

Indicatoren voor

similar papers at core.ac.uk

provided by Wageningen

'Convention on Biodiversity 2010'

Indicatoren voor het invasieproces van exotische organismen in Nederland

W.J. van der Weijden
R. Leewis
P. Bol

werkdocument 1



WOT
Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'

Indicatoren voor het invasieproces van exotische organismen in Nederland

W. J. van der Weijden

R. Leewis

P. Bol



Werkdocument 53.6

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, september 2007

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. De reeks omvat zowel inhoudelijke documenten als beheersdocumenten.

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

Auteurs:

Wouter J. van der Weijden (Centrum voor Landbouw en Milieu)
Rob Leewis (TPS)
Pieter Bol (Technische Universiteit Delft)

Dit document is opgesteld binnen het WOT-project 'CBD-2010, stand van zaken Nederland'.

Projectleiding: Dick Melman, Alterra

Eindredactie: Karin Sollart, WOT Natuur & Milieu

©2007 **Stichting Centrum voor Landbouw en Milieu**

Postbus 62, 4100 AB Culemborg.

Tel: (0345) 47 07 00; fax: (0345) 470799; e-mail: wvanderweijden@clm.nl

TPS

Kloosterwei 12, 2361 XL Warmond

Tel: (071) 301 02 50; e-mail: r.leewis@casema.nl

TU Delft

Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen

Sectie Gezondheidstechniek

Postbus 5048, 2600 GA Delft

Tel: (020) 664 24 83; e-mail: pbol@xs4all.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.wotnatuurenmilieu.wur.nl**

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

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

Woord van dank

Onze dank gaat uit naar mevrouw M. Greijdanus-Klaas (RIZA) voor het verstrekken van gegevens over Rijn en Maas.

Tevens naar dr. Bram Bij de Vaate voor commentaar op een concept van dit document.

*Wouter van der Weijden
Rob Leewis
Pieter Bol*

Inhoud

Woord van dank	3
1 Inleiding	7
2 Begrippen, definities en typologie	9
2.1 Exoot	9
2.2 Invasie	10
2.3 Invasieve soort	11
2.4 (Bio-) introductie	12
2.5 Indicator	12
3 Stand van zaken invasieproces en registratie	13
3.1 Actuele situatie	13
3.1.1 Gehele flora en fauna	13
3.1.2 Planten	14
3.1.3 Aquatische organismen	14
3.2 Tijdreeksen	15
3.3 Analyses	17
3.3.1 Planten	18
3.3.2 Amfibieën, vogels en zoogdieren	18
3.3.3 Geleedpotigen (arthropoda)	20
3.4 Impact op natuur, economie en volksgezondheid	21
4 Mogelijke indicatoren	23
4.1 Doel en eisen	23
4.2 Typen indicatoren	23
4.2.1 Indicatoren voor het invasieproces	23
4.2.2 Indicatoren voor de invasiegeschiedenis: frequentie, routes en vehikels	24
4.2.3 Indicatoren voor de effecten van exoten	25
4.2.4 Indicatoren voor risico's	27
4.2.5 Indicatoren voor bewustwording en beleid	27
4.3 Bruikbaarheid indicatoren	28
5 Aanbevelingen voor indicatoren	29
Literatuur	31
Bijlage 1 Menselijke ziekten door introductie van exotische planten, dieren of micro-organismen	33
Bronnen bij bijlage 1	39

1 Inleiding

Nederland en de Europese Unie zijn ondertekenaar van de Convention on Biodiversity (CBD). Eén van de thema's van die conventie is *'Alien Invasive Species'*. Dat zijn exoten die in hun nieuwe gebied gaan woekeren en schade kunnen aanrichten aan inheemse soorten en ecosystemen en aan de gebruiksfuncties daarvan. Afspraak is de vestiging van zulke invasieve soorten te voorkomen, als dat niet lukt ze uit te roeien en als ook dat niet lukt, ze te isoleren.

Doelstelling 3 van het EU-beleid luidt: *"to develop and implement measures for the prevention and control of invasive alien species and alien genotypes"*. De International Maritime Organisation heeft ingrijpende beleidsaanbevelingen in voorbereiding.

Evenals in andere landen neemt in Nederland het aantal exoten hand over hand toe, zowel in zoet en zout water als op het land. Dat is toe te schrijven aan drie oorzaken:

- De globalisering, groei en versnelling van verkeer en vervoer;
- De aanleg van nieuwe infrastructuur (zoals het Main-Donau Kanaal, ook wel Rijn-Main-Donau Kanaal genoemd);
- Klimaatverandering.

Het is van groot belang de vinger aan de pols te houden en het proces van bio-invasies en hun impact goed te monitoren en te evalueren. Het Milieu- en Natuurplanbureau heeft CLM Onderzoek en Advies gevraagd daarvoor indicatoren te ontwikkelen.

Doel van dit document is het presenteren van mogelijke indicatoren voor het proces van bio-invasies in verschillende ecosystemen in Nederland (zoet en zout water, en land) en voor hun impact op natuur, economie en volksgezondheid. Het moet gaan om indicatoren die uitstijgen boven het niveau van de individuele soort en meetbaar zijn tegen redelijke (meer) kosten. Daarnaast zal worden omschreven hoe en door wie die indicatoren periodiek kunnen worden gemeten. Indien mogelijk wordt aangegeven wat de actuele scores van de indicatoren zijn, hoe snel ze veranderen en of streefwaarden zinvol zijn.

De nadruk van het project ligt dus op het *overall* proces van bio-invasies en de gevolgen daarvan, niet op afzonderlijke soorten of op statische lijsten.

Voor de achtergronden van het invasieproces en van de gepresenteerde indicatoren verwijzen we naar het rapport 'Biologische Globalisering', dat wij in 2005 schreven in opdracht van het ministerie van LNV, en naar de uitgebreide, Engelstalige versie daarvan, die in februari 2007 is uitgekomen onder de titel *'Biological Globalisation – Bio-invasions and their impacts on nature, the economy and public health'*.

Achtereenvolgens komen aan de orde:

- Begrippen, definities en typologie;
- Stand van zaken invasies en data;
- Mogelijke indicatoren;
- Aanbevelingen.

Om het grote maatschappelijke en economische belang van bio-invasies te onderstrepen besteden we in een bijlage ook beknopt aandacht aan de medische gevolgen en risico's van invasies.

2 Begrippen, definities en typologie

Analyses van en beschouwingen over bio-invasies staan of vallen met de gehanteerde definities van elementaire begrippen zoals 'exoot' en 'invasief'. In de literatuur bestaat daarover geen eenstemmigheid. Niet alleen zijn er verschillen tussen auteurs, ook werken sommige auteurs zonder definitie, terwijl anderen in één publicatie impliciet verschillende definities hanteren. Dat kan onduidelijkheid opleveren en verstrekkende gevolgen hebben voor conclusies.

Het belang van heldere definities wordt vaak onderschat. We gaan achtereenvolgens in op de begrippen 'exoot', 'invasie', 'invasief', 'introductie' en 'indicator'.

2.1 Exoot

Onder 'exoot' verstaan we in dit document: 'een soort die al sinds lange tijd (bijvoorbeeld een millennium), niet, of niet meer, voorkomt in een gebied waar hij op een bepaald moment wordt aangetroffen'.

Deze definitie zegt dus niets over de oorzaak van het arriveren in het nieuwe gebied en evenmin over de vraag of de soort zich heeft gevestigd, is ingeburgerd of zich sterk heeft uitgebreid. Synoniemen zijn: uitheemse soort, niet-inheemse soort, nieuwkomer. In de Engelstalige literatuur is het aantal termen nog groter dan in de Nederlandstalige. De term 'exoot' kan daar worden vertaald met: *exotic species*, *alien species*, *non-indigenous species*, *non-native* of *xenobiotic species*.

Het is van cruciaal belang een duidelijk referentiejaar te kiezen. Vaak wordt daarvoor gekozen het jaar AD 1500 (kort na de 'ontdekking' van Amerika); soms ook 1800, 1850, 1900 of 1950. Voor de Nederlandse flora wordt 1825 gehanteerd, het jaar waarin de eerste min of meer complete Flora van Nederland verscheen.

Eveneens van cruciaal belang is de keuze van een geografische schaal. Men kan kiezen voor Nederland en dan is elke soort van buiten Nederland een exoot. Men kan ook kiezen voor Europa, of voor Europa + Noord-Afrika.

Een exoot kan uitsterven, zich handhaven of zich uitbreiden. Hij geldt als 'ingeburgerd' of 'genaturaliseerd' als hij zich zonder directe hulp van de mens kan handhaven gedurende meerdere generaties op meerdere plaatsen. Voor de Nederlandse planten wordt gehanteerd: tenminste 3 generaties op tenminste 2 plaatsen. Daar wordt nog een voorwaarde aan toegevoegd: hij moet een welomschreven standplaats bezetten (Van der Meijden, 2005). Veel stinsenplanten bijvoorbeeld, zoals de bostulp, gelden volgens deze definitie als ingeburgerd.

De definitie impliceert dat wordt meegewogen of de soort zich zelfstandig handhaaft dan wel afhankelijk blijft van exogene aanvoer van individuen of zaden. Maar dat is vaak pas met zekerheid vast te stellen nadat de exogene bron van individuen of zaden is weggevallen. Dat bleek bijvoorbeeld bij een groep van meer dan 100 met woltransporten meegevoerde planten, zogeheten wol-adventieven, die zich al vele generaties lang had gehandhaafd in het dal van de Maas. Toen de wolwasserij stroomopwaarts in België werd gesloten, verdwenen bijna alle soorten weer (Van der Meijden mond. med.).

Sommige auteurs wegen de oorzaak van de vestiging wél mee in de definitie van exoot. Zo hanteren Naturalis en het ministerie van LNV een definitie, waarin de mens expliciet als directe oorzaak van de vestiging wordt genoemd en waarbij het dus gaat om introducties. Alle andere gevallen, inclusief¹ klimaatgedreven invasies, ziet men als natuurlijke areaaluitbreiding. Wij hanteren een ruimere definitie, omdat het wat vreemd is en verdoezelend kan werken om klimaatgedreven nieuwkomers als inheems te beschouwen. Daarmee wordt zowel een verschijnsel als een probleem gemaskeerd. Los daarvan is niet altijd met zekerheid vast te stellen wat de oorzaak van de uitbreiding is; ook kunnen meerdere oorzaken een rol spelen.

2.2 Invasie

Onder 'invasie' verstaan we het verschijnsel dat een soort arriveert in een nieuw gebied, zich handhaaft en zich verspreidt. Al naar gelang de fysieke oorzaak kunnen we onderscheid maken tussen vier typen invasies/nieuwvestigingen:

- Klimaatgedreven invasies: invasies veroorzaakt door klimaatverandering. Vaak betreft het continue areaaluitbreiding of –verschuiving;
- Transport-gerelateerde invasies: invasies die samenhangen met de globalisering, groei en versnelling van verkeer en vervoer;
- Infrastructuur-gerelateerde invasies: invasies die samenhangen met de aanleg van nieuwe infrastructuur (voor Nederland is vooral het (Rijn-) Main-Donau Kanaal van belang);
- Habitatverandering-gerelateerde invasies: invasies die samenhangen met ingrijpende habitatveranderingen waardoor nieuwe exoten een kans krijgen².

Let wel: alleen in het tweede geval, transportgerelateerde invasies is in letterlijke zin sprake van een *introductie* (zie onder). Daarbij is onderscheid naar de intentie van belang. Sommige soorten zijn opzettelijk geïntroduceerd, andere onopzettelijk.

Daarnaast kunnen we nog andere onderverdelingen van invasies maken, bijvoorbeeld naar maatschappelijke oorzaak:

- Handels-gerelateerd;
- Toerisme-gerelateerd;
- Oorlog-gerelateerd;
- Bedevaart-gerelateerd;
- Etcetera.

Of naar economische sector:

- Landbouw-gerelateerd;
- Visserij-gerelateerd;
- Plantenhandel-gerelateerd;
- Etcetera.

Of naar transportmedium:

- Scheepvaart-gerelateerd;
- Wegverkeer-gerelateerd;
- Spoorverkeer-gerelateerd;
- Vliegverkeer-gerelateerd.

¹ Strikt genomen gaat het om klimaatverandering-gedreven invasies, maar we gebruiken hier korthedshalve de term klimaatgedreven invasies

² In zekere zin is aanleg van infrastructuur (categorie 3) een bijzonder geval van habitatverandering (categorie 4).

In dit document werken we met de eerstgenoemde vierdeling. Deze vierdeling is van groot strategisch belang. De categorieën verschillen namelijk sterk wat betreft haalbaarheid en wenselijkheid van beheersing. Klimaatgedreven invasies kunnen we vaak niet tegenhouden en in de meeste gevallen moeten we dat niet eens willen. De natuur moet zich immers onbelemmerd kunnen aanpassen aan een veranderend klimaat. Zo nodig moeten we deze soorten zelfs een handje helpen. Ook infrastructuur-gerelateerde invasies kunnen we vaak niet stoppen, althans niet wanneer de infrastructuur eenmaal is aangelegd. Hetzelfde geldt vaak voor habitat-gerelateerde invasies³.

Daar staat tegenover dat we vaak veel kunnen doen tegen transport-gerelateerde invasies. En dat is ook nodig, want deze soorten komen vaak van ver weg en kunnen dan exploderen doordat ze meestal niet vergezeld gaan van hun natuurlijke vijanden. En introduceren we deze natuurlijke vijanden opzettelijk, dan kan dat onbedoelde neveneffecten hebben.

2.3 Invasieve soort

We noemen een soort 'invasief' als hij een nieuw gebied heeft gekoloniseerd en zich daar op eigen kracht handhaaft en uitbreidt.

Er bestaat weinig overeenstemming over de vraag wanneer een soort 'invasief' mag heten. In de literatuur worden tenminste vijf verschillende definities gehanteerd (Colautti & MacIsaac 2004). De gekozen definitie hangt mede af van het stadium van het invasieproces dat wordt gekozen:

- Eerste kolonisatie;
- Vestiging en handhaving;
- Vermenigvuldiging;
- Verspreiding;
- Soms ook: woekering en plaagvorming.

Sommige auteurs noemen elke soort die koloniseert 'invasief', anderen spreken pas van een invasie als de soort zich (potentieel) sterk uitbreidt, woekert en schade aanricht. Die laatste definitie wordt bijvoorbeeld gehanteerd door de Amerikaanse overheid.

Bezwaar is dat het begrip 'schade' subjectief is. En voor soorten die schade aanrichten bestaat al de term 'plaag'. Daarom kiezen wij voor een meer neutrale en objectief meetbare definitie van invasief. We kunnen vervolgens onderscheid maken tussen schadelijke, onschadelijke en gunstige invasieve soorten.

³ Soms kan wel de infrastructuur- of habitatverandering als zodanig vooraf ter discussie worden gesteld. Bio-invasies zijn dan één van de risico's die in de totale afweging moeten worden meegenomen. De aanleg van het (Rijn-)Main-Donau Kanaal zou daar niet mee zijn voorkomen, maar in een controversieel project zouden de risico's van bio-invasies soms de doorslag kunnen geven. Een Invasie-Risico-Analyse of Invasie Effect Rapportage (IER) zou een onderdeel moeten zijn van de Milieu Effect Rapportage (MER) die over zulke projecten.

2.4 (Bio-) introductie

Een (bio-) introductie is het invoeren van een soort in een nieuw gebied, ongeacht of dat opzettelijk of onopzettelijk gebeurt.

Introduceren betekent letterlijk 'binnenleiden/brengen'. Dat is iets anders dan actieve vestiging van een soort in een nieuw gebied, zoals die steeds meer plaatsvinden onder invloed van klimaatverandering.

Een tussengeval is de actieve vestiging van een soort als gevolg van de aanleg van infrastructurele werken, zoals het (Rijn-)Main-Donau Kanaal. Tot op zekere hoogte kunnen we zo'n soort 'geïntroduceerd' noemen, omdat de vestiging is gefaciliteerd door de mens. Anderzijds kan de soort zich na de opening van het kanaal zonder verdere hulp van de mens hebben verspreid en gevestigd en dan is de term 'introductie' slechts een halve waarheid. Faciliteren is iets anders dan introduceren⁴. Toch worden soorten die zich hebben gevestigd door aanleg van een kanaal soms gewoon aangeduid als 'geïntroduceerd'. De term 'triggeren' zou een alternatief kunnen zijn, maar voldoet ook niet helemaal, omdat zij een directe causale relatie tussen de aanleg van het kanaal en de invasie kan suggereren. De terminologie is op dit punt nog onvoldoende verfijnd.

In de literatuur wordt doorgaans pas van een introductie gesproken als de soort zich heeft gevestigd in de vrije natuur, doordat zij is losgelaten, ontsnapt of uitgezet. Voor alle duidelijkheid: niet elke introductie leidt tot een invasie in de zin van (sterke) uitbreiding. Omgekeerd komt, zoals gemeld, niet elke invasie voort uit een introductie.

We kunnen onderscheid maken tussen directe en indirecte introducties. *Directe* introducties zijn introducties in een land zelf, bijvoorbeeld Nederland. *Indirecte* introducties zijn introducties in een buurland van land A, waarna de soort op eigen kracht naar land A is gekomen.

Een ander belangrijk onderscheid is tussen *opzettelijke* en *onopzettelijke* introducties. Van de eerste is vaak bekend wat route, vehikel en bestemming zijn; die zijn dus relatief gemakkelijk te beheersen.

2.5 Indicator

Een indicator is een beknopte en gestandaardiseerde beschrijving van de toestand van een systeem of proces, hier het invasieproces.

Doel van een indicator is vaak om veel te weten te komen over een systeem zonder het hele systeem of de complete verzameling te hoeven meten. Met betrekking tot een ecosysteem betreft het vaak een essentiële eigenschap van het ecosysteem of één of enkele soorten die representatief wordt geacht voor de complete verzameling. Een indicator voor het invasieproces heeft meestal betrekking op de soortensamenstelling. Een indicator kan kwalitatief zijn of kwantitatief. In hoofdstuk 4 presenteren we een reeks kandidaten.

⁴ Om een semantische (niet biologische) vergelijking te maken: de mensen die na de opening van de Berlijnse Muur West Berlijn binnenstroomden kunnen we moeilijk 'geïntroduceerd' noemen, want zij verplaatsten zich spontaan.

3 Stand van zaken invasieproces en registratie

3.1 Actuele situatie

De stand van zaken van het invasieproces van exoten in Nederland kan allereerst worden afgelezen aan lijsten van waargenomen (ingeburgerde) soorten planten en dieren, totaal en per subgroep. De laatste jaren worden steeds meer van zulke lijsten geproduceerd – waar mogelijk met aanvullende informatie over wanneer de soort voor het eerst is aangetroffen, waar hij vandaan komt, hoe hij hier is gekomen, of hij is ingeburgerd (de 'status') en waar hij zich heeft verspreid. Hieronder volgt een overzicht en samenvatting van de diverse lijsten. Voor de lijsten zelf verwijzen we naar de oorspronkelijke publicaties.

Met nadruk zij gesteld dat het hier momentopnamen betreft. Er komen voortdurend nieuwe soorten ons land binnen en er verdwijnen andere. Ook zijn veel inventarisaties nog slechts een tussenstand. Daar komt bij dat de diverse instanties die zulke lijsten samenstellen zich meestal richten op slechts een deel van de soortengroepen (bijvoorbeeld die op het land, in zoet of zout water; een bepaalde taxonomische groep).

3.1.1 Gehele flora en fauna

Lijsten van alle soorten planten en dieren in Nederland kunnen onder meer worden gevonden in Van Nieukerken en Van Loon (1995). Zij onderscheiden ca. 42.000 soorten. De aantallen soorten die zij per taxonomische groep noemen staan vermeld in tabel 1.

Tabel 1. Aantallen soorten in Nederland naar taxonomische groep

Groep	Aantal soorten	Percentage (%)
Virussen	?	?
Bacteriën	>1.000	>2
Schimmels		
<i>Macrofungi</i>	3.500	8
<i>Microfungi</i>	duizenden	>5
Planten		
<i>Algen</i>	3.800	9
<i>Mossen</i>	507	1
<i>Vaatplanten</i>	1.450	3
Protozoa	1.144	3
Dieren		
<i>Ongewervelden</i>		
<i>Insecten</i>	17.455	42
<i>Overige geleedpotigen</i>	3.147	7
<i>Overige ongewervelden</i>	3.384	8
<i>Gewervelden</i>	457	1
Totaal	ca. 42.000	100

Meest opvallend is het grote aandeel van de insecten. De auteurs geven ook een lange, gedetailleerde lijst van alle diergroepen, met per groep het totale aantal soorten en het aantal exoten. Voor de dieren in totaal komen zij op 25.587 soorten, waarvan 24.443 inheems. Dat zou inhouden dat er 1144 exoten zijn, ofwel 4,5% van het totaal.

Andere bronnen noemen aanmerkelijk hogere percentages, veelal rond de 10%. De lijsten van Naturalis (zie hieronder) indiceren dat ongeveer 6% van het totaal aantal soorten planten en dieren exoot is.

Het Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis stelt lijsten samen van alle Nederlandse soorten en publiceert deze op het internet (zie www.Nederlandsesoorten.nl). Per 1 februari 2006 omvatte de lijst 30.638 geaccepteerde namen, aangevuld met een groot aantal synoniemen.

De afzonderlijke lijsten bevatten ook de aantallen niet-inheemse soorten (exoten). Maar op dit moment zijn deze lijsten nog verre van compleet.

3.1.2 Planten

Over de planten zijn we relatief goed gedocumenteerd. Het totaal aantal (vaat)plantensoorten in het vrije veld van Nederland bedraagt 1.536 (Tamis, 2005). Meegerekend is ook een klein aantal ondersoorten en cultivars. Het totaal aantal ingeburgerde exoten bedraagt 358. Dat is bijna 25% van het totaal. Daarvan is 9% archeofyt (ingeburgerd voor AD 1500) en 16% neofyt (ingeburgerd na 1500).

Deze aantallen bevatten *niet* de gekweekte planten voor tuinen en land- en tuinbouw. Tellen we die mee, dan komen we veel hoger uit, namelijk tussen de 10.000 en 12.500 soorten. Daarvan kan ca. 90% als exoot worden betiteld. Dit illustreert het eerder genoemde vitale belang van scherpe definities. Van deze 90% wordt slechts 12-13% gevonden in natuurlijke of semi-natuurlijke habitats: ongeveer 1.470 soorten. Slechts een kwart daarvan wordt als ingeburgerd beschouwd: de eerder genoemde 358.

3.1.3 Aquatische organismen

Van der Velde *et al.* (2003) hebben een lijst gepubliceerd van exoten in zoet water in Nederland, inclusief status, jaar van eerste waarneming en herkomst. Later is deze lijst aangevuld met estuariene en mariene soorten (Van der Velde, ongepubliceerd).

Deze lijst omvat:

- voor zoet water: 20 planten (inclusief fytoplankton) en 65 dieren (inclusief protozoa);
- voor mariene and estuariene wateren: 53 planten (inclusief fytoplankton) and 131 dieren (inclusief protozoa).

Voor 36 soorten is nog niet duidelijk of ze gaan inburgeren dan wel beperkt blijven tot één of enkele locaties.

In 2005 verscheen een overzicht van de mariene en estuariene exoten in ons land (Wolff 2005). De aantallen die hij noemt zijn iets kleiner dan die hierboven genoemd. Hij onderscheidt 99 soorten planten en dieren in Nederland die van buiten Noordwest Europa afkomstig zijn, naast 13 soorten die uit Noordwest Europa zijn gearriveerd. Tevens onderscheidt hij een categorie van soorten waarvan het niet zeker is of ze wel of niet in ons gebied thuishoren: dat zijn 37 soorten.

We herhalen dat elk jaar nieuwe soorten in onze wateren worden aangetroffen, zodat deze lijsten slechts de stand van zaken *op een bepaald moment* geven. Een recent artikel in De Levende Natuur bevestigt dat nog eens (Gmelig Meyling & Gittenberger 2006).

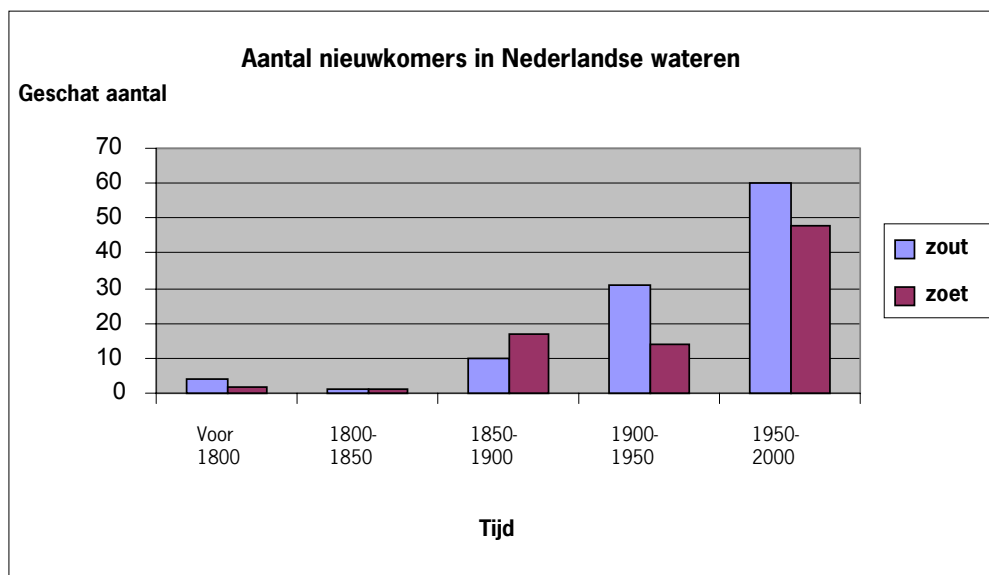
Ook de gecombineerde Werkgroep Exoten van de WEW (Werkgroep Ecologisch Waterbeheer) en de NecoV (de Nederlands-Vlaamse vereniging van ecologen) houdt een lijst van exoten bij. Deze is in te zien en van commentaar te voorzien op www.wew.nu/subgroepen/exoten.

Er zijn diverse zoektermen mogelijk, zoals taxonomische groep, habitat, status (erkende exoot, voorgestelde exoot), herkomst, jaar van eerste waarneming, etc. De lijst bevat momenteel nog vooral aquatische organismen, maar het is de bedoeling dit te verbreden met terrestrische organismen. Inmiddels (2006) vindt coördinatie plaats met de lijsten van Naturalis.

3.2 Tijdreeksen

Geleidelijk komen ook tijdreeksen beschikbaar. De beste reeksen zijn gemaakt voor aquatische organismen.

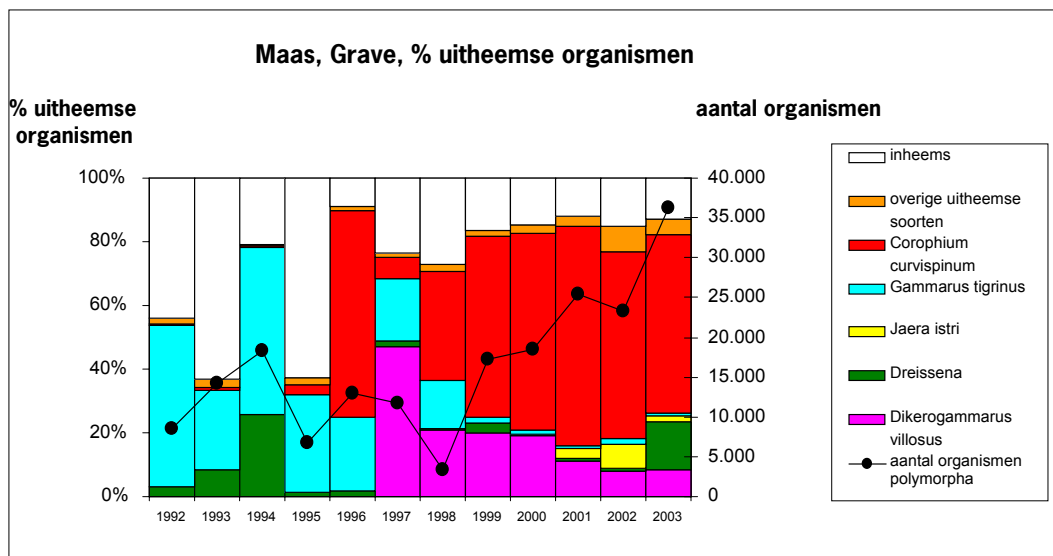
Figuur 1 geeft reeksen voor respectievelijk zoetwaterorganismen en zoutwater-organismen. De figuur laat zien dat het aantal uitheemse soorten, maar ook het aantal *nieuwe* uitheemse soorten per tijdvak, in Nederlandse wateren al een stijgende lijn vertoont sinds er bruikbare informatie over beschikbaar is. De belangrijkste oorzaken zijn transport door schepen (als aangroei op de romp en in ballastwater), schelpdiertransporten, de aanleg van infrastructurele werken – vooral kanalen - en natuurlijke areaaluitbreiding vanuit aangrenzende gebieden. Dat laatste gebeurt steeds vaker als gevolg van de klimaatverandering.



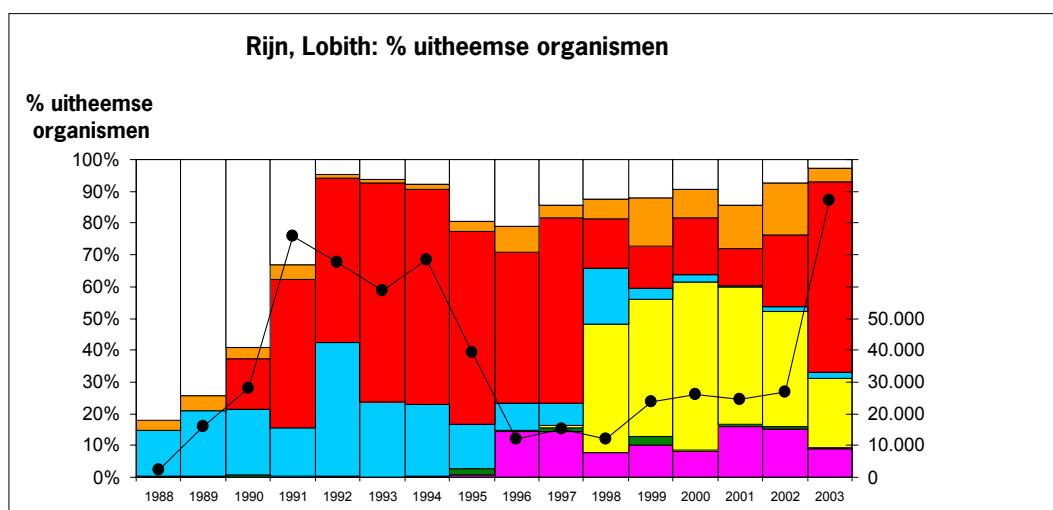
Figuur 1. Aantal in Nederlandse wateren binnengekomen soorten per periode van 50 jaar. (Gebaseerd op Van der Velde et al. [2003], Wolff [2005] en ongepubliceerde data van Van der Velde & Wolff).

Monitoring, ook in de landen om ons heen, is van groot belang om potentiële invasies te kunnen zien aankomen. De eisen die de Europese Kaderrichtlijn Water stelt vormen daarvoor een extra argument.

De figuren 2 en 3 tonen het invasieproces van ongewervelde dieren in de Maas en de Rijn, gedurende de laatste decennia. Deze bemonstering heeft alleen plaatsgehad in de aangegeven periode. Het percentage uitheemse organismen betreft het percentage van het totale aantal op het substraat aangetroffen individuen. De veranderingen zijn spectaculair, maar daarbij passen twee kanttekeningen.



Figuur 2. Ontwikkeling van het percentage uitheemse organismen in de Maas, gemeten bij Grave. (Gebaseerd op ongepubliceerde gegevens van Greydanus-Klaas, RIZA).



Figuur 3. Ontwikkeling van het percentage uitheemse organismen in de Rijn, gemeten bij Lobith. (Gebaseerd op ongepubliceerde gegevens van Greydanus-Klaas, RIZA).

Ten eerste betreft het monsters in grensplaatsen. Dat wil zeggen dat deze soorten weliswaar binnen onze landsgrenzen werden aangetroffen, maar dat het op het moment van bemonstering nog niet zeker was of ze verder zouden komen dan die grensplaatsen, hoewel dat natuurlijk wel in de lijn der verwachting lag.

Ten tweede betreft het resultaten van bemonsteringen met *kunstmatig* hard substraat dat gedurende 4 weken in de rivier werd geplaatst. Dit geeft dus niet de gewone levensgemeenschap weer, maar de ontwikkeling en vestigingsdruk (*propagule pressure*) van exoten. Voor de ontwikkeling op 'natuurlijk' hard substraat kan eventueel de reeks van stenenbemonstering in de IJssel worden gebruikt (jaarlijks) of de gegevens (eens per 4 jaar) van het meetnet van Rijkswaterstaat, de MWTL (Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands). Dat heeft tevens als voordeel dat het geen grensplaatsen meer betreft.

Enkele belangrijke landelijke cijfers over de snelheid van inburgering van exoten zijn:

- 1 soort per jaar in zoet water;
- 1 soort per jaar in zout water;
- 1 plantensoort per half jaar;
- 1 soort geleedpotige per vier maanden.

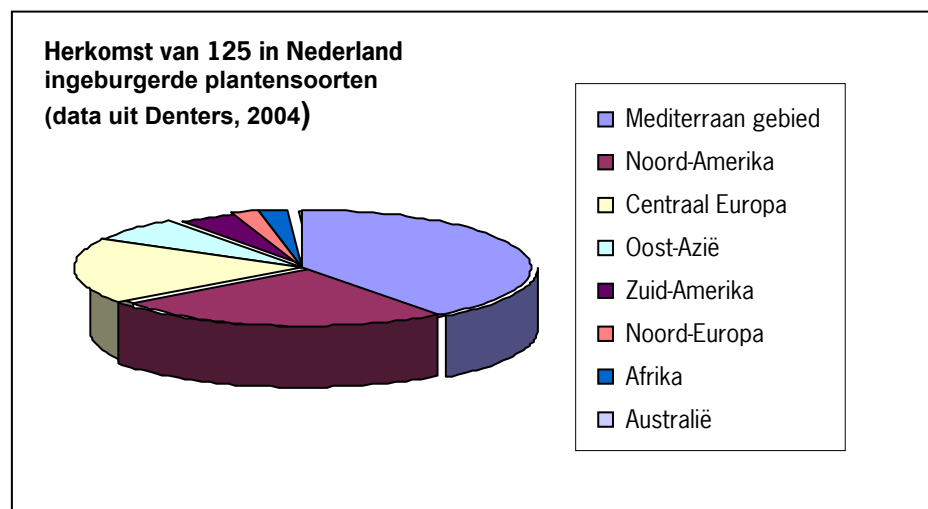
Meest spectaculair zijn de veranderingen in de Rijn en de Maas. Daar heeft in de laatste twee decennia een stille revolutie plaatsgevonden in de ongewervelde macrofauna.

3.3 Analyses

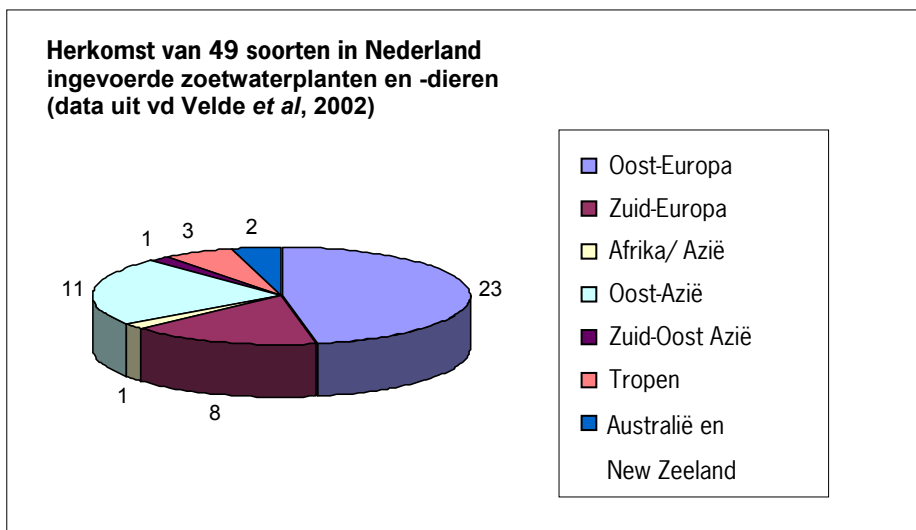
Naast soortenlijsten komen geleidelijk ook analyses beschikbaar van groepen exoten. Zo zijn er analyses naar:

- Geografische herkomst;
- Oorzaak van vestiging: spontaan of geïntroduceerd?
- Bij spontane vestiging: door klimaatverandering of door afbraak van geografische barrières?
- Bij introductie: opzettelijk of onopzettelijk?
- Bij opzettelijke introducties: met welk doel?
- Route/pathway: wegverkeer, treinen, schepen, vliegtuigen;
- Aard van de route: personenverkeer, goederenstroom naar soort;
- Habitat van vestiging.

Voorbeelden staan in de figuren 4 en 5.



Figuur 4. Herkomst van 125 in Nederland ingeburgerde plantensoorten. Bron: Denters, 2004



Figuur 5. Herkomst van 49 soorten in Nederland ingevoerde zoetwaterplanten en -dieren. Bron: Van der Velde et al. (2003)

Andere analyses voor planten, geleedpotigen en gewervelde dieren zijn te vinden in Van der Weijden, Leewis & Bol (2007). De drie volgende subparagrafen geven daarvan een overzicht.

3.3.1 Planten

De 360 uitheemse, ingeburgerde planten kunnen als volgt worden onderverdeeld:

- 130 soorten zijn ingeburgerd vóór AD 1500;
- 85 soorten zijn ingeburgerd in de 19^e eeuw;
- 145 soorten zijn ingeburgerd in de 20^e eeuw.

Het tempo van invasies neemt toe. In de periode 1500-1996 was sprake van inburgering van 1 soort per 3 jaar. Maar in 1962-1996 was dat 2 soorten per jaar, wat 6x zo snel is.

Maar liefst tweederde van de nieuwkomers vestigde zich vanuit tuinen. Een kwart breidde zijn verspreidingsgebied uit vanuit aangrenzende regio's. De resterende 10% werd onopzettelijk geïntroduceerd als meelifter op schepen, treinen en auto's. De laatste groep wordt aangeduid als adventiefplanten.

Meer dan de helft van de nieuwkomers vestigde zich in een urbane omgeving: 60% daarvan in straten and 20% op stenen muren. Dat komt onder meer door klimaatverandering, die het sterkst voelbaar is in stenige milieus. Niet toevallig komen de meeste nieuwkomers uit warme landen.

De urbane flora bestaat inmiddels uit ca. 700 soorten – bijna de helft van de Nederlandse flora! En van deze flora is een derde exoot, beduidend meer dan bij de totale flora (een kwart).

3.3.2 Amfibieën, vogels en zoogdieren

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van exotische landzoogdieren, vogels en amfibieën in Nederland.

Tabel 3. Exotische landzoogdieren, vogels en amfibieën in Nederland

	Meegelift dan wel geïmporteerd voor	Ingeburgerd in NL sinds	Herkomst	Schade/risico in NL
Zoogdieren: 13 soorten				
huiskat	huisdier	oudheid	N. Afrika/Z. Azië	predatie wilde fauna
damhert	jacht, productie	oudheid	ZO Europa/ZW Azië	overbegrazing
konijn	productie, jacht	13 ^e eeuw	ZW Europa	vraat gewassen, graven
bruine rat	lift met schepen	17 ^e eeuw	O. Azië	vector ziektekiemen, vraat, voedsel, leidingen etc.
moeflon	jacht	1909	Corsica/Sardinië	concurrentie?
Amerikaans nerts	productie	1929	N. Amerika	vraat gewassen,
beverrat	productie	1935	Z. Amerika	aantasting oevers
muskusrat	productie	1946	N. Amerika*	ondergraven waterkeringen
wasbeer	productie	1960	N. Amerika*	concurrentie
Siberische grondeekhoorn	dierentuinen	1972	O. Azië	
wasbeerhond	productie, jacht	1986	O. Azië*	concurrentie?
muntjak	sier	1998	China/Taiwan	vraat bosvegetatie, concurrentie
Vogels: 9 soorten				
fazant	sier, jacht	500-800	W. Azië	
mandarijneend	sier	1964	O. Azië	
halsbandparkiet	sier	ca.1968	Afrika/Z. Azië	concurrentie
Nijlgans	sier	1967	Afrika	concurrentie?
rosse stekelstaart	sier	1973	N. Amerika	
Canadese gans	sier	1977	N. Amerika	vraat gewassen, plattreden oevers, eutrofiëring
Indische gans	sier	1977	NO Azië	
zwarte zwaan	sier	1985	Australië	
huiskraai	lift met schepen	1997	Z. Azië	infecties, concurrentie?
Reptielen: 0 soort				
Amfibieën: 2 soorten				
brulkikker	tuincentra/vijvers	1980-90	Amerika	concurrentie
Ital. kamsalamander	tuincentra/vijver	1997	Italië	concurrentie
Totaal: 23 soorten				

Indirecte introductie: elders in Europa ingevoerd, vervolgens ontsnapt of vrijgelaten en op eigen kracht naar Nederland gekomen. Bronnen: Bal (2004), aangevuld met Lange *et al.* (1994), Nowak (1999), Van Dam (2000) en SOVON (2002).

Enkele veelzeggende punten voor amfibieën, vogels en zoogdieren:

- Van de 23 geïntroduceerde soorten zijn er 6 wijd verspreid: konijn, bruine rat, huiskat, muskusrat, beverrat en Nijlgans;
- 18 introducties dateren uit de 20e eeuw, slechts 5 uit eerdere perioden. Dat hoeft niet te betekenen dat het tempo van introducties navenant sterk is toegenomen, want er kunnen oudere introducties zijn geweest die na verloop van tijd zijn mislukt en daarom niet in de lijst zijn gekomen;

- De meeste soorten komen oorspronkelijk uit gematigde klimaatzones op het noordelijk halfrond. Slechts 2 (beverrat en zwarte zwaan) komen van het zuidelijk halfrond. En 4 (beverrat, halsbandparkiet, nijlgans en huiskraai) komen uit de tropen;
- 16 soorten komen uit de Oude Wereld, waarvan 3-4 (konijn, moeflon, Italiaanse kamsalamander en mogelijk damhert) uit Zuid Europa; 7 soorten komen uit de Nieuwe Wereld;
- Maar liefst 20 van de 23 soorten zijn opzettelijk geïntroduceerd, vooral voor productie, jacht en sier. De vogels zijn bijna allemaal ingevoerd voor de sier (vooral voor watervogelcollecties), de meeste zoogdieren voor (bont)productie en/of jacht;
- van de ingevoerde soorten betreft indirecte introducties (ze zijn eerst elders in Europa geïntroduceerd en hebben vervolgens op eigen kracht Nederland weten te bereiken): muskusrat, wasbeer en wasbeerhond;
- Slechts 2 soorten (bruine rat en recent huiskraai) zijn meegelift, namelijk met schepen;
- Vier soorten, alle zoogdieren, richten op grote schaal schade aan: huiskat, konijn, bruine rat en muskusrat. Het lijkt er op dat ook onder de exotische vogels de eerste zich tot plaag ontwikkelt: de nijlgans.

3.3.3 Geleedpotigen (arthropoda)

Voor de geleedpotigen hebben we Reemer (2003) als bron gebruikt. De totale lijst exotische geleedpotigen komt op 104 soorten, waarbij 1950 als ijkjaar is gebruikt. Daardoor is het aantal exoten relatief laag (<1%). Laten we de actieve verspreiders (veelal klimaatgedreven) buiten beschouwing, dan komt het aantal op 67 soorten. Een nadere analyse van de 104 soorten levert het volgende beeld op:

- 73% komt uit Europa, 27% van elders;
- De soorten van elders komen uit alle werelddelen uitgezonderd Antarctica, met een relatief groot aandeel (11%) uit Noord-Amerika;
- De Europese soorten hebben zich grotendeels (88%) op actieve wijze gevestigd, dus zonder hulp van de mens;
- De niet-Europese soorten hebben zich alle op passieve wijze gevestigd door introductie. Wel heeft een deel daarvan zich eerst elders in Europa gevestigd en daarna op eigen kracht Nederland bereikt.

Helaas vermeldt Reemer niet hoe deze aantallen zich verhouden tot het totale aantal soorten van deze groepen in Nederland, dus welk *percentage* van de soorten exoot is.

De ontwikkelingen gaan onrustbarend snel. Alleen al sinds 1992 hebben zich 30 soorten gevestigd en sterk uitgebreid. Dat is bijna 3 per jaar. Van deze groep hebben Van der Weijden, Leewis & Bol (2007) een nadere analyse gemaakt:

- 19 soorten komen uit Europa, 7 direct of indirect uit Noord-Amerika en 1 uit zowel Zuid-Amerika, Azië, Afrika en Australië. Het overgrote deel komt dus van het noordelijk halfrond;
- De meeste vestigingen uit Europa zijn actief en waarschijnlijk klimaat-gedreven;
- Bij de passieve verspreidingen is de belangrijkste vector: import van plantmateriaal (7 soorten). Andere vectoren zijn: import van appels, tabak, honden, import voor biologische bestrijding en scheepvaart (alle 1 soort);
- Bij passieve verspreiding (introducties dus) gaat het slechts in één geval om opzettelijke verspreiding door de mens (namelijk voor biologische bestrijding), in de overige gevallen om onopzettelijke verspreiding, dus om 'verstekelingen';
- Van de 11 soorten die van buiten Europa komen is er 1, de netwants *Stephanitis takeyai* uit Japan, het eerst in Nederland zelf aangetroffen, waarschijnlijk niet toevallig bij Boskoop, wereldspeler op het gebied van de boom- en heesterteelt.

Interessant is ook het beeld van nut en schadelijkheid:

- Van alle 104 exoten geldt 7% als nuttig en 36% als schadelijk;
- Van de Europese soorten geldt 22% als schadelijk, van de niet-Europese soorten is dat zelfs 75%;
- Van de 30 sinds 1992 gevestigde exoten zijn er niet minder dan 23 (77%) schadelijk of potentieel schadelijk voor samenleving en/of natuur;
- De schade doet zich voor in landbouw, bosbouw, sierplanten en –bomen, de menselijke leef- en werkomgeving en de gezondheid van mens en dier. Veruit de meest voorkomende schade is aantasting van planten. Daarnaast: huidirritatie bij vee en huisdieren, overbrenging van ziekten en zelfs vraat aan oude boeken en zoölogische collecties;
- Over de effecten op de natuur is weinig bekend. Er is geen geval bekend van een soort die een ecosysteem sterk beïnvloedt. Wel wordt van één invasieve soort sprinkhaan en één soort hooiwagen vermoed dat ze inheemse concurrenten verdringen.

Dergelijke analyses leveren aanknopingspunten voor sturing.

3.4 Impact op natuur, economie en volksgezondheid

Exoten hebben in veel gevallen weinig impact. In sommige gevallen hebben ze een gunstige impact. In het bijzonder introducties van gewassen hebben wereldwijd veel welvaart gebracht. Meestal zijn dit beheerste introducties: de gewassen blijven op de percelen waar ze zijn gezaaid of gepoot. Daarom noemen veel auteurs ze niet invasief. In weer andere gevallen zijn de gevolgen schadelijk tot zeer schadelijk. De belangrijkste schade betreft de natuur, de economie en de volksgezondheid.

In tabel 4 stippen we kort een aantal gevolgen aan die exoten in Nederland (kunnen) hebben. Voor uitvoeriger beschrijvingen verwijzen we naar Van der Weijden, Leewis & Bol (2007) en voor de effecten op de volksgezondheid naar de bijlage.

Over het effect op de biodiversiteit bestaat veel verwarring. Elke bio-invasie heeft in eerste instantie per definitie drie effecten op de biodiversiteit, afhankelijk van de schaal:

- De diversiteit ter plaatse neemt *toe* met 1 soort;
- De diversiteit tussen plaatsen/biota's⁵ neemt *af* met 1 soort;
- De wereldwijde diversiteit verandert *niet*.

We zouden dit de 'schaalparadox' kunnen noemen.

In tweede instantie kan de diversiteit ter plekke weer afnemen omdat de exoot één of meer inheemse soorten verdringt. Dat komt zelden voor in oceanen en continenten, maar des te vaker op eilanden en in meren. Sterft een endemische soort uit, dan is dat een onherstelbaar verlies voor de locale en de mondiale biodiversiteit.

In Nederland zal niet vaak een endemische soort uitsterven om de eenvoudige reden dat ons land zeer weinig endemische soorten kent. Maar dat is niet erg relevant. Het gaat immers niet om landsgrenzen, maar om bio-geografische grenzen.

⁵ Biota is de combinatie van flora en fauna in een gebied.

Tabel 4. Belangrijkste schadelijke effecten van invasieve exoten in Nederland

Schade aan	Voorbeeld exoot
<p>Natuur/biodiversiteit/landschap</p> <ul style="list-style-type: none"> • verdringen inheemse soort door competitie • aantasting inheemse soort (predatie, vraat, parasitisme, ziekte) • schade aan biotoop 	<p>Japanse duizenknoop, Am. rivierkreeft muntjac, fazant muntjac</p>
<p>Plantaardige productie (landbouw, tuinbouw en bosbouw)</p> <ul style="list-style-type: none"> • productieverliezen door herbivoren, parasieten of pathogenen 	<p><i>Phytophthora</i>, aaltjes</p>
<p>Dierlijke productie</p> <ul style="list-style-type: none"> • productieverliezen door pathogenen en parasieten • productieverliezen door prionen • productieverliezen door herbivoren 	<p>MKZ-, varkenspest, vogelgriepvirus BSE Nijlgans?</p>
<p>Visserij en aquacultuur</p> <ul style="list-style-type: none"> • verdringing inheemse soorten 	<p>Japanse oester, <i>Spartina</i> slijkgras</p>
<p>Scheepvaart</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>fouling</i> scheepshuiden > verlies snelheid en/of energie 	<p>driehoeksmossel</p>
<p>Waterhuishouding</p> <ul style="list-style-type: none"> • ondermijning van dijken • verstopping van waterwegen 	<p>in 18^e/19^e eeuw: paalworm; sinds 1946: muskusrat grote waternavel</p>
<p>Industrie en energiecentrales</p> <ul style="list-style-type: none"> • verstoppen van in- en uitlaten van koelwater 	<p>driehoeksmossel</p>
<p>Recreatie en toerisme</p> <ul style="list-style-type: none"> • schade aan stranden 	<p>Japanse oester</p>
<p>Bomen in parken en straten</p> <ul style="list-style-type: none"> • aantasting door parasieten 	<p>schimmel iep, mot paardekastanje</p>
<p>Milieu</p> <ul style="list-style-type: none"> • chemische bestrijding • MCPA bij grote waternavel 	<p>methylbromide bij import</p>
<p>Volksgezondheid</p> <ul style="list-style-type: none"> • ziekten door virussen • nieuwe variant ziekte van Creutzfeldt-Jakob • allergie en huid- en slijmvliesontsteking door planten en dieren • astma 	<p>influenza- en HIV-virus BSE-prion reuzenberenklauw, eikenprocessierups kakkerlakken</p>

4 Mogelijke indicatoren

4.1 Doel en eisen

Doel van invasie-indicatoren is: met relatief geringe inspanning inzicht krijgen (liefst kwantitatief) in het invasieproces en de gevolgen daarvan.

Om aan dit doel te beantwoorden moet een indicator beantwoorden aan de volgende eisen:

- *Geschikt voor de gekozen doelstelling*: louter informatief of ook gericht op handelen?
- *Eenduidig*: er moet geen verwarring ontstaan over welk proces of probleem de indicator indiceert;
- *Begrijpelijk*, ook voor de geïnteresseerde leek en de beleidsmaker;
- *Redelijk eenvoudig meetbaar* tegen kosten die in verhouding staan tot het belang. Door gebruik te maken van diverse monitoringsprogramma's - in onderlinge samenhang - kunnen de kosten beperkt worden gehouden;
- *Gevoelig, maar toch robuust*: reageert op verandering, maar niet zo heftig dat de 'ruis' het 'signaal' maskeert. Geschikt voor een meetfrequentie van eens per jaar.

Een indicator kan een enkel getal zijn, maar ook een combinatie van getallen (index), of een beschrijving of combinatie van beschrijvingen. De eisen worden in het onderstaande toegepast.

4.2 Typen indicatoren

Onder verwijzing naar wat hierboven bij de definitie van een indicator is gezegd, stellen we vast dat er voor het doel van dit project zeven typen van indicatoren nodig zijn, onder te verdelen in drie hoofdtypen en zeven subtypen. Dat zijn indicatoren voor:

- Het invasieproces;
- De impact van exoten op:
 - natuur en biodiversiteit
 - het milieu
 - de volksgezondheid
 - de economie
- De risico's van exoten:
 - kans op nieuwe invasies
 - mogelijke schade van die invasies.

Alle zeven zijn nader nog verder onder te verdelen in subindicatoren, die in combinatie het hele proces/probleem zouden moeten indiceren.

4.2.1 Indicatoren voor het invasieproces

Mogelijke indicatoren voor het aandeel van exoten per taxon en per ecosysteem:

- Cumulatief aantal exoten dat zich heeft gevestigd, totaal en uitgesplitst naar taxon (soortgroep) en per ecosysteem;
- Aandeel exoten in het totale aantal soorten in het desbetreffende gebied;
- Aandeel exoten in biomassa. Deze indicator is slechts in enkele gevallen meetbaar;
- Aandeel exoten in het ruimtebeslag van soorten. Ook slechts in enkele gevallen meetbaar;
- Aandeel exoten in aantallen individuen.

Laatstgenoemde drie indicatoren zijn slechts in enkele gevallen meetbaar, vooral bij soorten die woekeren ('swampen'), zoals de reuzenbereklauw en de Japanse oester. Voor toepassingen op de macrofauna van de Rijn en de Maas, zie de figuren 2 en 3.

De *geïntroduceerde* soorten vormen een subset van alle exoten. Als het gaat om handelen is het veruit de belangrijkste subset. Dus kunnen we steeds als subindicator noemen: het aantal *geïntroduceerde* soorten (totaal minus klimaat-gedreven en infrastructuur-gerelateerde invasies). Of: het percentage geïntroduceerde soorten als percentage van het totale aantal exoten respectievelijk het totale aantal soorten.

Verdere onderverdeling is zinvol, in het bijzonder onderscheid tussen *opzettelijk* en *onopzettelijk* geïntroduceerde soorten: van de eerste categorie is meestal redelijk bekend waar ze zich bevinden en hoeveel het er zijn (tot het uit de hand loopt), bij de tweede categorie is dat vaak minder het geval. Dat kan ook nuttig zijn om te bepalen waarop het beleid zich het best kan richten.

Mogelijke indicatoren voor de snelheid van het invasieproces:

- Alle bovengenoemde indicatoren en subindicatoren, maar dan vergeleken met eerdere monitoringsperioden. Voor een toepassing op aquatische soorten, zie figuur 1;
- Het absolute aantal exoten dat *zich uitbreidt*, totaal en uitgesplitst naar taxon en ecosysteem.

4.2.2 Indicatoren voor de invasiegeschiedenis: frequentie, routes en vehikels

Het is van groot belang te weten door welke oorzaak exoten hier zijn gekomen: door klimaatverandering, introductie (al dan niet opzettelijk), aanleg van infrastructuur (vooral kanalen) of door een combinatie van die factoren.

Voor de geïntroduceerde soorten is het van groot belang te weten uit welke regio ze zijn geïntroduceerd via welke route, met welk vehikel en met welke verkeers- of goederenstroom. Dit geldt niet alleen voor directe, maar zeker ook voor indirecte introducties. Die laatste hebben als voordeel dat we al iets weten over het succes in tussenliggende landen, zodat we een meer betrouwbare risicoanalyse kunnen opstellen.

Een interessante nieuwe ontwikkeling is de toepassing van moleculair-genetische identificatietechnieken. Daarmee kan op populatieniveau worden vastgesteld of we te maken hebben met één invasie of met meerdere opeenvolgende invasies van de betrokken exoot. Dat is van groot belang voor de beheersbaarheid. Betreft het een eenmalige invasie, dan kan het effectief zijn te mikken op uitroeien. Maar betreft het meerdere invasies, dan zal uitroeien hooguit een tijdelijk effect hebben en kan het effectiever zijn de invoer-vector aan te pakken.

Bovendien kunnen we vaststellen uit welke regio('s) de exoot afkomstig is. Dan kan helpen om risicostromen te identificeren en de schaarse beheersingsmiddelen daar in te zetten waar ze het meeste effect hebben.

Deze soortgerichte aanpak kunnen we ook gebruiken voor een gebiedsgerichte aanpak, namelijk door de resultaten van verschillende gebieden met elkaar te vergelijken. Zo kunnen we *risicogebieden* identificeren (bijvoorbeeld de Oosterschelde tegenover de Waddenzee of Brabantse bossen tegenover de Veluwe).

Kandidaat-indicatoren zijn:

- Aantal soorten dat zich heeft gevestigd uitgesplitst naar klimaatverandering, introductie, aanleg van infrastructuur of een combinatie van die factoren;
- Aantal geïntroduceerde exoten in een bepaald gebied naar geografische herkomst en route. Zie voorbeelden figuur 4 (herkomst stadsplanten) en figuur 5 (herkomst zoetwaterorganismen);
- Idem naar vehikel (zeeschip, binnenvaartschip, vliegtuig, trein, auto). Bij schepen kunnen we nader uitsplitsen naar introductie via scheepshuid, ballastwater en vracht;
- Idem naar verkeers- of goederenstroom (bijvoorbeeld toerisme, sierplanten, vee, ballastwater);
- Subsets: als b t/m d, uitgesplitst naar *opzettelijk* en *onopzettelijk* geïntroduceerde soorten;
- Als b, maar dan op populatieniveau: aantal genotypen van een soort.

4.2.3 Indicatoren voor de effecten van exoten

Mogelijke indicatoren voor de **overall effecten**:

- Aantal exoten met schadelijk geachte impact, absoluut en als percentage van het totale aantal exoten⁶;
- Subset van a: *geïntroduceerde* soorten, uitgesplitst naar *opzettelijk* en *onopzettelijk* geïntroduceerde soorten;
- Aantal soorten met gunstig geachte impact;
- Als a, b of c, maar dan als percentage van het totale aantal geïntroduceerde exoten;
- Aantal soorten met ongewenst geachte impact minus aantal soorten met gewenst geachte impact.

Zoals gezegd is schade geen eenduidig begrip, omdat tussen mensen en groepen mensen verschillen zijn in belangen en waarden. Los daarvan zijn begrippen als 'schade', 'gunstig' en 'ongunstig' vaak alleen per soort te definiëren. Zie hiervoor tabel 3.

Mogelijke indicatoren voor de effecten van exoten op **natuur en biodiversiteit**:

- Aantal inheemse soorten dat door invasieve exoten wordt verdrongen⁷;
- Aantal rodelijstsoorten dat door invasieve exoten wordt verdrongen.

Mogelijke indicatoren voor de effecten van exoten op het **milieu**:

- Effect exoten op waterkwaliteit, direct door bijvoorbeeld filtering (driehoeksmossel), indirect door het gebruik van bestrijdingsmiddelen (vooral tegen grote waternavel);
- Aandeel exotische plagen in het gebruik van bestrijdingsmiddelen;
- Idem, gewogen naar het milieueffect van de gebruikte bestrijdingsmiddelen;
- Aantal exoten dat chemisch wordt bestreden.

⁶De *tens rule* voorspelt dat van de geïmporteerde soorten ca. 10% in het veld wordt geïntroduceerd, dat daarvan 10% zich sterk verspreidt en dat ca. 10% van die laatste 10% schade aanricht. Van de 100 geïntroduceerde soorten zou er dus slechts 1 schadelijk zijn. In de literatuur worden echter vaak hogere percentages genoemd, met name voor dieren. Van de 24 exotische gewervelde dieren die in Nederland zijn geïntroduceerd (tabel 3) zijn er 4-5 schadelijk. Dat komt overeen met 17-21%. Daarbij moet wel worden aangetekend dat zulke getallen erg gevoelig zijn voor (verschillen in) definities.

⁷Bij exoten is vaak een duidelijke *lag*-fase waarneembaar, gevolgd door een log-fase met snelle groei. Daarna komt de groei tot stilstand en neemt de dichtheid af tot een veel lager niveau. In de log-fase is verdringing duidelijk waarneembaar (in de Rijn bijvoorbeeld door de Kaspische slijkgarnaal), naderhand kan dat effect grotendeels verdwijnen.

Mogelijke indicatoren voor de impact van exoten op de **volksgezondheid**.

Invasies van exotische planten, dieren en micro-organismen kunnen oorzaak zijn van menselijke ziekten. Dat kan op tenminste vier manieren:

- Exotische pathogenen of parasieten worden rechtstreeks geïntroduceerd (en vervolgens al dan niet verspreid) door mensen;
- Exotische pathogenen of parasieten worden (onbedoeld) geïmporteerd met planten, dieren, plantaardige producten of dierlijke producten;
- Pathogenen of parasieten zijn geassocieerd met in het veld geïntroduceerde exotische plant- en diersoorten;
- Exotische planten of dieren die zich spontaan hebben gevestigd of zijn geïntroduceerd zijn zelf pathogeen.

Bijlage 1 laat zien dat de twee eerstgenoemde categorieën het belangrijkste zijn. De twee andere categorieën zijn minder belangrijk, maar sluiten beter aan bij het thema van dit document.

Mogelijke indicatoren zijn:

- Prevalentie: het aantal zieken door een bepaalde aandoening in een bepaalde populatie in een bepaald tijdvak;
- Incidentie: het aantal nieuwe zieken door een bepaalde aandoening in een bepaalde populatie in een bepaald tijdvak;
- Aantal ziektedagen per jaar;
- Mortaliteit: aantal sterfgevallen door een bepaalde aandoening in een gedefinieerde populatie;
- Mortaliteit: aantal sterfgevallen door een bepaalde aandoening in een gedefinieerde populatie;
- Aantal verloren levensjaren;
- Aantal verloren levensjaren gewogen als *Disability-Adjusted Life Years (Dalys)*⁸;
- Aantal verloren levensjaren gewogen als *Quality-Adjusted Life Years (Qualys)*⁹;
- Aandeel van exotische bacteriën in het gebruik van antibiotica in volksgezondheid en veehouderij.

Mogelijke indicatoren voor de effecten van exoten op de **economie**:

- Directe kosten van exoten voor:
 - monitoring en onderzoek
 - preventie van invasies in Nederland (bijvoorbeeld in de landbouw door grenscontroles en in ziekenhuizen door hygiënemaatregelen ter voorkoming van invasies van resistente bacteriën)
 - bestrijding en zorg (bij mensen en huisdieren)
- Indirecte kosten/schade door:
 - productieverliezen als gevolg van ziekte van mensen
 - productieverliezen als gevolg van schade aan vee en gewassen
 - het wegvallen van afzetmarkten
- Directe baten van exoten (bijvoorbeeld visvangst);
- Indirecte baten van exoten (bijvoorbeeld extra toerisme);
- Saldo van kosten minus baten.

Al deze posten zijn in beginsel uit te splitsen naar sector, in het bijzonder landbouw, bosbouw, veehouderij, visserij, aquacultuur, waterhuishouding, natuurbeheer, recreatie en toerisme, stedelijk groen, volkshuisvesting, volksgezondheid.

⁸ Het aantal *Dalys* is het aantal gezonde levensjaren dat een populatie verliest door ziekten.

⁹ Bij *Qualys* wordt de kwaliteit van een levensjaar bepaald via enquêtes.

4.2.4 Indicatoren voor risico's

Mogelijke indicatoren voor de **kans op invasies**:

- Per verkeers- en vervoersstroom: invasiekans per stroom x verwachte omvang van die stroom;
- Door klimaatverandering: invasiekans per graad temperatuurstijging x verwachte temperatuurstijging.

Mogelijke indicatoren voor **risico's** van invasies (kans x schade). Zulke indicatoren moeten worden gebaseerd op een reeks risicoanalyses per soort, met als componenten:

- Kans op introductie of spontane vestiging;
- Schade van de soort elders, vooral in landen met overeenkomstig klimaat en habitats (*swamping*, vergiftiging, predatie, vraat, parasitisme, ziekte);
- Beheersbaarheid en kosten van beheersing;
- Niche: concurrentie te verwachten met inheemse soorten?

Mogelijke indicatoren:

- Kans op invasie van schadelijk geachte soorten x verwachte schade;
- Idem naar geografische herkomst, vervoermiddel en verkeers- en vervoersstroom;
- Idem naar ecosysteem: mate van verstoring, bodemeigenschappen, gehalten en instroom van voedingsstoffen, fluctuaties daarin, etcetera.

4.2.5 Indicatoren voor bewustwording en beleid

Mogelijke indicatoren voor bewustwording (kennis, inzicht en besef van het belang van invasieve exoten bij beleidsmakers, betrokkenen en het bredere publiek):

- Plaats van het thema 'exoten' of 'bio-invasies' in curricula van het onderwijs (biologie, ecologie, landbouwwetenschappen, geneeskunde) op alle niveaus (basis, voortgezet en universitair onderwijs);
- Aantal artikelen in de pers en in vakbladen van bedrijfstakken (bijv. tuincentra) en natuur- en milieuorganisaties;
- Hoeveel burgers kennen sleuteltermen als 'exoot' en 'bio-invasie' en enkele daarmee samenhangende basisnoties, zoals het onderscheid tussen klimaat-, transport- en infrastructuurgerelateerde invasies?
- Idem bij cruciale doelgroepen zoals beleidsmakers, tuincentra, aquariumhandel, bloemenveilingen en toeristen.

Mogelijke indicatoren voor **beleid**:

- Aantal soorten exoten waarvoor een risicoanalyse en een preventie- en bestrijdingsplan is gemaakt;
- Capaciteit en budget om schadelijk geachte soorten snel na introductie in de kiem te smoren (monitoring, bestrijdingsmiddelen, ruimingsmiddelen voor geïnfecteerd vee, vaccins, antivirale middelen, antibiotica, behandelingscapaciteit ballastwater, quarantaineruimten);
- Mate waarin incentives voor preventie en bestrijding zijn ingevoerd (aansprakelijkheid importeur, certificeringssysteem, schadevergoedingsregeling voor de ondernemer die een schadelijke exoot meldt).

4.3 Bruikbaarheid indicatoren

Alle genoemde indicatoren zijn verdedigbaar, maar ze voldoen niet allemaal aan de eerdergenoemde set van criteria. Ook zijn voor sommige indicatoren eerst nadere definities nodig. Denk aan begrippen als 'verstoring', risicoanalyse etc. Veel indicatoren zijn jaarlijks meetbaar op basis van inventarisaties door stichtingen als FLORON, SOVON, RAVON en European Invertebrate Survey (EIS).

Maar het is niet nodig om al deze indicatoren te gebruiken. Beter is het een selectie te maken. Daarvoor doen we voorstellen in het volgende hoofdstuk.

5 Aanbevelingen voor indicatoren

Voor het beleid is het van belang om te kunnen werken met een zo klein mogelijke set indicatoren. Anderzijds mag het aantal niet zo klein worden dat de indicatoren weinig meer zeggen en geen aanknopingspunten meer bieden voor sturing. Als tussenweg stellen we de volgende indicatoren voor:

1. Percentage exotische soorten (*inclusief* klimaat-gedreven soorten) in zoet water

Subindicatoren:

- a. Percentage geïntroduceerde (dus *exclusief* klimaat-gedreven) exoten, onderverdeeld in opzettelijke en onopzettelijke introducties;
- b. Percentage geïntroduceerde exoten x percentage exoten dat zich uitbreidt;
- c. Percentage schadelijk geachte exoten x aantal exoten dat zich uitbreidt;
- d. Percentage (schadelijk geachte) ingeburgerde exoten naar herkomst (geografisch, route en transportstroom, leveringsketen).

2. Percentage exoten (*inclusief* klimaat-gedreven soorten) in zout water

Subindicatoren:

- a. Percentage geïntroduceerde (dus *exclusief* klimaat-gedreven) exoten, onderverdeeld in opzettelijke en onopzettelijke introducties;
- b. Percentage geïntroduceerde exoten x percentage exoten dat zich uitbreidt;
- c. Percentage schadelijke exoten x aantal exoten dat zich uitbreidt;
- d. Percentage (schadelijke) ingeburgerde exoten naar herkomst (geografisch, route en transportstroom, leveringsketen).

3. Percentage exoten (*inclusief* klimaat-gedreven soorten) op land

Subindicatoren:

- a. Percentage geïntroduceerde (dus *exclusief* klimaat-gedreven) exoten, onderverdeeld in opzettelijke en onopzettelijke introducties.
- b. Percentage geïntroduceerde exoten.
- c. Percentage geïntroduceerde exoten x percentage exoten dat zich uitbreidt.
- d. Percentage schadelijke exoten x aantal exoten dat zich uitbreidt.
- e. Percentage (schadelijke) ingeburgerde exoten naar herkomst (geografisch, route, transportstroom, leveringsketen).

Tot slot doen we de volgende aanbevelingen met betrekking tot indicatoren:

1. Registreer in een centrale databank voor elke exoot de volgende gegevens:
 - Wetenschappelijke naam;
 - Engelse naam;
 - Nederlandse naam (als die bestaat);
 - Jaar en datum van eerste waarneming;
 - Geografische herkomst + biotoop/habitat aldaar;
 - Verspreidingsroute;
 - Plaats en biotoop van eerste waarneming;
 - Vermoedelijk vehikel en vermoedelijke transportstroom.

2. Registreer apart de indirecte invasies (bijvoorbeeld uit Azië via België naar Nederland, en via kanalen tussen stroomgebieden). Dat geeft een indicatie van het belang om internationaal samen te werken en met welke landen.
3. Houd er rekening mee dat het onderscheid tussen 'passieve' en 'actieve' vestiging soms kunstmatig is: niet zelden is het een combinatie.
4. Houd rekening met ecologische traagheden: *time lags*. Die kunnen oplopen tot vele decennia (Jeschke & Strayer 2005). Er zijn dus met zekerheid vele slapende invasieve exoten ('*dormant invaders*'), al weten we vaak niet welke dat zijn. Anderzijds kunnen soorten die exploderen later weer terugvallen ('*boom-and-bust*'). Het is dus kortzichtig je blind te staren op de huidige situatie.
5. Maak voor grote aantallen (honderden of zelfs duizenden) potentiële invasieve soorten risicoanalyses en preventie- en bestrijdingsplannen. Dat biedt ook materiaal voor meer verfijnde indicatoren.
6. Houd er rekening mee dat soorten die in hun oorsprongsgebied niet zeer talrijk zijn in hun nieuwe gebied kunnen exploderen. Dat kan bijvoorbeeld doordat zij bevrijd zijn van parasieten of beschikken over defensieve of offensieve 'biochemische wapens' die in hun nieuwe gebied niet voorkomen. Zulke wapens zijn vastgesteld bij planten en padden.
7. Er zijn ook invasies te verwachten van onbekende soorten en variëteiten en van variëteiten die nog niet eens bestaan. In 1980 had bijvoorbeeld nog niemand van HIV, BSE en SARS gehoord. Onder soorten die worden bestreden met bestrijdingsmiddelen (of antibiotica, antivirale middelen en andere geneesmiddelen) is een groot aantal nieuwe multiresistente variëteiten te verwachten. Wellicht zijn er indicatoren te maken voor de kans op zulke variëteiten.
8. Ontwikkel ook indicatoren voor invasies *vanuit* Nederland naar elders, via export en toerisme. Nederland heeft immers een mondiale verantwoordelijkheid.

Literatuur

- Bal, D. 2004. *Een overzicht van invasieve exoten in de soortgroepen Mijten, Spinnen, Hooiwagens, Pissebedden, Tweevleugeligen, Vliesvleugeligen, Waaivleugeligen, Kevers, Nachtvinders, Kokerjuffers, Schorpioenvliegen, Netvleugeligen, Wantsen, Plantenluizen en Cicaden, Stofluizen, Sprinkhanen en Krekels, Haften, Duizendpoten en Miljoenpoten. Basisinformatie voor de Beleidsnota Invasieve Exoten, met aandacht voor spontaan gevestigde invasieve soorten.* Rapport Expertisecentrum LNV.
- Colautti, R.I. & H.I. MacIsaac. 2004. *A neutral terminology to define 'invasive' species.* Diversity and Distributions 10: 135-41.
- Denters, T. 2004. *Stadsplanten – veldgids voor in de stad.* Fontaine Uitgevers, Abcoude.
- Gmelig Meyling, A. & A. Gittenberger. 2006. *Exoten en andere nieuwkomers in onze zoute wateren.* De Levende Natuur 107: 242-46.
- Jeschke, J.M. & D.L. Strayer. 2005. *Invasion success of vertebrates in Europe and North America.* Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. Online 102: 7198-202.
- Lange, R., P. Twisk, A van Winden & A. van Diepenbeek. 1994. *Zoogdieren van west-Europa.* KNNV-Uitgeverij, Utrecht.
- Nowak, R.M. 1999. *Walker's mammals of the world.* The John Hopkins University Press, Baltimore/London.
- Reemer, M. 2003. *Invasieve Arthropoda in Nederland: een eerste inventarisatie.* EIS-rapport 2003-12, Leiden.
- RIVM. 2006. *Staat van infectieziekten in Nederland, 2000-2005.* Infectieziektenbulletin 17, bijlage bij nr. 9 (oktober 2006).
- SOVON Vogelonderzoek Nederland. 2002. *Atlas van de Nederlandse broedvogels 1998-2000.* NNM Naturalis, KNNV-Uitgeverij en EIS-Nederland, Leiden.
- Tamis, W. 2005. *Changes in the flora of the Netherlands in the 20th century.* Gorteria, suppl. 6.
- Van Dam, P.J.E.M. 2000. *De rol van de warande – geschiedenis van de inburgering van het konijn.* Jaarboek Ecologische Geschiedenis. Vereniging voor Ecologische Geschiedenis/Academia Pers, Gent.
- Van der Meijden, R. 2005. *Heukel's Flora van Nederland.* Wolters-Noordhoff, Groningen/Houten.
- Van der Velde, G., I. Nagelkerken, S. Rajagopal & A. bij de Vaate. 2003. *Invasions by alien species in inland freshwater bodies in western Europe: the Rhine Delta.* In: Leppäkoski et al. (eds.): *Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management.* Kluwer Acad. Publ., Dordrecht.

- Van der Weijden, W.J., R. Leewis & P. Bol. 2005. *Biologische globalisering - omvang, oorzaken, gevolgen, handelingsperspectieven*. Rapport CLM/MNP/TU-Delft, Culemborg.
- Van der Weijden, W.J., R. Leewis & P. Bol. 2007. *Biological globalisation – Bio-invasions and their impacts on nature, the economy and public health*. KNNV Publishing, Utrecht.
- Van Nieukerken, J. & A.J. van Loon (red.). 1995. *Biodiversiteit in Nederland*. NNM en KNNV-Uitgeverij, Utrecht.
- Wolff, W.J. 2005. *Non-indigenous marine and estuarine species in The Netherlands*. Zool. Meded. 79: 1-116.

Websites

Werkgroep Exoten van de NecoV (Nederlands-Vlaamse Ecologische Vereniging) en de WEW (Werkgroep Ecologisch Waterbeheer): www.wew.nu/sub_exoten

Naturalis: www.soortenregister.nl , <<http://www.soortenregister.nl/>>

Bijlage 1 Menselijke ziekten door introductie van exotische planten, dieren of micro-organismen

Inleiding

Invasies van exotische planten, dieren en micro-organismen kunnen oorzaak zijn van menselijke ziekten. Dat kan op tenminste vier manieren:

- Exotische pathogenen of parasieten worden geïntroduceerd (en vervolgens al dan niet verspreid) door mensen;
- Exotische pathogenen of parasieten worden geïmporteerd met planten, dieren, plantaardige producten of dierlijke producten;
- Pathogenen of parasieten zijn geassocieerd met in het veld geïntroduceerde exotische plant- en diersoorten;
- Geïntroduceerde exotische planten of dieren zijn zelf pathogeen.

We gaan kort in op elk van deze categorieën. De twee laatste zijn minder belangrijk, maar sluiten het best aan bij het thema van dit document.

1. Exotische pathogenen of parasieten rechtstreeks geïntroduceerd door mensen

De meeste infectieziekten en parasitaire aandoeningen die voorkomen in Nederland komen uit het buitenland. Sommige zijn al lang geleden gearriveerd en endemisch¹⁰ geworden, andere zijn na vestiging uitgestorven of uitgeroeid maar zijn opnieuw gearriveerd, en bij weer andere heeft dat proces zich al meermalen voltrokken. Sommige infectieziekten zijn pas recent ontstaan (*new emerging diseases*). Vaak betreft het zoönosen, dus ziekten die van dieren op mensen overgaan.

De meeste introducties van uitheemse pathogenen betreffen repeterende importgevallen, zonder dat sprake is van vestiging. Voorbeelden zijn malaria¹¹ en MRSA¹². Een ander voorbeeld is meningokokkenziekte, veroorzaakt door bepaalde serogroepen van de bacterie *Neisseria meningitidis*. Maar sommige pathogenen, zoals het *Humane Immunodeficiency Virus* (HIV), hebben zich hier gevestigd. Vrijwel jaarlijks is er ook een invasie van een nieuwe influenzastam, maar die sterft vervolgens uit.

¹⁰ De term “endemisch” betekent in de epidemiologie “permanent voorkomend”, in de biogeografie “exclusief in een bepaald gebied voorkomend”.

¹¹ Malaria kwam tot de jaren '60 in Nederland voor, maar dat betrof een andere malariaparasiet en -mug dan de malaria tropica en de malaria quartana waarvan nog regelmatig importgevallen voorkomen. Overigens zijn er ook importgevallen veroorzaakt door de verwekkers van onze eertijds endemische milde vorm van malaria.

¹² Nederland kent een strikt antibioticabeleid met als voornaamste oogmerk het voorkomen van resistentievorming. In Zuid-Europa, te beginnen bij België, ligt dat anders. Vandaar dat men daar een hoge prevalentie van methicilline-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) kent. Nederlandse en buitenlandse patiënten die vanuit die landen worden opgenomen, dienen in eerste instantie geïsoleerd te worden totdat zij bacteriologisch gescreend zijn. Desondanks moeten regelmatig hele ziekenhuisvleugels en operatiecomplexen worden gesloten wegens invasies van MRSA. Dat betekent aas behandelkosten forse economische verliezen. Laatst redmiddel bij MRSA is het antibioticum vancomycine. Maar omdat er al vancomycine-resistente darmbacteriën zijn, vreest men op termijn het ontstaan van VRSA.

Tuberculose komt al honderden jaren in Nederland voor en de bacterie is dus geen exoot. Verwekker was eerst de bacterie *Mycobacterium bovis* en later *M. tuberculosis*. De laatste verwierf men via melk; deze bacterie geeft vrijwel identieke verschijnselen als de eerste. Tuberculose was verregaand teruggedrongen, deels dankzij de sanering (het ziektevrij maken) van de rundveestapel, maar de incidentie neemt de laatste jaren weer toe. Ongeveer de helft van de nieuwe gevallen komt uit het buitenland. Soms betreft het moeilijk behandelbare (meervoudig) antibiotica-resistente stammen. Die zijn pas vrij recent in het buitenland ontstaan en daarom *wel* te beschouwen als exoot. Veel van de andere helft van de gevallen betreft ouderen met immuniteitsproblemen. In feite betreft hun diagnose het 'oplaaien' van een al tientallen jaren sluimerende tuberculose-infectie. Strikt genomen mogen we hier niet spreken van 'nieuwe' gevallen.

2. Exotische pathogenen of parasieten geïmporteerd met planten, dieren, plantaardige producten of dierlijke producten

Import met planten

De Aziatische tijgermug *Aedes albopictus* kan schadelijke humane virussen overdragen, waaronder het dengue-virus, de veroorzaker van knokkelkoorts bij de mens. Eieren en larven van de mug hebben Nederland al bereikt door mee te liften met transporten van stekken-op-water van 'lucky bamboo' uit China. Ze hebben ook Nederland bereikt, waar nu ook de muggen zijn aangetroffen in en rond kassen. Of ze zich hebben gevestigd is nog niet duidelijk. Het virus zelf is nog niet gevonden.

Import met plantaardige producten

Import van groenten, fruit en noten kan leiden tot de introductie van pathogenen. Voorbeeld is de gevreesde *Escherichia coli* 0157, die wordt geïmporteerd met fruit uit boomgaarden waarin koeien hebben gelopen. Zelfs cider kan aldus gecontamineerd zijn. Deze bacterie is eerstesignaleerd in het noordwesten van de VS, is meermalen in Nederland geïntroduceerd en heeft zich inmiddels gevestigd.

Import met dieren

Een oude bron van infecties is de invoer van papegaaien en andere tropische vogels die de bacterie *Chlamydia psittaci* overbrengen, de verwekker van psittacose (ornithose), een ook voor mensen potentieel dodelijke longziekte. Inmiddels is het virus endemisch.

Ook de import van wilde dieren en *bushmeat* (doorgaans illegaal) uit Afrika is een potentiële bron van pathogenen, zoals het Ebola virus en HIV-achtige virussen van apen, varianten van het *Simian Immunodeficiency Virus* (SIV). In Nederland zijn daar overigens nog geen gevallen van bekend.

Mogelijk met varkens ingevoerd is het recent ontdekte specifieke type MRSA dat voorkomt bij varkens, varkenshouders, hun gezinsleden en andere personen die regelmatig met varkens in aanraking komen. Specifieke MRSA's zijn ook aangetroffen bij kalveren en in het buitenland ook bij paarden. Maar het is ook mogelijk dat deze MRSA is ontstaan in ziekenhuizen in Nederland of elders. Het is dus nog niet duidelijk of we hier te maken hebben met een zoonose en met een exoot.

Van toenemend belang zijn '*vector-borne diseases*', die worden overgebracht door teken of muggen. Sommige van deze ziekten zijn begonnen aan een opmars in noordelijke richting als gevolg van klimaatverandering.

De hondenteek *Rhipicephalus sanguineus* komt vermoedelijk uit Afrika en is in Nederland het eerst waargenomen in 1962. Hij heeft zich inmiddels gevestigd, maar kan waarschijnlijk alleen binnenshuis overleven. Hij hecht zich vooral aan oksels en liezen van honden, zijn voorkeursgastheer, als ze door hoog gras en laag struikgewas lopen. Maar ook runderen, katten, schapen en mensen kunnen worden aangeklampt. Door dit weinig eenkennige gedrag kunnen in zeldzame gevallen uit Zuid-Europa meegenomen honden en katten aanleiding zijn tot tekenbeten bij mensen. Die lopen daardoor een zeer kleine kans op de ziekte van Lyme en – als gevolg daarvan - bacteriële hersenvliesontsteking (meningitis), encefalitis of gewrichtsontstekingen door de bacterie *Borrelia burgdorferi*. Ook kan de teek een rickettsia (een micro-organisme dat tussen virus en bacterie in staat) overbrengen dat *Frueh-Sommer Encephalitis (fièvre boutonneuse)* veroorzaakt.

Een andere gevreesde teek is *Dermacentor reticulatus*, die bloed zuigt van zoogdieren zoals rundvee, paarden en honden, in de tropen en subtropen. Honden die na een vakantie in het Middellandse Zeegebied mee teruggaan naar huis kunnen de teek meenemen. Tot voor kort werd aangenomen dat de teek niet in Nederland kon overleven, maar inmiddels heeft hij zich gevestigd. De teek is een vector van de protozoo *Babesia divergens*, die babesiosis veroorzaakt in honden en paarden, soms dodelijk. Hij kan ook de bovengenoemde *Borrelia* bacterie overbrengen, die de ziekte van Lyme¹³ overbrengt, naast een rickettsia die *Mediterranean spotted fever* kan veroorzaken. Ook deze ziekten kunnen dodelijk zijn voor mensen.

Meest gevreesd worden invasies van ziekten overgebracht door insecten. Soms is de pathogeen (virus of bacterie) al aanwezig en is het wachten op een geschikte vector; vaker is de vector al aanwezig en ontbreekt nog de pathogeen. Recent voorbeeld is het *bluetongue* virus, dat zich in de zomer van 2006 in Nederland, België en Duitsland vanuit Zuid-Europa of Noord Afrika heeft gevestigd en schadelijk is voor schapen en koeien, maar niet voor de mens. Competente vectoren (knutten van het geslacht *Culicoides*) waren al aanwezig toen het virus arriveerde. Onduidelijk is nog of het virus is gearriveerd met geïnfecteerde knutten (door spontane vestiging of introductie) dan wel via geïmporteerde koeien of schapen.

Wel schadelijk voor de mens is het West Nile virus, dat van vogels en paarden op mensen kan wordt overgedragen door *Culex*-muggen. Het virus komt nog niet of nauwelijks in Nederland voor. *Culex*-muggen wel, maar het vector-vermogen daarvan is nog onbekend. Introductie kan plaatsvinden via geïnfecteerde trekvogels, muggen, vogels of paarden.

Import met dierlijke producten

Met enige regelmaat worden pathogenen die in Nederland niet (of niet meer) voorkomen geïmporteerd met dierlijke producten.

Meest bekende voorbeeld is BSE, Bovine Spongiforme Encephalopathie. De ziekte wordt niet veroorzaakt door organismen, maar door prionen, verkeerd gevouwen eiwitten die op hun beurt naburige eiwitten deformereren. De ziekte is ingevoerd met geïnfecteerd rundveevlees, rundvee of veevoer. In Nederland heeft de door het prion veroorzaakte variant van de ziekte van Creutzfeld-Jakob tot dusver twee dodelijke slachtoffers geëist. Voor het Verenigd Koninkrijk is een maximum van 200 doden voorspeld, dat waarschijnlijk niet gehaald gaat worden.

Ander voorbeeld is de *Listeria* bacterie, ingevoerd met zachte kazen, meest vanuit Frankrijk. De bacterie veroorzaakt listeriosis, een ziekte die soms dodelijk is. Uitingsvormen zijn o.a. meningitis en sepsis. Ook abortus kan een gevolg zijn.

¹³ De ziekte van Lyme is het eerst ontdekt in het stadje Lyme in de VS, maar aangezien de genetische variatie van de *Borrelia* bacterie in Europa groter is, lijkt een Europese oorsprong waarschijnlijker.

De laatste jaren staat Aviaire Influenza of vogelgriep sterk in de belangstelling. Nederland kende in 2003 een uitbraak van het H7N7 type, waarvan niet duidelijk is of het was geïntroduceerd dan wel in Nederland zelf was ontstaan. Het virus werd in enkele maanden uitgeroeid en eiste één dodelijk menselijk slachtoffer. De laatste jaren wordt vooral gevreesd voor introductie van virulente stammen van het H1N1 type, die in Azië al meer dan honderd menselijke slachtoffers hebben gemaakt, maar in Nederland nog niet zijn aangetroffen. Insleep kan plaatsvinden door transport van pluimvee, pluimveevlees en eieren, maar ook door trekvogels.

3. Pathogenen of parasieten geassocieerd met exotische plant- en diersoorten die zich spontaan hebben gevestigd en/of zijn geïntroduceerd

Deze categorie is aanmerkelijk minder belangrijk dan de vorige. In Nederland zijn nog weinig voorbeelden bekend van pathogenen of parasieten geassocieerd met in de natuur geïntroduceerde exotische plant- en diersoorten.

De *Borrelia bacterie*, die de ziekte van Lyme veroorzaakt, wordt door teken overgebracht van zoogdieren op mensen. De teken zijn zelf geen exoot, de bacterie waarschijnlijk ook niet, maar één van de belangrijkste gastheren kan als exoot worden beschouwd: het damhert. Dat hert is echter al in de Romeinse tijd ingevoerd en wordt daarom ook wel als inheems gezien. Vast staat dat de ziekte van Lyme de laatste jaren sterk toeneemt.

Onder de talrijke soorten die door zeestromingen en ballastwater kunnen worden meegenomen zijn ook enkele humane pathogenen. Meest riskant is *Vibrio cholerae*, die in zeewater overleeft door zich vast te hechten aan (of te laten inkapselen door) minuscule crustaceën. De bacterie veroorzaakt cholera.

Een ander voorbeeld zijn de schelpdierziekten PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) en DSP (*Diarrhetic Shellfish Poisoning*). Deze ziekten worden veroorzaakt door marine algen. De schelpdieren hebben daar zelf weinig of geen last van, maar consumenten des te meer. Daarom wordt de visserij soms wekenlang stilgelegd. Er is dan geen schade voor de volksgezondheid, maar wel voor de economie.

Het eerder genoemde West Nile virus zou eveneens in deze categorie passen als het zou worden geïntroduceerd met uitheemse *Culex*-muggen.

4. Exotische planten of dieren (spontaan gevestigd en/of geïntroduceerd) die zelf pathogeen zijn

Ook deze categorie is minder belangrijk dan de tweede. Er zijn drie duidelijke voorbeelden: de reuzenberenklauw, kakkerlakken en de eikenprocessierups.

De reuzenberenklauw is een forse plant die oorspronkelijk uit de Kaukasus komt, in Nederland rond 1900 is begonnen te verwilderen en inmiddels in grote delen van het land voorkomt. De plant geeft na aanraking onder invloed van UV-licht allergische reacties en huiduitslag en -ontstekingen.

Kakkerlakken zijn één van de oorzaken van astma. De belangrijkste is de reeds lang hier aanwezige huisstofmijt. Een kwantificering van het aandeel van de mijt in het totale aantal astma-gevallen is niet te vinden. Van de dierlijke oorzaken worden kakkerlakken beschouwd als goede tweede. Slechts een deel van de kakkerlakken is overigens van uitheemse oorsprong. Daarvan vormt vooral de Amerikaanse kakkerlak een probleem. Uitheemse kakkerlakken kregen kansen toen we in de tweede helft van de 20^e eeuw massaal huizen en gebouwen zijn gaan verwarmen.

Kakkerlakken kunnen daarnaast vector en reservoir zijn voor een veertigtal bacteriën, waaronder zo'n 25 darmbacteriën. Daarbij zijn *E.coli*, maar ook salmonella, verwekker van tyfus en paratyfus A en B, en andere verwekkers van gastro-enteritiden. Bovendien kunnen kakkerlakken als tussengastheer pathogene virussen, schimmels, protozoën en wormpjes herbergen. Verder kunnen de insecten de ziekte van Chagas of Amerikaanse trypanosomiasis overbrengen. Zelfs worden feromonen van kakkerlakken in verband gebracht met een ernstige vorm van longkanker, het adenocarcinoom.

De eikenprocessierups is de larve van de eikenprocessie(rups)vlinder *Thaumetopoea processionea*. Deze leeft hoofdzakelijk op (zomer)eiken en geeft pijnlijke jeuk, huiduitslag, irritatie aan de ogen of aan de luchtwegen. Dat gebeurt vooral in de maanden mei, juni en juli door het verlies van brandhaartjes, die bij gevaar ook actief worden afgeschoten. De soort is een oude bekende. In de eerste helft van de vorige eeuw kwam hij al in Nederland voor, maar hij stierf uit in 1953 om in 1987 vanuit Vlaanderen aan een nieuwe opmars te beginnen, waarschijnlijk gedreven door klimaatverandering. Het is dus een 'semi-exoot'. Inmiddels komt de soort in heel Nederland voor.

Registraties

Er zijn diverse bronnen van indicatoren van humane ziekten in Nederland. Maar niet voor elke ziekte zijn voor alle indicatoren gegevens beschikbaar. Vooral op het punt van morbiditeit is het, zelfs wat betreft belangrijke volksziekten, vaak gissen. De mortaliteit is meestal beter bekend. De meest relevante bronnen voor exotische ziekten zijn:

- De vijf huisartsen-registratiesystemen in Nederland;
- De Landelijke Medische Registratie (LMR) (o.a. alle uitboekingsdiagnoses van Nederlandse ziekenhuizen);
- De uitslagen van de streeklaboratoria;
- De aangiften bij de Zorginspectie;
- De doodsoorzaken-registratie van CBO, het Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg;
- Referentielaboratoria, zoals die voor HIV en bacteriële meningitis.

In onderstaand overzicht zijn indicatoren vermeld voor zover bekend. Vaak zullen niet alle noodzakelijke gegevens beschikbaar zijn.

Indicatoren

Indicatoren kunnen zijn:

- Prevalentie: het aantal zieken door een bepaalde aandoening in een bepaalde populatie in een bepaald tijdvak;
- Incidentie: het aantal *nieuwe* zieken door een bepaalde aandoening in een bepaalde populatie in een bepaald tijdvak;
- Aantal ziektedagen per jaar;
- Mortaliteit: aantal sterfgevallen door een bepaalde aandoening in een bepaalde populatie in een bepaalde periode;
- Aantal verloren levensjaren;
- *Disability-Adjusted Life Years (Dalys)*;
- *Quality-Adjusted Life Years (Qualys)*;
- Aantal verloren werkdagen;
- Totale economische kosten.

We passen deze indicatoren toe op de drie genoemde exoten reuzenbereklauw, kakkerlakken en eikenprocessierups.

Reuzenberenklauw

De meeste gevallen worden op huisartsniveau afgehandeld. De huisartsenregistraties geven echter geen uitsplitsing naar oorzakelijke planten of dieren. De sterfte is nihil.

Kakkerlakken

Stel dat 5% van alle gevallen aan uitheemse kakkerlakken (zoals *Periplaneta americana* en *P. australa*) zijn toe te schrijven, dan komt dat in termen van genoemde indicatoren op het volgende neer:

- De prevalentie (dus het vóórkomen van astma in Nederland) is ruim een half miljoen, waarvan dan bij aanname van eerdergenoemd percentage 25.000 aan uitheemse kakkerlakken toe te schrijven zou zijn;
- Het aantal sterfgevallen in 2003 was 78, waarvan er dan 4 aan uitheemse kakkerlakken toe te schrijven zouden zijn;
- Verloren levensjaren: maximaal 2000;
- Kosten: astma genereert ca. 6000 opnamen per jaar, wat neerkomt op ca. 6 miljoen euro aan zorgkosten per jaar (waarvoor dan omgerekend 300.000 euro door de exotische kakkerlakken);
- De totale kosten voor astma plus andere ademhalingsaandoeningen worden geraamd op 300 tot 1.000 miljoen euro per jaar. Maar op deze grove indicator is toedeling aan specifieke oorzaken niet meer zinvol.

Eikenprocessierups

De verschijnselen, jeuk, huiduitslag, irritatie aan ogen en luchtwegen, worden niet afzonderlijk vermeld in de huisartsenregistraties (verder dan daar komen de patiënten meestal niet). Er zijn geen sterfgevallen bekend.

Economische kosten

Van slechts twee van de in deze bijlage genoemde ziekten worden de meeste vermelde indicatoren goed geregistreerd. Het betreft HIV-infectie en influenza. Volgens Van der Weijden *et al.* (2007) zijn die samen goed voor 103-310 miljoen euro/jaar respectievelijk 429-841 miljoen euro/jaar. De kosten van exotische kakkerlakken worden geschat op 15-30 miljoen euro/jaar.

Maar bij de drie laatstgenoemde aandoeningen in deze bijlage loopt de zoektocht naar indicatoren vast op het feit dat ziek(t)en niet worden geregistreerd met een uitsplitsing naar veronderstelde oorzaak. Het verdient aanbeveling om in de registratie zoveel mogelijk op te splitsen naar oorzaak, zodat omvang en schade helder in beeld gebracht kunnen worden. Dat geldt vooral voor parasitaire en infectieziekten.

Bronnen bij bijlage 1

- Bol, P. 2002. *Importziekten 1 en 2. Ned. Tijdschr. Tandheelkd.* 109: 321-22 en 366-67.
- Bol, P. & G. de Hollander. 2005. *Nog steeds gesel en gezel. Infectieziekten in toekomstscenario's.* In: Waar zouden we zijn zonder infecties? Essays over infectieziekten. (Red: J. van Steenberg en J.J.E. van Everdingen). Van Zuiden, Alphen a/d Rijn.
- Everdingen, J.J.E. van, G. Feenstra & J. Dankert (red). 1996. *Als Vanco valt. De falende verdediging van geneesmiddelen tegen ziektekiemen.* Uitgeverij Belvédère, Overveen.
- Knapen, F. van. 2007. *Varkenshouders zijn nieuwe paria's.* Agrarisch Dagblad 22 december.
- Polder J.J. & J.V. Kuyvenhoven. 2003. *Tuberculose loopt aardig in de papieren.* Infectieziekten Bulletin 14: 345-6.
- RIVM. 1997. *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997.* De som der delen. RIVM, Bilthoven.
- RIVM. 1997. *Volksgezondheid Toekomst Verkenning 1997. De gezondheidstoestand: een actualisering.* RIVM, Bilthoven.
- RIVM. 2002. *Gezondheid op koers? Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2002.* RIVM, Bilthoven.
- RIVM. 2006. *Zorg voor gezondheid. Volksgezondheid Toekomst Verkenning 2006.* RIVM, Bilthoven.
- RIVM. 2006. *Staat van infectieziekten in Nederland, 2000-2005.* Infectieziekten Bulletin 17: 1-32.
- RIVM. *Nationaal Kompas Volksgezondheid.* (www.rivm.nl).
- Weijden, W. van der, R. Leewis & P. Bol. 2007. *Biological Globalisation – Bio-invasions and their impacts on nature, the economy and public health.* KNNV Publishing, Utrecht.

Indicators for the Convention on Biodiversity 2010

In de reeks 'Indicators for the Convention on Biodiversity 2010' zijn de volgende documenten verschenen (*In the series 'Indicators for the Convention on Biodiversity 2010' the following documents have been published*):

2007

- 53.1** *Reijnen, M.J.S.M.* National Capital Index version 2.0
- 53.3** *Windig, J.J., M.G.P. van Veller & S.J. Hiemstra.* Biodiversiteit Nederlandse landbouwhuisdieren en gewassen
- 53.4** *Melman, Th.C.P. & J.P.M. Willemen.* Coverage protected areas.
- 53.6** *Weijden, W.J. van der, R. Leewis & P. Bol.* Indicatoren voor het invasieproces van exotische organismen in Nederland
- 53.7a** *Nijhof, B.S.J., C.C. Vos & A.J. van Strien.* Influence of climate change on biodiversity.
- 53.7b** *Moraal, L.G.* Effecten van klimaatverandering op insectenplagen bij bomen.
- 53.8** *Fey-Hofstede, F.E. & H.W.G. Meesters.* Exploration of the usefulness of the Marine Trophic Index (MTI) as an indicator for sustainability of marine fisheries in the Dutch part of the North Sea.
- 53.9** *Reijnen, M.J.S.M.* Connectivity/fragmentation of ecosystems: spatial conditions for sustainable biodiversity
- 53.11** *Gaaff, A. & R.W. Verburg.* Government expenditure on land acquisition and nature development for the National Ecological Network (EHS) and expenditure for international biodiversity projects
- 53.12** *Elands, B.H.M. & C.S.A. van Koppen.* Public awareness and participation

Wot-onderzoek

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

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 47 78 44; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl
De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de Wot-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2005

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

2006

- 21 *Rienks, W.A., I. Terluin & P.H. Vereijken.* Towards sustainable agriculture and rural areas in Europe. An assessment of four EU regions
- 22 *Knegt, B. de, H.W.B. Bredenoord, J. Wiertz & M.E. Sanders.* Monitoringsgegevens voor het natuurbeheer anno 2005. Ecologische effectiviteit regelingen natuurbeheer: Achtergrondrapport 1
- 23 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-001 – Monitor- en Evaluatiesysteem Agenda Vitaal Platteland
- 24 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek Natuurplanbureau-functie
- 25 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-385 - Milieuplanbureau-functie
- 26 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04-394 – Natuurplanbureau-functie
- 27 *Jaarrapportage 2005.* WOT-04 - Kennisbasis
- 28 *Verboom, J., R. Pouwels, J. Wiertz & M. Vonk.* Strategisch Plan LARCH. Van strategische visie naar plan van aanpak
- 29 *Velthof, G.L. en J.J.M. van Grinsven (eds.)* Inzet van modellen voor evaluatie van de meststoffenwet. Advies van de CDM-werkgroep Harmonisatie modellen
- 30 *Hinssen, M.A.G., R. van Oostenbrugge & K.M. Sollart.* Draaiboek Natuurbalans. Herzienie versie
- 31 *Swaay, C.A.M. van, V. Mensing & M.F. Wallis de Vries.* Hotspots dagvlinder biodiversiteit
- 32 *Goossen, C.M. & F. Langers.* Recreatie en groen in en om de stad. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 33 *Turnhout, Chr. Van, W.-B. Loos, R.P.B. Foppen & M.J.S.M. Reijnen.* Hotspots van biodiversiteit in Nederland op basis van broedvogelgegevens
- 34 *Didderen, K en P.F.M. Verdonschot.* Graadmeter Natuurwaarde aquatisch. Typen, indicatoren en monitoring van regionale wateren
- 35 *Wamelink, G.W.W., G.J. Reinds, J.P. Mol-Dijkstra, J. Kros, H.J. Wieggers.* Verbeteringen voor de Natuurplanner
- 36 *Groeneveld, R.A. & R.A.M. Schrijver.* FIONA 1.0; Technical description
- 37 *Luesink, H.H., M.J.C. de Bode, P.W.G. Groot Koerkamp, H. Klinker, H.A.C. Verkerk & O.Oenema.* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen
- 38 *Bakker-Verdurmen, M.R.L., J.W. Eimers, M.A.G. Hinssen-Haanen, T.J. van der Zwaag-van Hoorn.* Handboek secretariaat WOT Natuur & Milieu
- 39 *Pleijte, M. & M.A.H.J. van Bavel.* Europees en gebiedsgericht beleid: natuur tussen hamer en aambeeld? Een verkennend onderzoek naar de relatie tussen Europees en gebiedsgericht beleid
- 40 *Kramer, H., G.W. Hazeu & J. Clement.* Basiskaart Natuur 2004; vervaardiging van een landsdekkend basisbestand terrestrische natuur in Nederland

- 41 *Koomen, A.J.M., W. Nieuwenhuizen, J. Roos-Klein Lankhorst, D.J. Brus & P.F.G. Vereijken.* Monitoring landschap; gebruik van steekproeven en landsdekkende bestanden
- 42 *Selnes, T.A., M.A.H.J. van Bavel & T. van Rheenen.* Governance of biodiversity
- 43 *Vries, S. de. (2007)* Veranderende landschappen en hun beleving
- 44 *Broekmeijer, M.E.A. & F.H. Kistenkas.* Bouwen en natuur: Europese natuurwaarden op het ruimtelijk ordeningsspoor. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 45 *Sollart, K.M. & F.J.P. van den Bosch.* De provincies aan het werk; Praktijkervaringen van provincies met natuur- en landschapsbeleid in de periode 1990-2005. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006
- 46 *Sollart, K.M. & R. de Niet met bijdragen van M.M.M. Overbeek.* Natuur en mens. Achtergronddocument bij de Natuurbalans 2006
- 2007**
- 47 *Ten Berge, H.F.M., A.M. van Dam, B.H. Janssen & G.L. Velthof.* Mestbeleid en bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek; Advies van de CDM-werkgroep Mestbeleid en Bodemvruchtbaarheid in de Duin- en Bollenstreek
- 48 *Kruit, J. & I.E. Salverda.* Spiegeltje, spiegeltje aan de muur, valt er iets te leren van een andere plannings-cultuur?
- 49 *Rijk, P.J., E.J. Bos & E.S. van Leeuwen.* Nieuwe activiteiten in het landelijk gebied. Een verkennende studie naar natuur en landschap als vestigingsfactor
- 50 *Ligthart, S.S.H.* Natuurbeleid met kwaliteit. Het Milieu- en Natuurplanbureau en natuurbeleidsevaluatie in de periode 1998-2006
- 51 *Kennismarkt 22 maart 2007; van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten MNP in 27 posters*
- 52 *Kuindersma, W., R.I. van Dam & J. Vreke.* Sturen op niveau. Perversies tussen nationaal natuurbeleid en besluitvorming op gebiedsniveau.
- 53.1 *Reijnen, M.J.S.M.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. National Capital Index version 2.0
- 53.3 *Windig, J.J., M.G.P. van Veller & S.J. Hiemstra.* Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Biodiversiteit Nederlandse landbouwhuisdieren en gewassen
- 53.4 *Melman, Th.C.P. & J.P.M. Willemen.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Coverage protected areas.
- 53.6 *Weijden, W.J. van der, R. Leewis & P. Bol.* Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Indicatoren voor het invasieproces van exotische organismen in Nederland
- 53.7a *Nijhof, B.S.J., C.C. Vos & A.J. van Strien.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Influence of climate change on biodiversity.
- 53.7b *Moraal, L.G.* Indicatoren voor 'Convention on Biodiversity 2010'. Effecten van klimaatverandering op insectenplagen bij bomen.
- 53.8 *Fey-Hofstede, F.E. & H.W.G. Meesters.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Exploration of the usefulness of the Marine Trophic Index (MTI) as an indicator for sustainability of marine fisheries in the Dutch part of the North Sea.
- 53.9 *Reijnen, M.J.S.M.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Connectivity/fragmentation of ecosystems: spatial conditions for sustainable biodiversity
- 53.11 *Gaaff, A. & R.W. Verburg.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010' Government expenditure on land acquisition and nature development for the National Ecological Network (EHS) and expenditure for international biodiversity projects
- 53.12 *Elands, B.H.M. & C.S.A. van Koppen.* Indicators for the 'Convention on Biodiversity 2010'. Public awareness and participation
- 54 *Broekmeyer, M.E.A. & E.P.A.G. Schouwenberg & M.E. Sanders & R. Pouwels.* Synergie Ecologische Hoofdstructuur en Natura 2000-gebieden. Wat stuurt het beheer?
- 55 *Bosch, F.J.P. van den.* Draagvlak voor het Natura 2000 gebiedenbeleid. Onder relevante betrokkenen op regionaal niveau
- 56 *Jong, J.J. & M.N. van Wijk, I.M. Bouwma.* Beheerskosten van Natura 2000 gebieden
- 57 *Pouwels, R. & M.J.S.M. Reijnen & M. van Adrichem & H. Kuipers.* Ruimtelijke condities voor VHR-soorten
- 58 *Bouwma, I.M.* Quickscan Natura 2000 en Programma Beheer.
- 59 *Schouwenberg, E.P.A.G.* Huidige en toekomstige stikstofbelasting op Natura 2000 gebieden
- 60 *Hoogeveen, M.* Herberekening Ammoniak 1998 (werktitel)
- 61 *Jaarrapportage 2006.* WOT-04-001 – ME-AVP
- 62 *Jaarrapportage 2006.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 63 *Jaarrapportage 2006.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 64 *Jaarrapportage 2006.* WOT-04-385 – Milieuplanbureaufunctie
- 65 *Jaarrapportage 2006.* WOT-04-394 – Natuurplanbureaufunctie
- 66 *Brasser E.A., M.F. van de Kerkhof, A.M.E. Groot, L. Bos-Gorter, M.H. Borgstein, H. Leneman* Verslag van de Dialogen over Duurzame Landbouw in 2006
- 67 *Hinssen, P.J.W.* Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Werkplan 2007
- 68 *Nieuwenhuizen, W. & J. Roos Klein Lankhorst.* Landschap in Natuurbalans 2006; Landschap in verandering tussen 1990 en 2005; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2006.
- 69 *Geelen, J. & H. Leneman.* Belangstelling, motieven en knelpunten van natuuraanleg door grondeigenaren. Uitkomsten van een marktonderzoek.
- 70 *Didderen, K., P.F.M. Verdonschot, M. Bleeker.* Basiskaart Natuur aquatisch. Deel 1: Beleidskaarten en prototype
- 71 *Boesten, J.J.T.I, A. Tiktak & R.C. van Leerdam.* Manual of PEARLNEQ v4. (unofficial draft version of manual)