrand	Niet of nauwelijks	50	20	20	0.7	-	Groot	73
L01.11	Hakhoutbosje	Niet of nauwelijks	760	20	20	0.7	-	Groot	73
L01.12	Griendje	Niet of nauwelijks	760	365	20	0.7	-	Groot	73
L01.13	Bomenrij en solitaire boom	Niet of nauwelijks	50	20	0	0.7	-	Matig	73
L01.14	Rietzoom en klein rietperceel	Niet of nauwelijks	50	1175	20	-	-	Matig	50
L01.15	Natuurvriendelijke oever	Niet of nauwelijks	50	1175	20	-	-	Groot	43

IndexNL		Potentie als Waterkering	Watervasthoudend Vermogen (exclusief berging)	Zuivering Oppervlaktewater		CO ₂		Potentie Plaag-Bestrijding & bestuiving	Luchtzuivering (afvang fijnstof)
				Nitraat	Fosfaat	Vastlegging	Evt. Afgifte		
Code	Beheertypen		m ³ /ha	kg N ha/jaar	kg P ha/jaar	ton C ha/jaar	ton C ha/jaar		Kg/ha/jr
L02 Historische gebouwen en omgeving									
L02.01	Fortterrein	Niet of nauwelijks	760	20	0	-	-	Matig	-
L02.02	Historisch bouwwerk en erf	Niet of nauwelijks	n.v.t.	0	0	-	-	-	-
L02.03	Historische tuin	Niet of nauwelijks	50	10	0	-	-	Matig	-
L03 Aardwerken									
L03.01	Aardwerk en groeve	Niet of nauwelijks	n.v.t.	0	0	-	-	-	-
L04 Recreatieve Landschapselementen									
L04.01	Wandelpad over boerenland	Niet of nauwelijks	n.v.t.	0	0	-	-	-	-
A01 Agrarische faunagebieden									
A01.01	Weidevogelgebied	Niet of nauwelijks	50	60	1.3	0.1-1.2	-1.3	Groot	36
A01.02	Akkerfaunagebied	Niet of nauwelijks	50	60	1.3	-	-	Groot	12
A01.03	Ganzenfoerageergebied	Niet of nauwelijks	50	60	1.3	-	-	Groot	36
A02 Agrarische floragebieden									
A02.01	Botanisch waardevol grasland	Niet of nauwelijks	50	60	1.3	-	-	Groot	36
A02.02	Botanisch waardevol akkerland	Niet of nauwelijks	50	60	1.3	-	-	Groot	12

Bijlage 4 Berekeningen voor samengestelde beheertypen

Vasthouden

Samengestelde beheertypen IndexNL	Natuurtypen	Vasthouden m ³ /ha/jaar		Totaal m ³ /ha/jaar
N01.01 Wad en zee (excl. Noordzee)	Open water Wadden	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
N01.02 Duin- en kwelderlandschap	Stromende wateren Stilstaande wateren Moerassen Graslanden Heide en hoogveen Pionier-gemeenschappen Struwelen Opgaande bossen Kwelders	0.01 x 0 = 0.11 x 760 = 0.09 x 50 = 0.25 x 50 = 0.07 x 760 = 0.20 x 0 = 0.13 x 50 = 0.08 x 760 = n.v.t.	0 83.6 4.5 12.5 53.2 0 6.5 60.8 n.v.t.	221
N01.03 Rivier- en moeraslandschap	Stromend water Stilstaand water Moeras Grasland Pionier Struweel Bos	0.04 x 0 = 0.21 x 760 = 0.12 x 50 = 0.20 x 50 = 0.01 x 50 = 0.11 x 50 = 0.31 x 760 =	0 159.6 6 10 0.5 5.5 235.6	417
N01.04 Zand- en kalklandschap	Stromende wateren Stilstaande wateren Moeras Graslanden Heide en hoogveen Pioniergemeenschappen Struweel en beheerde bossen Opgaande bossen	0.06 x 0 = 0.11 x 760 = 0.03 x 50 = 0.13 x 50 = 0.13 x 760 = 0.01 x 0 = 0.07 x 760 = 0.46 x 760 =	0 83.6 1.5 6.5 98.8 0 53.2 349.6	593
N05.01 Moeras	Open water Riet/ruigte/struweel	0.2 x 760 = 0.8 x 760 =	152 608	760
N06.03 Hoogveen	Open water Heide en hoogveen	0.1 x 760 = 0.9 x 760 =	76 684	760
N06.04 Vochtige heide	Heide Dwergstruiken/pijpenstrootje	0.4 x 50 = 0.6 x 50 =	20 30	50
N07.01 Droge heide	Open zand Heide	0.1 x 0 = 0.9 x 50 =	0 45	45
N07.02 Zandverstuiving	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	0.5 x 0 = 0.5 x 50 =	0 25	25
N08.01 Strand en embryonaal duin	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
N08.02 Open duin	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	0.2 x 0 = 0.8 x 50 =	0 40	40
N08.03	Open water	0.5 x 760 =	380	405

Samengestelde beheertypen IndexNL	Natuurtypen	Vasthouden m ³ /ha/jaar		Totaal m ³ /ha/jaar
Vochtige duinvallei	Struweel/dwergstruiken	0.5 x 50 =	25	
N08.04 Duinheide	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	0.5 x 0 = 0.5 x 50 =	0 25	25
N16.01 Droog bos met productiefunctie	Loofbos Naaldbos	0.5 x 760 = 0.5 x 760 =	380 380	760
N17.04 Eendenkooi	Open water Bos	0.5 x 760 = 0.5 x 760 =	380 380	760

N-opname en afvoer

Samengestelde beheertypen IndexNL	Natuurtypen	N-afvoer Kg/ha/jaar		Totaal N-afvoer kg /ha/jaar
N07.01 Droge heide	Open zand Heide	0.1 x 0 = 0.9 x 62 =	0 55.8	56
N16.01 Droog bos met productiefunctie	Loofbos Naaldbos	0.5 x 175 = 0.5 x 100 =	87.5 50	138
N17.04 Eendenkooi	Open water Bos	0.5 x 0 = 0.5 x 175 x 0.20 =	0 17.5	18

P-opname en afvoer

Samengestelde beheertypen IndexNL	Natuurtypen	P-afvoer Kg/ha/jaar		Totaal P-afvoer kg /ha/jaar
N07.01 Droge heide	Open zand Heide	0.1 x 0 = 0.9 x 2 =	0 1.8	2
N16.01 Droog bos met productiefunctie	Loofbos Naaldbos	0.5 x 20 = 0.5 x 10 =	10 5	15
N17.04 Eendenkooi	Open water Bos	0.5 x 0 = 0.5 x 20 x 0.20 =	0 2	2

Denitrificatie

Samengestelde beheertypen IndexNL	Natuurtypen	Nitraatzuivering Kg/ha/jaar		Totaal Nitraatzuivering kg /ha/jaar
N01.01 Wad en zee (excl. Noordzee)	Open water Wadden	0.35 x 365 = 0.65 x 365 =	128 237	365
N01.02 Duin- en kwelderlandschap	Stromende wateren Stilstaande wateren Moerassen Graslanden Heide	0.01 x 365 = 0.11 x 500 = 0.09 x 500 = 0.25 x 10 = 0.07 x 5 =	1.8 55 45 2.5 0.4	115

Samengestelde beheertypen IndexNL	Natuurtypen	Nitraatzuivering Kg/ha/jaar		Totaal Nitraatzuivering kg /ha/jaar
	Pionier-gemeenschappen Struwelen Opgaande bossen Kwelders	0.20 x 0 = 0.13 x 20 = 0.08 x 20 = 0.06 x 107 =	0 2.6 1.6 6.4	
N01.03 Rivier- en moeraslandschap	Stromend water Stilstaand water Moeras Grasland Pionier Struweel Bos	0.04 x 365 = 0.21 x 500 = 0.12 x 500 = 0.20 x 15 = 0.01 x 0 = 0.11 x 20 = 0.31 x 20 =	14.6 105 60 3 0 2.2 6.2	191
N01.04 Zand- en kalklandschap	Stromende wateren Stilstaande wateren Moeras Graslanden Heide Pioniergemeenschappen Struweel en beheerde bossen Opgaande bossen	0.06 x 365 = 0.11 x 500 = 0.03 x 500 = 0.13 x 15 = 0.13 x 5 = 0.01 x 0 = 0.07 x 20 = 0.46 x 20 =	21.9 55 15 2 0.7 0 1.4 9.2	105
N05.01 Moeras	Open water Riet/ruigte/struweel	0.2 x 1000 = 0.8 x 1000 =	200 800	1000
N06.03 Hoogveen	Open water Heide en hoogveen	0.1 x 500 = 0.9 x 500 =	50 450	500
N06.04 Vochtige heide	Vochtige heide Dwergstruiken/pijpenstrootje	0.4 x 500 = 0.6 x 500 =	200 300	500
N07.01 Droge heide	Open zand Heide	0.1 x 0 = 0.9 x 5 =	0 4.5	5
N07.02 Zandverstuiving	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	0.5 x 0 = 0.5 x 5 =	0 2.5	3
N08.01 Strand en embryonaal duin	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	0.5 x 0 = 0.5 x 5 =	0 2.5	3
N08.02 Open duin	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	0.2 x 0 = 0.8 x 5 =	0 4	4
N08.03 Vochtige duinvallei	Open water Struweel/dwergstruiken	0.5 x 500 = 0.5 x 20 =	250 10	260
N08.04 Duinheide	Open zand Heide/grasachtige vegetatie	0.5 x 0 = 0.5 x 5 =	0 2.5	3
N16.01 Droog bos met productiefunctie	Loofbos Naaldbos	0.5 x 20 = 0.5 x 15 =	10 7.5	18
N17.04 Eendenkooi	Open water Bos	0.5 x 1000 = 0.5 x 20 =	500 10	510

Bijlage 5 Vertaaltabel Index Natuur en landschap

**Vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer,
versie 03 - 11 februari 2009**

Index Natuur en Landschap versie 0.3 11 feb 2009

Bijlage 1 vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer

Natuurtypen												
bt	Beheertypen	vnr	btcode	beheertypenaam	sdt	Subdoeltypen SBB	nnt	Natuurtypen NM	Ndt	Natuurdoeltypen	PB	Programma Beheer
N	Natuur	0										
N00	Nog om te vormen naar natuur	1										
	<i>N00.01 Nog om te vormen naar natuur</i>	2	<i>N00.00</i>	<i>Nog om te vormen naar natuur</i>	19.02	Overige korte vegetaties	Ak1	Akker (Algemeen)				
		3	<i>N00.00</i>	<i>Nog om te vormen naar natuur</i>	09.06	Overig bloemrijk grasland	Gr1	grasland (algemeen)				
		4	<i>N00.00</i>	<i>Nog om te vormen naar natuur</i>	17.01	Overig water	Wa1	Water (algemeen)				
		5										
N01	Grootschalige, dynamische natuur	6										
	<i>N01.01 Zee en wad</i>	7	<i>N01.01</i>	<i>Zee en wad</i>	01.02	Zee	Gn1/2		1.6	Open zee	21 A/B	Natuurlijke eenheid
		8	<i>N01.01</i>	<i>Zee en wad</i>					1.4	Nagenoeg-natuurlijk estuarium		
		9	<i>N01.01</i>	<i>Zee en wad</i>					2.16	Begeleid natuurlijk estuarium		
		10	<i>N01.01</i>	<i>Zee en wad</i>				Kw2	3.12	Brak getijdewater		
		11	<i>N01.01</i>	<i>Zee en wad</i>					1.5	Nagenoeg-natuurlijk zout getijdenlandschap		
		12	<i>N01.01</i>	<i>Zee en wad</i>					2.17	Begeleid-natuurlijk zout getijdenlandschap		
		13										
	<i>N01.02 Duin- en kwelderlandschap</i>	14	<i>N01.02</i>	<i>Duin- en kwelderlandschap</i>	02.07	Dynamisch duinlandschap	Gn1/2	Grootschalige natuur	1.3	Nagenoeg natuurlijk duinlandschap	21 A/B	Natuurlijke eenheid
		15	<i>N01.02</i>	<i>Duin- en kwelderlandschap</i>	01.03	Stuivend duin			2.12	Begeleid-natuurlijk duinlandschap		
		16	<i>N01.02</i>	<i>Duin- en kwelderlandschap</i>	01.01	Kwelder			3.40	Kwelder, slufteer en groen strand		
		17										
	<i>N01.03 Rivier- en moeraslandschap</i>	18	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>	02.09	Elzenwoud	Gn1/2	Grootschalige natuur	2.6	Veenmoeras	21 A/B	Natuurlijke eenheid
		19	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>	02.03	Moeras			2.7	Laagveenlandschap		
		20	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>					2.8	Zoet klei-oermoeras		
		21	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>					2.9	Brak klei-oermoeras		
		22	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>					2.4	Laag-dynamisch rivierenlandschap		
		23	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>	02.06	Rivierboslandschap			2.5	Hoog-dynamisch rivierenlandschap		
		24	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>					2.10	Zoetwatergetijdenlandschap		
		25	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>					2.13	Oeverlandgemeenschap van afgesloten zeearmen		
		26	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>					2.11	Kleiboslandschap		
		27	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>	02.05	Iepen-Essenwoud						
		28	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>	12.01	Complex van oobos, pionier- en watervegetaties in uiterwaarden						
		29	<i>N01.03</i>	<i>Rivier- en moeraslandschap</i>	12.02	Complex van bos, rietuigten, gras en water op laagveen en klei						
		30										
	<i>N01.04 Zand- en kalklandschap</i>	31	<i>N01.04</i>	<i>Zand- en kalklandschap</i>	02.02	Beekboslandschap	Gn1/2	Grootschalige natuur	1.2	Nagenoeg-natuurlijk zand- en beekdallandschap	21 A/B	Natuurlijke eenheid
		32	<i>N01.04</i>	<i>Zand- en kalklandschap</i>					1.1	Hoogveenlandschap		
		33	<i>N01.04</i>	<i>Zand- en kalklandschap</i>	02.08	Eiken-Beukenwoud			2.1	Heuvellandschap		
		34	<i>N01.04</i>	<i>Zand- en kalklandschap</i>					2.2	Begeleid-natuurlijk zandlandschap		
		35	<i>N01.04</i>	<i>Zand- en kalklandschap</i>	12.05	Complex van bos, ruigten en water op zandgronden			2.3	Begeleid-natuurlijk beekdallandschap		

Index Natuur en Landschap versie 0.3 11 feb 2009

Bijlage 1 vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer

Natuurtypen													
bt	Beheertypen	vnr	btcode	beheertypenaam	sdt	Subdoeltypen SBB	nnt	Natuurtypen NM	Ndt	Natuurdoeltypen	PB	Programma Beheer	
N05.02	Gemaaid rietland	78	N05.02	Gemaaid rietland	14.01	Rietcultuur	Mo2	Gemaaid rietland	3.24	Moeras	14	Rietcultuur	
		79	N05.02	Gemaaid rietland			Le13	Rietzoom			55	Rietzoom en klein rietperceel	
N06 Voedselarme venen en vochtige heide		80											
N06.01	Veenmosrietland en moerasheide	81											
		82	N06.01	Veenmosrietland en moerasheide	08.01	Veenmosrietlanden en trilvenen	Mo5	Veenmosrietland	3.28	Veenmosrietland	27	Veenmosrietland en moerasheide	
83	N06.01	Veenmosrietland en moerasheide		Mo6		Moerasheide	3.42c	Moerasheide					
N06.02	Trilveen	84											
		85	N06.02	Trilveen	08.01	Veenmosrietlanden en trilvenen	Mo4	Trilveen	3.27	Trilveen	25	Trilveen	
N06.03	Hoogveen	86											
		87	N06.03	Hoogveen	05.02	Hoogveen	Ho2	Levend hoogveen (incl. Hoogveenvenen)	3.44	Levend hoogveen	33	Levend hoogveen	
88	N06.03	Hoogveen	06.05	Heide met struweel en bos		Ho1	Hoogveen (algemeen)	18			Hoogveen		
N06.04	Vochtige heide	89											
		90	N06.04	Vochtige heide	05.04	Natte heide	He2	Natte heide	3.42a/ b	Natte heide	31	Soortenrijke heide	
		91	N06.04	Vochtige heide		06.05	Heide met struweel en bos					16	Heide
92	N06.04	Vochtige heide	06.06	Overige heiden		He1	Heide (algemeen)						
N06.05	Zwakgebufferd ven	93											
		94	N06.05	Zwakgebufferd ven	11.02	Vennen en plassen op zand, zwak gebufferd	Wa4	Zwak gebufferd water	3.22	Zwak gebufferd ven	23	Soortenrijk ven	
95	N06.05	Zwakgebufferd ven	17.01	Overig water		Wa1	Water (algemeen)	4(22)					afgeleide natuurdoeltypen
N06.06	Zuur ven of hoogveenvenen	96											
		97	N06.06	Zuur ven of hoogveenvenen	05.03	Hoogveenvenen	Wa5	Zuur ven	3.23	Zuur ven	12	Plas en ven	
		98	N06.06	Zuur ven of hoogveenvenen				3.44a					Hoogveenvenen
99													
N07 Droge heiden		100											
N07.01	Droge heide	101	N07.01	Droge heide	06.03	Droge, open heide	He3	Droge heide	3.45	Droge heide	31	Soortenrijke heide	
		102	N07.01	Droge heide							16	Heide	
		103	N07.01	Droge heide		06.05	Heide met struweel en bos					3.52	Zoom, mantel en droog struweel van hogere gronden
		104	N07.01	Droge heide			06.06	Overige heiden			He1		
N07.02	Zandverstuiving	105											
		106	N07.02	Zandverstuiving	06.04	Stuifzanden	He4	Stuifzand	3.47	Zandverstuiving	30	Soortenrijk stuifzand	
107	N07.02	Zandverstuiving					3.33a	Droog struisgrasland					
N08 Open duinen		108											
N08.01	Strand en embryonaal duin	109											
		110	N08.01	Strand en embryonaal duin	01.03	Stuivend duin	Du2	Strand	3.48	Strand en stuivend duin	21A/B	Natuurlijke eenheid	
111	N08.01	Strand en embryonaal duin	06.01	Open duin									
N08.02	Open duin	112											
		113	N08.02	Open duin	06.01	Open duin	Du1	Open duin (incl. duingrasland)	3.35	Droog kalkrijk duingrasland	21A/B	Natuurlijke eenheid	
		114	N08.02	Open duin				3.34					Droog kalkarm duingrasland
		115	N08.02	Open duin				3.54a					Zoom en droge ruigte van de duinen
116	N08.02	Open duin	Bo2	Struweel (algemeen)		3.54	Doornstruweel van de duinen						

Index Natuur en Landschap versie 0.3 11 feb 2009

Bijlage 1 vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer

Natuurtypen												
bt	Beheertypen	vnr	btcode	beheertypenaam	sdt	Subdoeltypen SBB	nnt	Natuurtypen NM	Ndt	Natuurdoeltypen	PB	Programma Beheer
		117										
N08.03	Vochtige duinvallei	118	N08.03	Vochtige duinvallei	05.01	Natte duinvalleien	Du3	Natte duinvallei	3.26	Natte duinvallei	28C	Nat soortenrijk grasland
		119	N08.03	Vochtige duinvallei					3.20	Duinplas		
		120										
N08.04	Duinheide	121	N08.04	Duinheide	06.03	Droge, open heide	Du4	Duinheide	3.46	Droge duinheide	31	Soortenrijke heide
		122	N08.04	Duinheide							16	Heide
		123	N08.04	Duinheide	05.04	Natte heide			3.43	Natte duinheide		
		124										
N09	Schorren of kwelders	125										
N09.01	Schor of kwelder	126	N09.01	Schor of kwelder	01.01	Kwelder	Kw1	Kwelder en schor	3.40	Kwelder, slufteer en groen strand	15	(half)natuurlijk grasland
		127										
N10	Vochtige schraalgraslanden	128										
N10.01	Nat schraalland	129	N10.01	Nat schraalland	08.02	Natte schraallanden	Gr4	Nat schraalgrasland (incl. Blauwgrasland)	3.29	Nat schraalgrasland	28B	Nat soortenrijk grasland
		130	N10.01	Nat schraalland					3.42b	Vochtig heischraal grasland		
		131	N10.01	Nat schraalland			Gr3	Dotterbloemgrasland	3.30	Dotterbloemgraslanden van beekdalen	28A	Nat soortenrijk grasland
		132	N10.01	Nat schraalland					3.31	Dotterbloemgraslanden van veen en klei		
		133	N10.01	Nat schraalland	09.06	Overig bloemrijk grasland						
		134										
N10.02	Vochtig hooiland	135	N10.02	Vochtig hooiland	10.01	Vochtig schraal grasland	Gr3	Dotterbloemgrasland	3.31	Dotterbloemgraslanden van veen en klei	28A	Nat soortenrijk grasland
		136	N10.02	Vochtig hooiland	10.02	Veenweide						
		137	N10.02	Vochtig hooiland			Gr5	Nat uiterwaardgrasland (Kievitsbloemgrasland)	3.32b	Kievitsbloem- en pimpernelgrasland	28D	Nat soortenrijk grasland
		138	N10.02	Vochtig hooiland	09.06	Overig bloemrijk grasland						
		139							4(32)	afgeleide natuurdoeltypen		
N11	Droge schraalgraslanden	140										
N11.01	Droog schraalgrasland	141	N11.01	Droog schraalgrasland	09.03	Kalkgraslanden	Gr8	Kalkgrasland	3.36a	Kalkgrasland	29B	Droog soortenrijk grasland
		142	N11.01	Droog schraalgrasland	09.05	Droge schraallanden	Gr7	Heischraal grasland	3.33	Droog schraalgrasland van de hogere gronden	29A	Droog soortenrijk grasland
		143	N11.01	Droog schraalgrasland					3.36b	Heischraal kalkgrasland		
		144	N11.01	Droog schraalgrasland			Gr9	Stroomdalgrasland	3.39a	Stroomdalgrasland	29C	Droog soortenrijk grasland
		145	N11.01	Droog schraalgrasland					3.49	Rivierduin en-strand		
		146	N11.01	Droog schraalgrasland					3.53	Zoom, mantel en droog struweel van het irvieren- en zeeleigebied		
		147	N11.01	Droog schraalgrasland					3.37a	Zinkweide		
		148	N11.01	Droog schraalgrasland	09.06	Overig bloemrijk grasland						
		149							4(37;39)	afgeleide natuurdoeltypen		
N12	Rijke graslanden en akkers	150										
N12.01	Bloemdijk	151	N12.01	Bloemdijk	18.02	Bloemdijken	Gr10	Bloemrijk grasland (incl. Bloemdijk)	3.39b	Glanshaverhooiland van het rivieren- en zeeleigebied	29D	Droog soortenrijk grasland
		152	N12.01	Bloemdijk	20.03	Dijken						
		153										
N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland	154	N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland	09.02	Kamgrasweiden en zilverschoongraslanden	Gr2	Kruidenrijk en/of structuurrijk grasland	3.37c	Kamgrasweide van het heuvelland	15	(half)natuurlijk grasland

Index Natuur en Landschap versie 0.3 11 feb 2009

Bijlage 1 vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer

Natuurtypen																		
bt	Beheertypen	vnr	btcode	beheertypenaam	sdt	Subdoeltypen SBB	nnt	Natuurtypen NM	Ndt	Natuurdoeltypen	PB	Programma Beheer						
N12.02		155	N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland	09.06	Overig bloemrijk grasland			3.38b	Kamgrasweide van het zand- en veengebied								
		156	N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland					3.39c	Kamgrasweide van het rivieren- en zeeleigebied								
		157	N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland					3.32c	Nat, matig voedselrijk grasland								
		158	N12.02	Kruiden- en faunarijk grasland					19.02	Overige korte vegetaties								
		159							4(32;37;38)	afgeleide natuurdoeltypen								
		N12.03	Glanshaverhooiland	160	N12.03	Glanshaverhooiland			09.01	Glanshaverhooiland			Gr10	Bloemrijk grasland (incl. Bloemdijk)	3.38a	Glanshaverhooiland van het zand- en veengebied	29D	Droog soortenrijk grasland
				161	N12.03	Glanshaverhooiland									3.37b	Glanshaverhooiland van het heuvelland		
				162	N12.03	Glanshaverhooiland									3.39b	Glanshaverhooiland van het rivieren- en zeeleigebied		
				163	N12.03	Glanshaverhooiland									09.06	Overig bloemrijk grasland		
				164														
N12.04	Zilt- en overstromingsgrasland	165	N12.04	Zilt- en overstromingsgrasland	09.04	Zilte graslanden	Gr6	Brak grasland	3.41	Binnendijs zilt grasland	28E	Nat soortenrijk grasland						
		166	N12.04	Zilt- en overstromingsgrasland	09.02	Kamgrasweiden en zilverschoongraslanden	Gr2	Kruidenrijk en/of structuurrijk grasland	3.32a	Zilverschoongrasland	15	(half)natuurlijk grasland						
		167	N12.04	Zilt- en overstromingsgrasland	09.06	Overig bloemrijk grasland			3.32c	Nat, matig voedselrijk grasland								
N12.05	Kruiden- en faunarijke akker	168			16.01	Akker	Ak2	Kruidenrijke akker	3.50	Akker van basenrijke gronden	19	Akker						
		170	N12.05	Kruiden- en faunarijke akker					3.51	Akker van basenarme gronden								
		171	N12.05	Kruiden- en faunarijke akker					19.02	Overige korte vegetaties			Ak1	Akker (Algemeen)	4(50;51)	afgeleide natuurdoeltypen		
N12.06	Ruigteveld	172			12.05	Complex van bos, ruigten en water op zandgronden	Gn1	Grootschalige natuur	4.25	Natte strooiselruigte	26	Overjarig rietland						
		173	N12.06	Ruigteveld					19.02	Overige korte vegetaties			Mo3	Overjarig rietland				
		174	N12.06	Ruigteveld											3.25	Natte strooiselruigte		
N13 Vogelgraslanden		175																
N13.01	Vochtig weidevogelgrasland	177	N13.01	Vochtig weidevogelgrasland	15.01	Weidevogelgrasland		Gr11	Weidevogelgrasland	3.32c	Nat, matig voedselrijk weidevogelgrasland	34/35	Zeer/Soortenrijk weidevogelgrasland					
		178	N13.01	Vochtig weidevogelgrasland						3.38c	Bloemrijk weidevogelgrasland van het zand- en veengebied							
		179	N13.01	Vochtig weidevogelgrasland						3.39d	Bloemrijk weidevogelgrasland van het rivieren- en zeeleigebied							
N13.02	Wintergastenweide	180			15.02	Wintergastenweide		Gr12	Ganzengrasland (wintergastenweide)	4(32;38;39;40;41)	36	Wintergastenweide						
		181	N13.02	Wintergastenweide											afgeleide natuurdoeltypen			
N14 Vochtige bossen		182																
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	184	N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	03.08	Loofbossen op klei- en zavelgronden (klein deel)	Bo5	Wilgenvloedbos	3.61	Ooibos	39	Natuurbos						
		185	N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos					03.09	Beekbegeleidende loofbossen			Bo7	Voedselrijk bos	3.66	Bos van voedselrijke, vochtige gronden		
		186	N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos											3.53	Zoom, mantel en droog struweel van het rivieren- en zeeleigebied		
		187	N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos											3.67b	Beekbegeleidende bossen		

Index Natuur en Landschap versie 0.3 11 feb 2009

Bijlage 1 vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer

Natuurtypen												
bt	Beheertypen	vnr	btcode	beheertypenaam	sdt	Subdoeltypen SBB	nnt	Natuurtypen NM	Ndt	Natuurdoeltypen	PB	Programma Beheer
N14.02	Hoog- en laagveenbos	188	N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos			Bo4	Broekbos (incl. bronbos)	3.67a	Bronbos		
		189	N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	04.05	Overige natuurbossen	Bo1	Bos (algemeen)			20	Bos
		190										
		191	N14.02	Hoog- en laagveenbos	03.02	Broekbossen op zure venen	Bo3	Veenbos	3.63	Hoogveenbos	39	Natuurbos
		192	N14.02	Hoog- en laagveenbos	03.10	Broekbossen op laagveen			3.62	Laagveenbos		
		193	N14.02	Hoog- en laagveenbos			Bo4	Broekbos (incl. bronbos)				
		194	N14.02	Hoog- en laagveenbos			Bo2	Struweel (algemeen)	3.55	Wilgenstruweel		
		195	N14.02	Hoog- en laagveenbos	04.05	Overige natuurbossen					20	Bos
		196										
		N14.03	Haagbeuken- en essenbos	197	N14.03	Haagbeuken- en essenbos	03.06	Loofbossen op lemen en kalkrijke zandgronden	Bo7	Voedselrijk bos	3.66	Bos van voedselrijke vochtige gronden
		198	N14.03	Haagbeuken- en essenbos	03.08	Loofbossen op klei- en zavelgronden			3.69	Eiken-haagbeukenbos van zandgronden	37/38	Omvormingsbos/Bos met verhoogde natuurwaarde
		199	N14.03	Haagbeuken- en essenbos					3.53a	Zoom en droge ruigte van het rivieren- en zeekleigebied		
		200	N14.03	Haagbeuken- en essenbos	03.07	Loofbossen op kalkrijke bodems	Bo8	Kalkhellingbos	3.68	Eiken-haagbeukenbos van het heuvelland		
		201	N14.03	Haagbeuken- en essenbos	12.04	Complex van bos, ruigten op kalkrijke gronden			3.52a	Zoom en droge ruigte van de hogere gronden		
		202	N14.03	Haagbeuken- en essenbos	04.05	Overige natuurbossen	Bo1	Bos (algemeen)			20	Bos
N15 Droge bossen		203										
N15.01	Duinbos	204	N15.01	Duinbos	03.05	Loofbossen op kalkrijke (zee)duinen	Bo6	Voedselarm droog bos	3.64	Bos van arme zandgronden	37/38/3	Omvormingsbos-Bos verhoogde natuurwaarde-Natuurbos
		205	N15.01	Duinbos						39	Natuurbos	
		206	N15.01	Duinbos	06.02	Duinstruweel	Bo2	Struweel (algemeen)	3.54b	Doornstruweel van de duinen	17	Struweel
		207	N15.01	Duinbos	04.05	Overige natuurbossen	Bo1	Bos (algemeen)			20	Bos
		208										
N15.02	Dennen-, eiken- en beukenbos	209	N15.02	Dennen-, eiken- en beukenbos	03.04	Loofbossen op lemige zandgronden	Bo6	Voedselarm droog bos	3.65	Eiken en beukenbos van lemige zandgronden	37/38/3	Omvormingsbos-Bos verhoogde natuurwaarde-Natuurbos
		210	N15.02	Dennen-, eiken- en beukenbos	03.01	Dennenbossen op kalkarme (land)duinen			3.64	Bos van arme zandgronden	37/38	Omvormingsbos/Bos met verhoogde natuurwaarde
		211	N15.02	Dennen-, eiken- en beukenbos	03.03	Loofbossen op arme zandgronden						
		212	N15.02	Dennen-, eiken- en beukenbos	04.05	Overige natuurbossen	Bo1	Bos (algemeen)			20	Bos
N16 Bossen met productiefunctie		213										
N16.01	Droog bos met productie	214										
		215	N16.01	Droog bos met productie	13.01	Grove dennen-Berkenbos op zuur, arm zand	Bo1	Bos (algemeen)	4(3.64)		20	Bos
		216	N16.01	Droog bos met productie	13.02	Grove dennen-Eikenbos op droog, leemarm zand					37/38	Omvormingsbos/Bos met verhoogde natuurwaarde
		217	N16.01	Droog bos met productie	13.03	Grove dennen-Eikenbos op vochtig tot nat, leemarm zand						
		218	N16.01	Droog bos met productie	13.04	Grove dennen-Eikenbos op zand met cultuur-invloed						
		219	N16.01	Droog bos met productie	13.05	Grove dennen-Eikenbos met exoten op zand met cultuur-invloed						

Index Natuur en Landschap versie 0.3 11 feb 2009

Bijlage 1 vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer

Natuurtypen												
bt	Beheertypen	vnr	btcode	beheertypenaam	sdt	Subdoeltypen SBB	nnt	Natuurtypen NM	Ndt	Natuurdoeltypen	PB	Programma Beheer
N16.02	Vochtig bos met productie	220	N16.01	Droog bos met productie	13.06	Wintereiken-Beukenbos op leemhoudend zand			4(3.65)			
		221	N16.01	Droog bos met productie	13.07	Wintereiken-Beukenbos met exoten op leemhoudend zand						
		222	N16.01	Droog bos met productie	13.08	Vochtig Wintereiken-Beukenbos op leemhoudend zand						
		223	N16.01	Droog bos met productie	13.09	Vochtig Wintereiken-Beukenbos met exoten op leemhoudend zand						
		224										
		225	N16.02	Vochtig bos met productie	13.10	Eiken-Haagbeukenbos op natte lemige gronden	Bo1	Bos (algemeen)	4(3.66-3.62)		20	basispakket Bos
		226	N16.02	Vochtig bos met productie	13.11	Essen-lepenbos op vochtige klei en zavel						
		227	N16.02	Vochtig bos met productie	13.12	Essen-lepenbos met exoten op vochtige klei en zavel					37/38	Omvormingsbos/Bos met verhoogde natuurwaarde
		228	N16.02	Vochtig bos met productie	13.13	Elzen-Wilgenbos op nat veen en klei met cultuurinvloed						
		229	N16.02	Vochtig bos met productie	13.14	Essenbos met exoten op nat veen en klei met cultuurinvloed						
N17	Cultuurhistorische bossen	230	N16.02	Vochtig bos met productie	13.15	Elzenbos op zeer nat veen met cultuurinvloed						
		231										
		232										
		233	N17.01	Vochtig hakhout en middenbos	04.01	Eiken-hakhout (vochtig)	Bo9	Eikenhakhout (vochtig)	3.57	Elzen-essenhakhout en -middenbos	40	Hakhout en griend
		234	N17.01	Vochtig hakhout en middenbos	04.02	Grienden & essen/elzenhakhout	Bo10	Essenhakhout	3.58	Eikenhaagbeuken-hakhout en -middenbos van het heuvelland	40	Hakhout en griend
		235	N17.01	Vochtig hakhout en middenbos	04.03	Middenbos	Bo11	Eiken-haagbeuken hakhout (of middenbos)	3.59	Eikenhaagbeuken-hakhout en -middenbos van zandgronden	40/41	Hakhout en griend/Middenbos
		236										
		237	N17.02	Droog hakhout	04.01	Eiken-hakhout (droog)	Bo9	Eikenhakhout (droog)	3.56	Eikenhakhout en -middenbos	40	Hakhout en griend
		238										
		239	N17.03	Park- of Stinzenbos	04.04	Park- en stinse bos	Bo12	Park-Stinzenbos	3.60	Park-stinzenbos	38	Bos met verhoogde natuurwaarde
N17.04	Eendenkooi	240										
		241	N17.04	Eendenkooi	20.05	Rustende eendekooien	Le12	Eendenkooi		37/38/3	Omvormingsbos-Bos verhoogde natuurwaarde-Natuurbos	
		242	N17.04	Eendenkooi	20.04	Demonstratie kooien				53	Eendenkooi	
L01	Groen-blauwe landschapselementen	243										
		244										
		245										
		246	L01.01	Poel en klein historisch water	17.01	Overig water	Wa7	Poel	3.14	Gebufferde poel en wiel	54	Poel
		247	L01.01	Poel en klein historisch water					4(14)			
		248										
L01.02	Houtwal en houtsingel	249	L01.02	Houtwal en houtsingel	18.01	Houtwallen, brede singels en graften	Le1	Houtwal		42	Houtkade, houtwal, haag en singel	
		250	L01.02	Houtwal en houtsingel	20.02	Landschappelijke beplantingen en overig bossen	Le2	Houtkade				
		251	L01.02	Houtwal en houtsingel			Le3	Landweer				

Index Natuur en Landschap versie 0.3 11 feb 2009

Bijlage 1 vertaaltabel van bestaande natuurtypologieën naar beheertypen onder natuurbeheer

Natuurtypen												
bt	Beheertypen	vnr	btcode	beheertypenaam	sdt	Subdoeltypen SBB	nnt	Natuurtypen NM	Ndt	Natuurdoeltypen	PB	Programma Beheer
		252	L01.02	Houtwal en houtsingel	20.09	Lanen en singels	Le4	Singel				
		253										
L01.03	Elzensingel	254	L01.03	Elzensingel	20.09	Lanen en singels	Le5	Elzensingel			46	Elzensingel
		255										
L01.04	Bossingel en bosje	256	L01.04	Bossingel en bosje	20.02	Landschappelijke beplantingen en overig bossen	Le6	Geriefhoutbosje			47	Geriefhoutbosje
		257										
L01.05	Knip- of scheerheg	258	L01.05	Knip- of scheerheg	20.01	Knotwilgen en heggen	Le7	Heg			48	Knip- en scheerheg
		259										
L01.06	Struweelhaag	260	L01.06	Struweelhaag	20.02	Landschappelijke beplantingen en overig bossen	Le8	Struweelhaag			42	Houtkade, houtwal, haag en singel
		261										
L01.07	Laan	262	L01.07	Laan	20.09	Lanen en singels	We1	Bomenlaan				
		263										
L01.08	Knotboom	264	L01.08	Knotboom	20.01	Knotwilgen en heggen	Le9	Knotbomenrij			50	Knotbomen
		265										
L01.09	Hoogstamboomgaard	266	L01.09	Hoogstamboomgaard	20.10	Hoogstamboomgaarden	Le11	Hoogstamboomgaard			52	Hoogstamboomgaard
		267										
L02 Historische gebouwen en omgeving												
L02.01	Fortterrein	268	L02.01	Fortterrein	20.06	Forten (terrein)	Le7	Heg			48	Knip- en scheerheg
		269	L02.01	Fortterrein			Le8	Struweelhaag			42	Houtkade, houtwal, haag en singel
		270	L02.01	Fortterrein			Le9	Knotbomenrij			50	Knotbomen
		271	L02.01	Fortterrein			Gr2	Kruidenrijk en/of structuurrijk grasland			15	(half)natuurlijk grasland
		272	L02.01	Fortterrein			Wa1	Water (algemeen)				
		273										
L02.02	Historisch bouwwerk en erf	274	L02.02	Historisch bouwwerk en erf	20.07	Historische gebouwen	Er1	Gebouw en erf				
		275	L02.02	Historisch bouwwerk en erf	20.06	Forten (gebouw)						
		276										
L02.03	Historische tuin	277	L02.03	Historische tuin	20.08	Historische tuinen	Er3	Tuin				
		278										
L03 Aardwerken												
L03.01	Aardwerk en groeve	279	L03.01	Aardwerk en groeve	19.02	Overige korte vegetaties	Gv1	Open groeve				
		280	L03.01	Aardwerk en groeve			Gr1	grasland (algemeen)				

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2011

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; E info.wnm@wur.nl

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de WOT-website www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu

- 2011**
- 222** *Kamphorst, D.A. & M.M.P. van Oorschot.* Kansen en barrières voor verduurzaming van houtketens
- 223** *Salm, C. van der & O.F. Schoumans.* Langetermijneffecten van verminderde fosfaatgiften
- 224** *Bikker, P., M.M. van Krimpen & G.J. Remmelink.* Stikstof-verteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren; Berekeningen voor de TAN-excretie
- 225** *M.E. Sanders & A.L. Gerritsen (red.).* Het biodiversiteitsbeleid in Nederland werkt. Achtergronddocument bij Balans van de Leefomgeving 2010
- 226** *Bogaart, P.W., G.A.K. van Voorn & L.M.W. Akkermans.* Evenwichtsanalyse modelcomplexiteit; een verkennende studie
- 227** *Kleunen A. van, K. Koffijberg, P. de Boer, J. Nienhuis, C.J. Camphuysen, H. Schekkerman, K.H. Oosterbeek, M.L. de Jong, B. Ens & C.J. Smit (2010).* Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2007 en 2008
- 228** *Salm, C. van der, L.J.M. Boumans, D.J. Brus, B. Kempen & T.C. van Leeuwen.* Validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE met meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en de Landelijke Steekproef Kaarteenheden (LSK).
- 229** *Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongsma.* Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009
- 230** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-001 – Koepel
- 231** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 232** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 233** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-005 – M-AVP
- 234** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 235** *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 236** *Arnouts, R.C.M. & F.H. Kistenkas.* Nederland op slot door Natura 2000: de discussie ontrafeld; Bijlage bij WOT-paper 7 – De deur klemt
- 237** *Harms, B. & M.M.M. Overbeek.* Bedrijven aan de slag met natuur en landschap; relaties tussen bedrijven en natuurorganisaties. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 238** *Agricola, H.J. & L.A.E. Vullings.* De stand van het platteland 2010. Monitor Agenda Vitaal Platteland; Rapportage Midterm meting Effectindicatoren
- 239** *Klijn, J.A.* Wisselend getij. Omgang met en beleid voor natuur en landschap in verleden en heden; een essayistische beschouwing. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 240** *Corporaal, A., T. Denters, H.F. van Dobben, S.M. Hennekens, A. Klimkowska, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & R.A.M. Schrijver.* Stenoeciteit van de Nederlandse flora. Een nieuwe parameter op grond van ecologische amplitudo's van de Nederlandse plantensoorten en toepassings-mogelijkheden
- 241** *Wamelink, G.W.W., R. Jochem, J. van der Gref-van Rossum, C. Grashof-Bokdam, R.M.A. Wegman, G.J. Franke & A.H. Prins.* Het plantendispersiemodel DIMO. Verbetering van de modellering in de Natuurplanner
- 242** *Klimkowska, A., M.H.C. van Adrichem, J.A.M. Jansen & G.W.W. Wamelink.* Bruikbaarheid van WNK-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden. Eerste fase
- 243** *Goossen, C.M., R.J. Fontein, J.L.M. Donders & R.C.M. Arnouts.* Mass Movement naar recreatieve gebieden; Overzicht van methoden om bezoekersaantallen te meten
- 244** *Spruijt, J., P.M. Spoorenberg, J.A.J.M. Rovers, J.J. Slabbekoorn, S.A.M. de Kool, M.E.T. Vlaswinkel, B. Heijne, J.A. Hiemstra, F. Nouwens & B.J. van der Sluis.* Milieueffecten van maatregelen gewasbescherming
- 245** *Walker, A.N. & G.B. Wolter.* Forestry in the Magnet model.
- 246** *Hoefnagel, E.W.J., F.C. Buisman, J.A.E. van Oostenbrugge & B.I. de Vos.* Een duurzame toekomst voor de Nederlandse visserij. Toekomstscenario's 2040
- 247** *Buurma, J.S. & S.R.M. Janssens.* Het koor van adviseurs verdient een dirigent. Over kennisverspreiding rond phytophthora in aardappelen
- 248** *Verburg, R.W., A.L. Gerritsen & W. Nieuwenhuizen.* Natuur meekoppelen in ruimtelijke ontwikkeling: een analyse van sturingsstrategieën voor de Natuurverkenning. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 249** *Kooten, T. van & C. Klok.* The Mackinson-Daskalov North Sea EcoSpace model as a simulation tool for spatial planning scenarios
- 250** *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 251** *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 252** *Randen van, Y., H.L.E. de Groot & L.A.E. Vullings.* Monitor Agenda Vitaal Platteland vastgelegd. Ontwerp en implementatie van een generieke beleidsmonitor
- 253** *Agricola, H.J., R. Reijnen, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, J. Roos-Klein Lankhorst, L.M.G. Groenemeijer & S.L. Deijl.* Achtergronddocument Midterm meting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 254** *Buiteveld, J. S.J. Hiemstra & B. ten Brink.* Modelling global agrobiodiversity. A fuzzy cognitive mapping approach
- 255** *Hal van R., O.G. Bos & R.G. Jak.* Noordzee: systeemodynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos. Achtergronddocument bij NVK 2011
- 256** *Teal, L.R.* The North Sea fish community: past, present and future. Background document for the 2011 National Nature Outlook
- 257** *Leopold, M.F., R.S.A. van Bemmelen & S.C.V. Geelhoed.* Zeevogels op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 258** *Geelhoed, S.C.V. & T. van Polanen Petel.* Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 259** *Kuijs, E.K.M. & J. Steenbergen.* Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 260** *Baptist, M.J.* Zachte kustverdediging in Nederland; scenario's voor 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 261** *Wiersinga, W.A., R. van Hal, R.G. Jak & F.J. Quirjns.* Duurzame kottervisserij op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 262** *Wal J.T. van der & W.A. Wiersinga.* Ruimtegebruik op de Noordzee en de trends tot 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 263** *Wiersinga, W.A. J.T. van der Wal, R.G. Jak & M.J. Baptist.* Vier kijkrichtingen voor de mariene natuur in 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011

- 264** *Bolman, B.C. & D.G. Goldsborough.* Marine Governance. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 265** *Bannink, A.* Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008; Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions
- 266** *Wynngaert, I.J.J. van den, P.J. Kuikman, J.P. Lesschen, C.C. Verwer & H.H.J. Vreuls.* LULUCF values under the Kyoto Protocol; Background document in preparation of the National Inventory Report 2011 (reporting year 2009)
- 267** *Helming, J.F.M. & I.J. Terluin.* Scenarios for a cap beyond 2013; implications for EU27 agriculture and the cap budget.
- 268** *Woltjer, G.B.* Meat consumption, production and land use. Model implementation and scenarios.
- 269** *Knegt, B. de, M. van Eupen, A. van Hinsberg, R. Pouwels, M.S.J.M. Reijnen, S. de Vries, W.G.M. van der Bilt & S. van Tol.* Ecologische en recreatieve beoordeling van toekomstscenario's van natuur op het land. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 270** *Bos, J.F.F.P., M.J.W. Smits, R.A.M. Schrijver & R.W. van der Meer.* Gebiedsstudies naar effecten van vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid op bedrijfseconomie en inpassing van agrarisch natuurbeheer.
- 271** *Donders, J., J. Luttk, M. Goossen, F. Veeneklaas, J. Vreke & T. Weijshede.* Waar gaat dat heen? Recreatiemotieven, landschapskwaliteit en de oudere wandelaar. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 272** *Voorn G.A.K. van & D.J.J. Walvoort.* Evaluation of an evaluation list for model complexity.
- 273** *Heide, C.M. van der & F.J. Sijtsma.* Maatschappelijke waardering van ecosysteemdiensten; een handreiking voor publieke besluitvorming. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 274** *Overbeek, M.M.M., B. Harms & S.W.K. van den Burg (2012).* Internationale bedrijven duurzaam aan de slag met natuur en biodiversiteit.; voorstudie bij de Balans van de Leefomgeving 2012.
- 275** *Os, J. van; T.J.A. Gies; H.S.D. Naeff; L.J.J. Jeurissen.* Emissieregistratie van landbouwbedrijven; verbeteringen met behulp van het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven.
- 276** *Walsum, P.E.V. van & A.A. Veldhuizen.* MetaSWAP_V7_2_0; Rapportage van activiteiten ten behoeve van certificering met Status A.
- 277** *Kooten T. van & S.T. Glorius.* Modeling the future of het North Sea. An evaluation of quantitative tools available to explore policy, space use and planning options.
- 278** *Leneman, H., R.W. Verburg, A. Schouten (2013).* Kosten en baten van terrestrische natuur: Methoden en resultaten; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2010-2040
- 279** *Bilt, W.G.M. van der, B. de Knegt, A. van Hinsberg & J. Clement (2012).* Van visie tot kaartbeeld; de kijkrichtingen ruimtelijk uitgewerkt. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 280** *Kistenkas, F.H. & W. Nieuwenhuizen.* Rechtsontwikkelingen landschapsbeleid: landschapsrecht in wording. Bijlage bij WOt-paper 12 – 'Recht versus beleid'
- 281** *Meeuwsen, H.A.M. & R. Jochem.* Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape.
- 282** *Dobben, H.F. van.* Naar eenvoudige dosis-effectrelaties tussen natuur en milieucondities; een toetsing van de mogelijkheden van de Natuurplanner.
- 283** *Gaaff, A.* Raming van de budgetten voor natuur op langere termijn; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 285** *Vries, P. de, J.E. Tamis, J.T. van der Wal, R.G. Jak, D.M.E. Slijkerman and J.H.M. Schobben.* Scaling human-induced pressures to population level impacts in the marine environment; implementation of the prototype CUMULEO-RAM model.
- 287** *Oenema, J., H.F.M. Aarts, D.W. Bussink, R.H.E.M. Geerts, J.C. van Middelkoop, J. van Middelaar, J.W. Reijs & O. Oenema.* Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen.
- 288** *Troost, K., D. van de Ende, M. Tangelder & T.J.W. Ysebaert.* Biodiversity in a changing Oosterschelde: from past to present
- 289** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-001 – Koepel
- 290** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-008 – Agromilieue
- 291** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-009 – Natuur, Landschap en Platteland
- 292** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-010 – Balans van de Leefomgeving
- 293** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-011 – Natuurverkenning
- 294** *Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2010; berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA).
- 295** *Spijker, J.H., H. Kramer, J.J. de Jong & B.G. Heusinkveld.* Verkenning van de rol van (openbaar) groen op wijk- en buurtniveau op het hitte-eilandeffect
- 296** *Haas, W. de, C.B.E.M. Aalbers, J. Kruit, R.C.M. Arnouts & J. Kempenaar.* Parknatuur; over de kijkrichtingen beleefbare natuur en inpasbare natuur
- 297** *Doorn, A.M. van & R.A. Smidt.* Staltypen nabij Natura 2000-gebieden.
- 298** *Luesink, H.H., A. Schouten, P.W. Blokland & M.W. Hoogeveen.* Ruimtelijke verdeling ammoniakemissies van beweiden en van aanwenden van mest uit de landbouw.
- 299** *Meulenkamp, W.J.H. & T.J.A. Gies.* Effect maatregelen reconstructie zandgebieden; pilotgemeente Gemert-Bakel.
- 300** *Beukers, R. & B. Harms.* Meerwaarde van certificeringsschema's in visserij en aquacultuur om bij te dragen aan het behoud van biodiversiteit
- 301** *Broekmeyer, M.E.A., H.P.J. Huiskens, S.M. Hennekens, A. de Jong, M.H. Storm & B. Vanmeulebroek.* Gebruikershandleiding Audittrail Natura 2000.
- 302** *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammonia emissions from animal manure and inorganic fertilisers in 2009. Calculated with the Dutch National Emissions Model for Ammonia (NEMA)
- 303** *Donders, J.L.M. & C.M. Goossen.* Recreatie in groen blauwe gebieden. Analyse data Continu Vrijtijdsonderzoek: bezoek, leeftijd, stedelijkheidsgraad en activiteiten van recreanten
- 304** *Boesten, J.J.T.I. & M.M.S. ter Horst.* Manual of PEARLNEQ v5
- 305** *Reijnen, M.J.S.M., R. Pouwels, J. Clement, M. van Esbroek, A. van Hinsberg, H. Kuipers & M. van Eupen.* EHS Doelrealisatiegraadmeter voor de Ecologische Hoofdstructuur. Natuurkwaliteit van landecosysteemtypen op lokale schaal.
- 306** *Arnouts, R.C.M., D.A. Kamphorst, B.J.M. Arts & J.P.M. van Tatenhove.* Innovatieve governance voor het groene domein. Governance-arrangementen voor vermaatschappelijking van het natuurbeleid en verduurzaming van de koffieketen.
- 307** *Kruseman, G., H. Luesink, P.W. Blokland, M. Hoogeveen & T. de Koeijer.* MAMBO 2.x. Design principles, model, structure and data use
- 308** *Koeijer de, T., G. Kruseman, P.W. Blokland, M. Hoogeveen & H. Luesink.* MAMBO: visie en strategisch plan, 2012-2015
- 309** *Verburg, R.W.* Methoden om kennis voor integrale beleidsanalyses te combineren.
- 310** *Bouwma, I.M., W.A. Ozinga, T. v.d. Sluis, A. Griffioen, M.P. v.d. Veen & B. de Knegt.* Dutch nature conservation objectives from a European perspective.
- 311** *Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem & P.W. Goedhart.* Validatie van MOVE4.
- 312** *Broekmeyer, M.E.A., M.E. Sanders & H.P.J. Huiskens.* Programmatische Aanpak Stikstof. Doelstelling, maatregelen en mogelijke effectiviteit.



Thema Natuurverkenning
Wettelijke Onderzoekstaken
Natuur & Milieu
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T (0317) 48 54 71
E info.wnm@wur.nl

[www.wageningenUR.nl/
wotnatuurenmilieu](http://www.wageningenUR.nl/wotnatuurenmilieu)



De WOT Natuur & Milieu voert wettelijke onderzoekstaken uit op het beleidsterrein natuur en milieu. Deze taken worden uitgevoerd om een wettelijke verantwoordelijkheid van de minister van Economische Zaken te ondersteunen. De WOT Natuur & Milieu werkt aan producten van het Planbureau voor de Leefomgeving, zoals de Balans van de Leefomgeving en de Natuurverkenning. Verder brengen we voor het ministerie van Economische Zaken adviezen uit over (toelating van) meststoffen en bestrijdingsmiddelen, en zorgen we voor informatie voor Europese rapportageverplichtingen over biodiversiteit.

De WOT Natuur & Milieu is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen UR (University & Research centre). De missie is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
