



Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Exotische macrofauna en macrofyten in de Nederlandse zoete wateren

Voorkomen en beleid in 2012

| WOt-werkdocument 334

R.C.M. Verdonschot, J.H. Vos en P.F.M. Verdonschot



WAGENINGEN UR
For quality of life

Exotische macrofauna en macrofyten in de Nederlandse zoete wateren

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

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

WOT-werkdocument **334** is het resultaat van een onderzoeksopdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ). Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals Balans van de Leefomgeving en Thematische Verkenningen.

Exotische macrofauna en macrofyten in de Nederlandse zoete wateren

Voorkomen en beleid in 2012

R.C.M. Verdonschot

J.H. Vos

P.F.M. Verdonschot

Werkdocument 334

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, mei 2013

Referaat

Verdonschot R.C.M., J.H. Vos J.H. & P.F.M. Verdonschot (2013). *Exotische macrofauna en macrofyten in de Nederlandse zoete wateren; voorkomen en beleid in 2012*. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 334. 32 blz. 7 fig.; 4 tab.; 21 ref.; 1 bijlage.

Het aantal exoten in de Nederlandse zoete wateren is de afgelopen decennia sterk gestegen. Dit werkdocument geeft een overzicht van de stand van zaken in 2012 voor macrofauna en macrofyten. Daarnaast wordt de beleidscontext omtrent de exoten in het water geschetst.

Trefwoorden: exoten, invasieve soorten, macrofauna, macrofyten, waterbeheer

Auteurs:

Ralf C.M. Verdonschot & Piet F.M. Verdonschot – Alterra Wageningen UR
José H. Vos – Kenniscentrum Dierplagen

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

Kenniscentrum Dierplagen (KAD)
Postbus 350, 6700 AJ Wageningen
Tel. (0317) 41 96 60; e-mail: info@kad.nl

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

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

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

Inhoud

Samenvatting	7
1 Beschrijving exotenbeleid	9
2 Macrofyten-exoten in zoet water: de stand van zaken	13
3 Macrofauna-exoten in zoet water: de stand van zaken	17
Literatuur	25
Bijlage 1 Referenties bij Tabel 3.1	27

Samenvatting

Tot 2012 zijn er circa 66 macrofauna-exoten en 36 exotische water- en oeverplanten vastgesteld in de Nederlandse zoete wateren. Het exacte aantal is niet vast te stellen omdat de herkomst van een aantal soorten onduidelijk is. Voor de zoetwatermacrofauna is dit ongeveer 3% van de totale fauna, terwijl voor waterplanten dit percentage hoger ligt; rond de 8%. De laatste jaren is het aantal nieuwkomers binnen de macrofauna sterk gestegen. De handel in dieren en planten (waarmee de dieren meeliften) is een zeer belangrijke bron van exoten geworden, terwijl voorheen veel dieren zich verspreidden via nieuw gegraven waterwegen. Het aantal vondsten van exotische waterplanten lijkt niet zo sterk toe te nemen. De bron van deze nieuwkomers is meestal de handel in tuin(vijver)- of aquariumplanten.

Veel exotische dieren en planten blijken succesvol te zijn in de Nederlandse wateren. Van het totale aantal waargenomen macrofauna-exoten is circa 27% algemeen tot zeer talrijk en afhankelijk van het watertype komt 13-35% tot dominantie in het systeem. Voor de waterplanten is circa 50% vrij tot zeer algemeen. De meeste soorten worden gevonden in beken, sloten, meren/plassen en kanalen.

Het beleid op het gebied van exoten verschilt per waterschap. Vaak wordt er geen onderscheid gemaakt tussen inheemse plaagsoorten en invasieve exoten: beleid en beheer is over het algemeen geconcentreerd op veiligheid, waterkwantiteitsbeheersing, bescherming van de inheemse biodiversiteit en op het voorkómen van economische schade. Een specifieke maatregel is het convenant waterplanten. Met de ondertekening hebben een aantal partijen afgesproken bepaalde soorten invasieve aquarium- en vijverplanten niet meer te verhandelen.

1 Beschrijving exotenbeleid

Inleiding

Er zijn veel vragen over het huidige exotenbeleid. Om meer hier meer inzicht in te krijgen is daarom een beleidsinventarisatie uitgevoerd en is deze informatie samengevoegd tot een overzicht. De beleidsinventarisatie is afgebakend op de uitheemse soorten waarmee waterschappen te maken hebben. De belangrijkste vragen die aan bod komen zijn:

1. Wat is het beleid ten aanzien van exoten precies en waarom?
2. Waarom staan bepaalde exoten wel op een lijst en andere niet?
3. Werkt een covenant zoals nu afgesloten is om de handel in en verspreiding van schadelijke exoten tegen te gaan?
4. Hoeveel wordt er jaarlijks door waterschappen uitgegeven aan exotenbestrijding en heeft dit effect?

Nationaal exotenbeleid

De Nota Invasieve Exoten uit 2007 van het ministerie van LNV (nu onderdeel van het ministerie van Economische Zaken, EZ) beschrijft de uitgangspunten van het Nederlandse exotenbeleid. Een exoot wordt invasief genoemd als deze zich vestigt en explosief vermeerderd. De invasieve exoten kunnen een bedreiging vormen voor biodiversiteit, volksgezondheid, diergezondheid, veiligheid en economie. Volgens de nota hoeft "preventie, bestrijding of beheersing van exoten slechts plaats te vinden wanneer geïntroduceerde soorten een reële dreiging vormen. Vaak is dit echter lastig van te voren te bepalen en is het beter om te voorkómen dat exoten in de natuur terecht komen."

De risico's van exoten worden bepaald aan de hand van wetenschappelijke risicoanalyses waarin risico's op introductie, vestiging en verspreiding worden bepaald en waarin ook potentiële maatregelen tegen de exoot in kwestie worden beschreven. Het Team Invasieve Exoten (onderdeel van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, NVWA) geeft aan de hand van de risicoanalyse advies aan het ministerie van EZ over de exotische soort. Het ministerie van EZ beslist of en welke maatregelen genomen worden op basis van het advies van het Team Invasieve Exoten.

Preventieve maatregelen tegen exoten behoren tot de taak van de rijksoverheid. Het eerste voorbeeld van een preventieve maatregel onder het huidige exotenbeleid is het covenant waterplanten, waarover hieronder meer. Een ander voorbeeld is het instellen van een verbod op handel en bezit van drie uitheemse eekhoornsoorten. Dit verbod is per 1 juli 2012 ingegaan.

De rijksoverheid is volgens de nota ook verantwoordelijk voor de eliminatie van kleine populaties invasieve exoten als dit technisch en financieel haalbaar is. In de praktijk werken ook terrein- en waterbeheerders mee aan de eliminatie van invasieve exoten. Voorbeelden hiervan zijn de maatregelen tegen de Amerikaanse brulkikker en de Pallas' eekhoorn.

Binnen het Nederlandse ecologische waterkwaliteitsbeheer van het ministerie van Infrastructuur & Milieu (I&M) wordt impliciet aandacht aan exoten besteed in het kader van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De KRW-maatlatten meten het functioneren van het aquatische ecosysteem, daarbij rekening houdend met alle aanwezige stressfactoren. Het is dus een integrale beoordeling, niet expliciet gericht op uitheemse soorten of hun effecten. Als uitheemse soorten echter gaan domineren in een watersysteem, dan worden inheemse soorten vaak verdrongen en zal de ecologische waterkwaliteit laag zijn volgens het maatlattensysteem. Een lage maatlatscore is voor de waterkwaliteitsbeheerder aanleiding om de oorzaak van de verlaagde ecologische kwaliteit te onderzoeken.

Exotenbeleid waterbeheerders

Beleid op gebied van exoten verschilt per waterschap. De meeste waterschappen hebben geen specifiek beleid op exoten geformuleerd, enkele waterschappen hebben een specifieke beleidslijn hierover uitgezet. Vaak wordt geen onderscheid gemaakt tussen inheemse plaagsoorten en invasieve exoten: beleid en beheer is over het algemeen geconcentreerd op veiligheid (dijken), waterkwantiteitsbeheersing, bescherming van de inheemse biodiversiteit en op het voorkómen van economische schade.

Recentelijk hebben waterschappen zich georganiseerd op het gebied van plaagsoorten binnen een werkgroep. Deze werkgroep communiceert en adviseert onder andere over beleid op gebied van exoten.

Exotenlijsten

Waterbeheerders nemen plaagsoorten, dus soorten die al overlast veroorzaken, in hun beleid op. Om de gewenste beheerinspanning te kunnen bepalen, is voor het terrein- en waterbeheerders noodzakelijk om te weten of de plaagsoort in kwestie tot de inheemse biodiversiteit behoort of niet. Een uitheemse plaagsoort krijgt over het algemeen hogere prioriteit dan een inheemse soort. Denk aan Japanse duizendknoop versus braam.

Daarnaast verschilt de beschermende werking vanuit de Flora- en faunawet tussen inheemse en uitheemse soorten. Daarmee kunnen dus ook verschillen bestaan tussen de maatregelen die zijn toegestaan tussen inheemse en uitheemse soorten uit dezelfde soortengroep.

Voor schadebestrijding bestaan lijsten met plaagsoorten, waar ook exoten onder vallen. In Nederland bestaat echter geen uitputtende, wettelijk vastgelegde exotenlijst of lijst met inheemse soorten. Van het ministerie van EZ is hier geen behoefte aan omwille van twee redenen. Ten eerste gaat het ministerie van EZ pragmatisch met invasieve exoten om. Als soorten ter discussie staan wordt bekeken of de soorten als inheems of uitheems aangemerkt moeten worden. Ten tweede wordt momenteel gewerkt aan Europese regelgeving over exoten vanuit de Europese strategie voor invasieve uitheemse soorten. De verwachting is dat de aankomende richtlijn een lijst met uitheemse soorten zal bevatten die de lidstaten verplicht moeten aanpakken. Daarnaast zullen de individuele lidstaten voor hun eigen grondgebied lijsten met ongewenste exotische soorten moeten aanleggen. Het ministerie van EZ wacht deze Europese regelgeving af alvorens zelf exotenlijsten samen te stellen.

Convenanten

Een bekende maatregel tegen invasieve exoten is het convenant waterplanten. Het bedrijfsleven, Unie van Waterschappen en het ministerie van EZ (destijds LNV) hebben in februari 2010 het convenant waterplanten ondertekend. Met de ondertekening hebben deze partijen afgesproken een aantal soorten invasieve aquarium- en vijverplanten niet meer te verhandelen (zogenaamde bijlage 1-soorten). Consumenten worden van informatie voorzien over potentiële negatieve effecten van andere soorten waterplanten in de handel (bijlage 2-soorten).

De NVWA monitort de naleving van het convenant door de aangesloten tuincentra en dierenpeciaalzaken. In 2010 werden bijlage 1-soorten nog bij twee derde van de bedrijven aangetroffen die handelden in waterplanten, terwijl in 2011 de handel in bijlage 1-soorten zo goed als gestopt was. De handel in bijlage-2 soorten is ongeveer gelijk gebleven in diezelfde periode. Ongeveer twee derde van de aangetroffen bijlage 2-soorten was niet voorzien van aanvullende informatie in 2011. Dit kan het resultaat zijn van het opmaken van oude voorraden aan waterplanten en labels. Het is de verwachting dat het aantal bijlage 2-soorten dat voorzien is van aanvullende informatie in 2012 sterk is gestegen.

Het convenant moet de aankomende jaren bewijzen effectief te zijn. Een alternatief voor een convenant is een verbod. Een verbod past echter niet in de politieke opvatting om de betrokken partijen hun maatschappelijke verantwoordelijkheid zelf te laten oppakken.

In België is een gedragscode vergelijkbaar met het Nederlandse convenant in werking getreden. Naast het stoppen van de handel in invasieve planten en waterplanten worden inheemse alternatieven voor de conventsoorten aangereikt.

Kosten voor eliminatie en bestrijding van invasieve exotische soorten

De Europese Commissie rapporteert een minimaal bedrag van 12 miljard euro dat binnen de Europese Unie op jaarbasis besteed wordt aan de bestrijding van invasieve exoten en aan het herstel van de schade die ze veroorzaken. Hierin zitten echter ook de kosten van muskusrattenbestrijding in verdisconteerd.

Voor Nederland zijn de kosten die een paar jaar geleden zijn gemaakt om grote waternavel te verwijderen, geschat op 2 à 3 miljoen euro per jaar. Voor 2011 zijn de kosten om invasieve waterplanten te bestrijden geschat op 720.000 euro, waar grote waternavel een groot deel van uitmaakt. De grote waternavel wordt intensief bestreden, waardoor de volumes sterk zijn afgenomen. Daardoor vallen de bestrijdingskosten in 2011 significant lager uit ten opzichte van voorgaande jaren.

Een sterk opkomende invasieve exoot is de Japanse duizendknoop. In het Verenigd Koninkrijk wordt ongeveer 1,6 miljard pond per jaar uitgegeven aan de eliminatie van Japanse duizendknoop. Daar streeft men dan ook naar volledige eliminatie van deze soort. Daarentegen moet in Nederland het bewustzijn over de problematiek van de Japanse duizendknoop nog groeien. Toch wordt in Nederland naar schatting nu al enkele miljoenen euro's per jaar aan de beheersing en bestrijding van Japanse duizendknoop uitgegeven. Een project dat de bewustwording voor het probleem laat groeien is in 2013 gestart in Wageningen. Onderzoekers van PRI Wageningen UR, de gemeente en bewoners doen in deze plaats onderzoek naar de bestrijdingsmogelijkheden van deze plant, zie: www.wageningenur.nl/nl/show/Wageningen-UR-onderzoekt-met-gemeente-en-bewoners-Wageningen-bestrijdingsmogelijkheden-Japanse-Duizendknoop.htm'.

De eerste twee eliminatieacties die in Nederland zijn gestart, zijn de acties tegen de Amerikaanse brulkikker en de Pallas' eekhoorn. Bij de Amerikaanse brulkikker betrof het populaties in twee tuinvijvers en bij de Pallas' eekhoorn gaat het om 150 tot 200 individuen. Deze acties kosten ongeveer 1,5 ton per soort.

Kennisbehoeftes

Exoten is een onderwerp dat relatief nieuw is qua beleid, maar ook binnen de wetenschap. Zo is het bijvoorbeeld lastig om risico's van een soort te bepalen als deze nog niet geïntroduceerd of gevestigd is. Alleen de dominantie in het land van oorsprong is een redelijk betrouwbare voorspeller.

Bij gevestigde invasieve exoten gaat de focus meer en meer naar inrichtingsmaatregelen die eventueel bedreigde inheemse soorten bevorderen ten opzichte van invasieve exotische soorten.

Dierziektes en zoonoses die meeliften met exoten zijn een ander onderwerp dat de aandacht vraagt van beleid en wetenschap. Deze ziektes kunnen vaak onzichtbaar meeliften met exoten, wat het lastig maakt om preventieve maatregelen tegen deze ziektes te nemen.

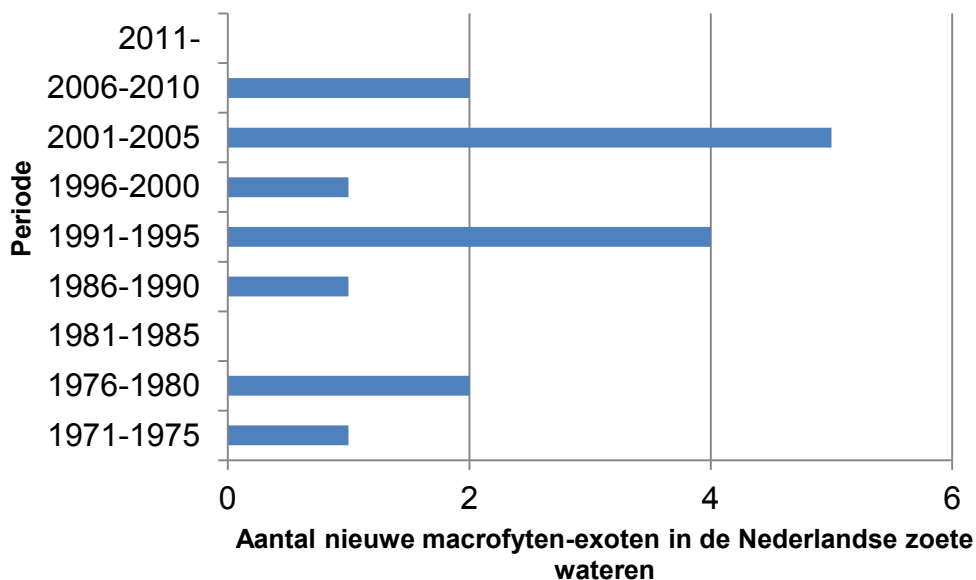
2 Macrofyten-exoten in zoet water: de stand van zaken

Samenvatting

Tot 2012 zijn er circa 36 exotische water- en oeverplanten vastgesteld in de Nederlandse zoete wateren. Dit is ongeveer 8% van het totaal aantal waargenomen macrofytensoorten. Het aantal vondsten van nieuwe exoten lijkt niet sterk toe te nemen, zoals bij andere soortgroepen wel het geval is. Het oorspronkelijk verspreidingsgebied van de meeste soorten die zich vestigen ligt in Noord- of Zuid-Amerika. Deze planten zijn in Nederland terecht gekomen via de handel in tuin(vijver)- of aquariumplanten en zijn vervolgens verwilderd, bewust geplant of bijvoorbeeld met plantenafval in waterlichamen terecht gekomen. Opvallend veel macrofyten-exoten blijken succesvol in de Nederlandse wateren. Van het totale aantal waargenomen exoten is circa 50% vrij tot zeer algemeen. De meeste soorten worden gevonden in beken, sloten, meren/plassen en kanalen.

Inleiding

Tot 2012 zijn circa 36 soorten uitheemse water- en oeverplanten aangetroffen in en langs de Nederlandse zoete wateren (Tabel 2.1) (Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep Exoten). Om twee redenen is het vaststellen van het totale aantal soorten macrofyten-exoten vrij arbitrair. Ten eerste is een aantal soorten niet (geheel) winterhard (bijv. Waterhyacint en Grote vlotvaren) en is daardoor meestal niet in staat zich permanent op een bepaalde locatie te vestigen. Echter, binnen het groeiseizoen kunnen deze planten zich wel sterk binnen een waterlichaam vermeerderen. Ten tweede komt een aantal soorten vaak voor langs de waterkant, maar is daar niet strikt aan gebonden, zoals de Japanse Duizendknoop en Reuzenbalsemien. Hier is gekozen om soorten die vaak langs wateren voorkomen en soorten die ondanks dat ze niet geheel winterhard zijn wel massaal kunnen voorkomen wel op te nemen. Naar schatting nemen exoten zo'n 8% van het totale aantal in Nederland aangetroffen macrofyten in (Pot, 2003).



Figuur 2.1: Nieuw in Nederland aangetroffen macrofyten-exoten in de periode 1971-2012.

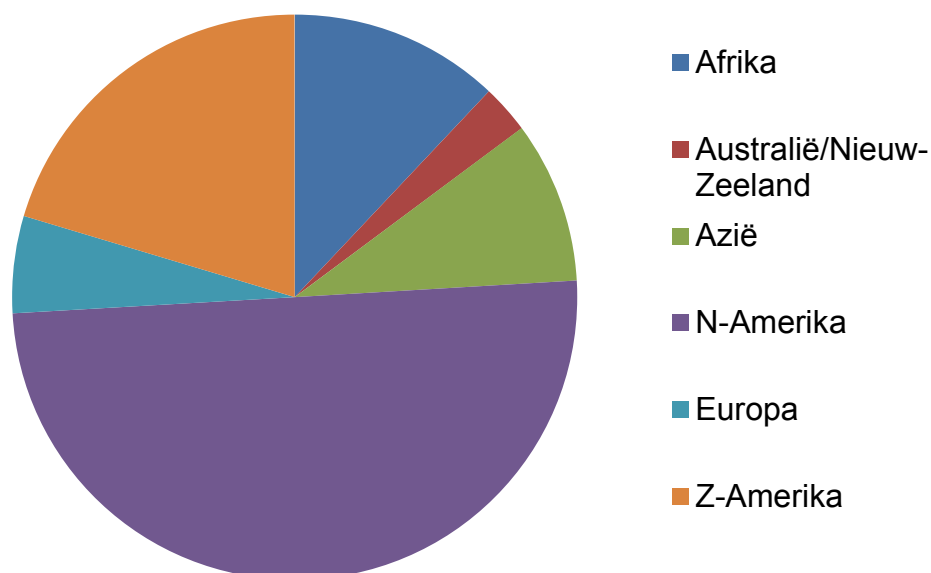
Tabel 2.1: Macrofyten-exoten in Nederland: herkomst, transportwijze (handel actief wil zeggen dat de soort verkocht wordt, handel passief omvat soorten die meekomen met planten die verkocht worden) en moment van vestiging (Bron: Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep Exoten). Het aantal records in de Limnodata Neerlandica is gegeven als indicatie van talrijkheid.

Soort	Herkomst	Transportwijze	Vestiging	Limnodata #
<i>Acorus calamus</i>	Azië	handel actief	1500-1600	1569
<i>Elodea canadensis</i>	N-Amerika	handel actief	1859	680
<i>Oxycoccus macrocarpos</i>	N-Amerika	handel actief	1868	3
<i>Fallopia japonica</i>	Azië	handel actief	19e eeuw ?	5
<i>Azolla mexicana</i>	N-Amerika	handel actief	eind 19e eeuw	0
<i>Myriophyllum aquaticum</i>	Z-Amerika	handel actief	1851-1900	13
<i>Nymphaea marliacea</i>	Afrika	handel actief	ca 1900 ?	0
<i>Salvinia molesta</i>	Z-Amerika	handel actief	1900-1950	0
<i>Bidens connata</i>	N-Amerika	onbekend	1913	156
<i>Epilobium ciliatum</i>	N-Amerika	onbekend	1915	53
<i>Azolla filiculoides</i>	N-Amerika	handel actief	begin 20ste eeuw	488
<i>Bidens frondosa</i>	N-Amerika	onbekend	1926	551
<i>Carex vulpinoidea</i>	N-Amerika	onbekend	1930	0
<i>Impatiens glandulifera</i>	Azië	handel actief	1930	43
<i>Angelica archangelica</i>	O-Europa	handel actief	1934	70
<i>Elodea nuttallii</i>	N-Amerika	handel actief	1941	5000+
<i>Pontederia cordata</i>	N-Amerika	handel actief	1951-1992	4
<i>Eichhornia crassipes</i>	Z-Amerika	handel actief	1951-1992	5
<i>Pistia stratiotes</i>	Z-Amerika/ Afrika/ Azië	handel actief	1951-1992	9
<i>Cotula coronopifolia</i>	Afrika	handel actief	1975	6
<i>Egeria densa</i>	Z-Amerika	handel actief	1976	2
<i>Aponogeton distachyos</i>	Afrika	handel actief	ca. 1980	0
<i>Lemna minuta</i>	N-Amerika	handel passief	1988	406
<i>Lemna turionifera</i>	N-Amerika	handel passief	1992	0
<i>Ludwigia grandiflora</i>	Z-Amerika	handel actief	1993	2
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	N-Amerika	handel actief	1993	14
<i>Crassula helmsii</i>	Australië/ Nieuw-Zeeland	handel actief	1995	1
<i>Cabomba caroliniana</i>	Z-Amerika	handel actief	ca. 1997	0
<i>Myriophyllum heterophyllum</i>	N-Amerika	handel actief	2001	2
<i>Sagittaria latifolia</i>	N-Amerika	handel actief	2002	0
<i>Lagarosiphon major</i>	Afrika	handel actief	2005	1
<i>Lysichiton americanus</i>	N-Amerika	handel actief	2005	0
<i>Aldrovanda vesiculosa</i>	O-Europa	handel actief	2005	0
<i>Landoltia punctata</i>	N-Amerika	handel passief	2007	0
<i>Ludwigia peploides</i>	Z-Amerika	handel actief	2007	0
<i>Mimulus guttatus</i>	N-Amerika	handel actief	?	16

Op basis van de gegevens lijkt er geen sprake van een stijgende trend in het aantal exotensoorten per periode voor de afgelopen jaren, zoals bij macrofauna wel het geval is (Figuur 2.1). De grootschalige handel in en aanplant van exotische planten maakt het soms lastig om voor de soorten het exacte jaartal vast te stellen wanneer de plant voor het eerst in het wild is aangetroffen, vooral voor de soorten die al lang verhandeld worden. Daarnaast is de aanwezigheid van bepaalde submerse- en kroossoorten vaak niet opgemerkt door determinatieproblemen en/of onbekendheid met de soorten.

Herkomst en introductiewijze

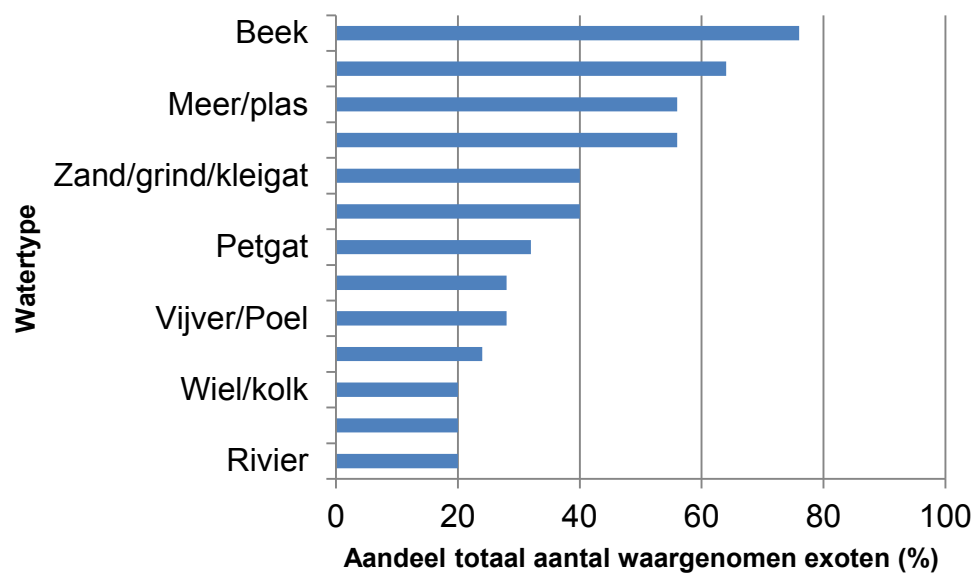
Het grootste aandeel van de exotische waterplanten (50%) is afkomstig uit Noord-Amerika en nog eens 20% uit Zuid-Amerika (Figuur 2.2) (Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep Exoten, Plantenziektenkundige Dienst 2010). Veruit de belangrijkste bron van verspreiding is de handel in vijver- en aquariumplanten (80%) (Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep Exoten). Deze planten zijn vervolgens vanuit tuinvijvers verwilderd, bewust aangeplant of onbewust met bijvoorbeeld de inhoud van aquaria of plantenafval in wateren terechtgekomen.



Figuur 2.2: Relatieve verdeling in Nederland aangetroffen exotische water- en oeverplanten op basis van oorspronkelijk verspreidingsgebied.

Verspreiding en talrijkheid van exoten in de verschillende watertypen

Van het totale aantal aangetroffen macrofyten-exoten is inmiddels de helft vrij tot zeer algemeen (Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep Exoten, Plantenziektenkundige Dienst, 2010, Luijten & Odé, 2007). Macrofyten-exoten worden in alle watertypen aangetroffen (Figuur 2.3). De meeste soorten worden gevonden in beken, sloten, meren/plassen en kanalen. Het laagste aantal wordt gevonden in rivieren en rivierbegeleidende wateren (nevengeulen en strangen). Dit beeld is sterk contrasterend met bijvoorbeeld macrofauna-exoten, waar nu juist in de grote rivieren veel exoten worden aangetroffen. Een reden hiervoor is dat de grote rivieren vaak weinig geschikt zijn voor waterplantenvegetaties.



Figuur 2.3: Macrofyten-exoten per watertype. Het percentage van het totale aantal door waterbeherende instanties gevonden macrofyten-exoten is weergegeven. Bron: Limnodata Neerlandica.

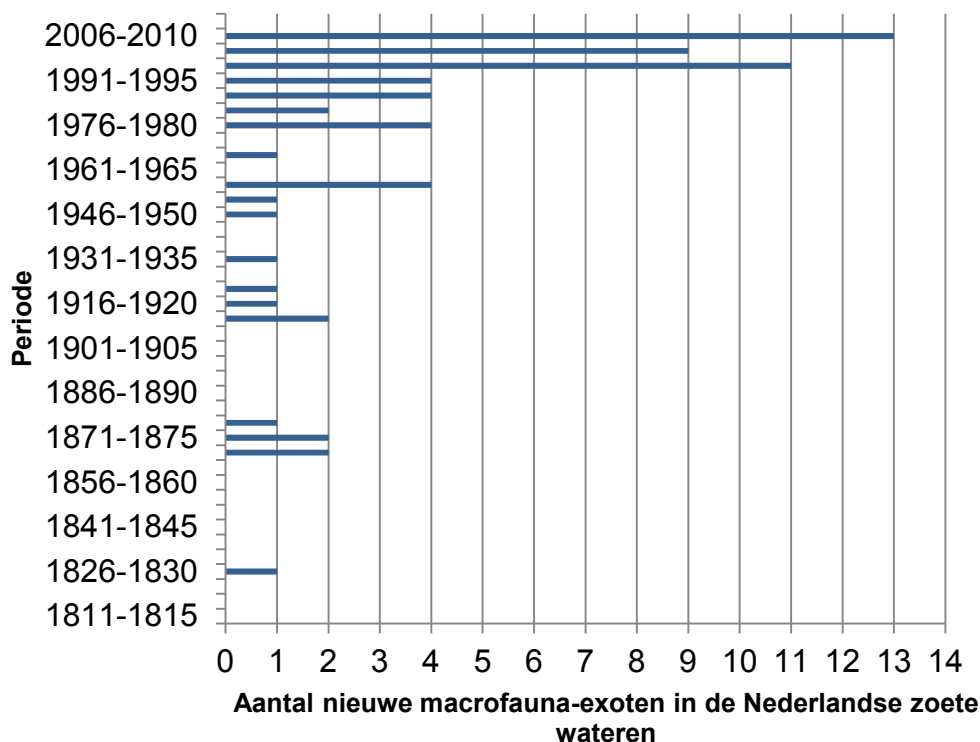
3 Macrofauna-exoten in zoet water: de stand van zaken

Samenvatting

Tot 2012 zijn er 66 macrofauna-exoten vastgesteld in de Nederlandse zoete wateren. Dit is ongeveer 3% van de totale zoetwatermacrofauna. Het aantal vondsten van nieuwe exoten is de afgelopen vijftien jaar sterk toegenomen. Terwijl in de jaren negentig van de vorige eeuw met name Ponto-Kaspische soorten de hoofdmoot van de nieuwkomers vormden, die via scheepvaartroutes Nederland bereikten, is het afgelopen decennium met name de handel in dieren en planten de belangrijkste bron van exoten geworden. Opvallend veel macrofauna-exoten blijken succesvol in de Nederlandse wateren. Van het totale aantal waargenomen exoten is circa 27% algemeen tot zeer talrijk en afhankelijk van het watertype komt 13-35% tot dominantie in het systeem.

Inleiding

In totaal zijn er tot 2012 66 macrofauna-exoten vastgesteld in de Nederlandse zoete wateren (Figuur 3.1). Het aantal nieuwkomers is met name de afgelopen vijftien jaar sterk gestegen. Het grootste gedeelte van de exoten in de Nederlandse binnenwateren bestaat uit kreeftachtigen (39%), mollusken (27%) en borstelwormen (20%). Binnen de exoten zijn insecten, die de hoofdmoot van de inheemse zoetwaterfauna vormen, schaars (6%). Het gaat hier om enkele steekmuggen en een snuitkever. Een compleet overzicht van de soorten wordt gegeven in tabel 3.1. Het aandeel dat exoten innemen van de totale nederlandse zoetwatermacrofauna is relatief klein (circa 3%) ten opzichte van bijvoorbeeld vissen ($\pm 40\%$).



Figuur 3.1: Nieuw in Nederland aangetroffen macrofauna-exoten in de periode 1811-2012.

Tabel 3.1: Macrofauna-exoten in Nederland (Werkgroep Ecologisch waterbeheer subgr. Exoten met aanvullingen; referenties Bijlage 1): herkomst, transportwijze (s: scheepvaart direct of via waterwegen, ph: passief handel, ah: actieve handel, o: onbekend, au: actief uitgezet) en moment van vestiging. Verspreidingsklassen Nederland zijn gebaseerd op Limnodata Neerlandica en ingedeeld aan de hand van Nijboer & Verdonschot (2004).

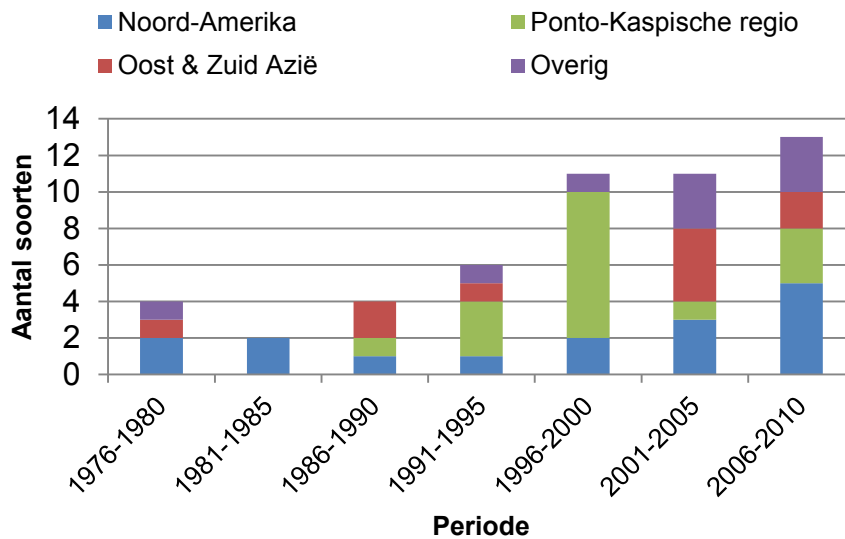
Taxonnaam	Taxonomische groep	Refs.	Herkomst	Transport	Vestiging	Verspreidingsklasse
<i>Dreissena polymorpha</i>	Bivalvia	18	Ponto-Kaspisch	s	1826	abundant
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	Gastropoda	18	Ponto-Kaspisch	s	1870	uncommon
<i>Physella acuta</i>	Gastropoda	18	ZW-Europa/Afrika	ph	1870	very common
<i>Cordylophora caspia</i>	Hydrozoa	31,46	Ponto-Kaspisch	s	1874	uncommon
<i>Rhithropanopeus harrisii</i>	Decapoda	32	N-Amerika	s	1874	rare
<i>Orchestia cavimana</i>	Amphipoda	40	Middellandsezeengebied/ Ponto-kaspisch	s	1878	common
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Gastropoda	18	Nieuw-Zeeland	s	1913	abundant
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	Decapoda	39	Middellandse zee gebied	s	1915	common
<i>Branchiura sowerbyi</i>	Oligochaeta	10	O-Azië	s	1918	common
<i>Stenopelmus rufinasus</i>	Coleoptera	48	N-Amerika	ph	1922	rare
<i>Eriocheir sinensis</i>	Decapoda	38	O- Azië	s	1931	very common
<i>Proasellus coxalis</i>	Isopoda	42	Middellandse zee gebied	s	1948	abundant
<i>Musculium transversum</i>	Bivalvia	6	N-Amerika	o	1954	very rare
<i>Austropotamobius torrentium</i>	Decapoda	37	C&ZO Europa	ah	1956	very rare
<i>Dugesia tigrina</i>	Tricladida	1	N-Amerika	ph	1956	very common
<i>Helisoma nigricans</i>	Gastropoda	18	N-Amerika	ph	1959	very rare
<i>Gammarus tigrinus</i>	Amphipoda	41	N-Amerika	au	1960	abundant
<i>Orconectes limosus</i>	Decapoda	34,35,37	N-Amerika	ah	1968	very common
<i>Astacus leptodactylus</i>	Decapoda	34,35,37	W- Azië	ah	1977	rare
<i>Ferrissia wautieri=fragilis</i>	Gastropoda	25,26,27	N-Amerika	o	1977	very common
<i>Gyraulus chinensis</i>	Gastropoda	18	O&Z-Azie	ph	1977	very rare

Taxonnaam	Taxonomische groep	Refs.	Herkomst	Transport	Vestiging	Verspreidingsklasse
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	Amphipoda	28	N-Amerika	o	1979	very common
<i>Quistadrilus multisetosus</i>	Oligochaeta	wew	N-Amerika	o	1982	very common
<i>Procambarus clarkii</i>	Decapoda	34,35,37	N-Amerika	ah	1985	uncommon
<i>Menetus dilatatus</i>	Gastropoda	22	N-Amerika	ph	1986	rare
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	Amphipoda	28	Ponto-Kaspisch	s	1987	uncommon
<i>Corbicula fluminalis</i>	Bivalvia	28	O- Azië	s	1988	uncommon
<i>Corbicula fluminea</i>	Bivalvia	28	O- Azië	s	1988	common
<i>Echinogammarus ischnus</i>	Amphipoda	28	Ponto-Kaspisch	s	1991	rare
<i>Melanoides tuberculatus</i>	Gastropoda	23, wew	Afrika, ZO Azië	ah	1992	very rare
<i>Dikerogammarus villosus</i>	Amphipoda	wew	Ponto-kaspisch	s	1994	common
<i>Limnodrilus maumeensis</i>	Oligochaeta	6, 7, wew	N-Amerika	o	1994	very rare
<i>Hypania invalida</i>	Polychaeta	3	Ponto-Kaspisch	s	1995	common
<i>Helobdella europaea</i>	Hirudinea	13	C&Z-Amerika	ah	1996	very rare
<i>Hemimysis anomala</i>	Mysidacea	33	Ponto-Kaspisch	s	1997	rare
<i>Jaera istri</i>	Isopoda	33	Ponto-Kaspisch	s	1997	uncommon
<i>Limnomysis benedeni</i>	Mysidacea	28,33	Ponto-Kaspisch	s	1997	very common
<i>Echinogammarus trichiatus</i>	Amphipoda	43	Ponto-Kaspisch	s	1998	very rare
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	Tricladida	2	Ponto-Kaspisch	s	1999	rare
<i>Limnodrilus cervix</i>	Oligochaeta	wew	N-Amerika	o	1999	rare
<i>Caspihalacarus hyrcanus</i>	Hydracarina	28	Ponto-Kaspisch	s	2000	rare
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	Hirudinea	13	Ponto-Kaspisch	s	2000	rare
<i>Isochaetides michaelsoni</i>	Oligochaeta	8	Ponto-Kaspisch	o	2000	very rare
<i>Varichaetadrilus harmani</i>	Oligochaeta	4	N-Amerika	o	2000	very rare
<i>Branchiodrilus hortensis</i>	Oligochaeta	11	O&Z- Azië /Australië/Afrika	o	2002	very rare

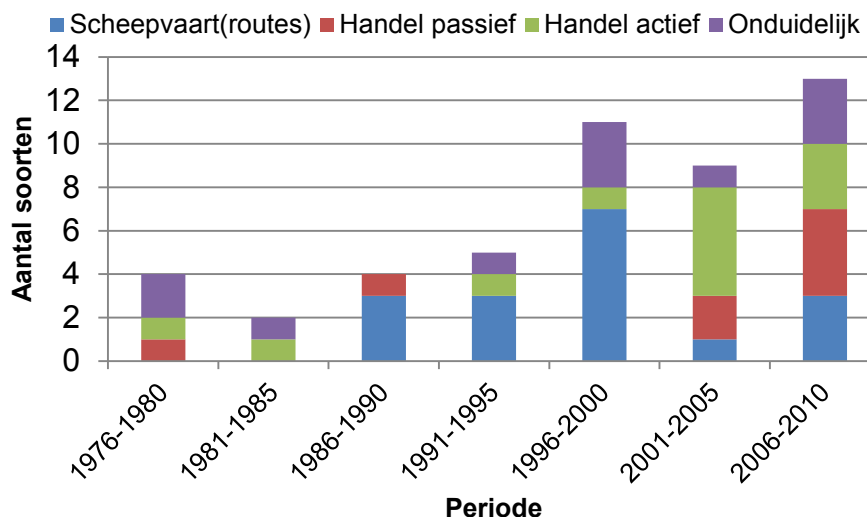
Taxonnaam	Taxonomische groep	Refs.	Herkomst	Transport	Vestiging	Verspreidingsklasse
<i>Barbronia weberi</i>	Hirudinea	13,14, wew	O&Z- Azië	o	2003	very rare
<i>Chelicorophium robustum</i>	Amphipoda	33	Ponto-Kaspisch	s	2003	rare
<i>Orconectes virilis</i>	Decapoda	34,35,37	N-Amerika	ah	2004	rare
<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Decapoda	34,35,37	N-Amerika	ah	2004	very rare
<i>Procambarus fallax</i>	Decapoda	34,35,37,47	kweek	ah	2004	very rare/extinct
<i>Aedes albopictus</i>	Diptera	49	ZO- Azië	ph	2005	very rare
<i>Argulus japonicus</i>	Arguliidae	45	O- Azië	ph	2005	very rare
<i>Procambarus acutus</i>	Decapoda	34,35,37	N-Amerika	ah	2005	very rare
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	Amphipoda	wew	Ponto-kaspisch	s	2006	rare
<i>Dreissena rostriformis bugensis</i>	Bivalvia	29,30	Ponto-kaspisch	s	2006	uncommon
<i>Limnodrilus tortilipenis</i>	Oligochaeta	5	N-Amerika	o	2006	very rare
<i>Viviparus acerosus</i>	Gastropoda	16	ZO-Europa (Donau)	ah	2006	very rare
<i>Cherax quadricarinatus</i>	Decapoda	36,37	Australië	ah	2007	very rare
<i>Gyraulus parvus</i>	Gastropoda	24	N-Amerika	o	2008	very rare
<i>Monopylephorus limosus</i>	Oligochaeta	12	O- Azië	o	2008	very rare
<i>Bellamyia chinensis</i>	Gastropoda	15	O- Azië	ah	2009	very rare
<i>Ochlerotatus atropalpus</i>	Diptera	50	N-Amerika	ph	2009	very rare
<i>Aedes aegypti</i>	Diptera	44	Afrika	ph	2010	very rare
<i>Chelicorophium sowinskyi</i>	Amphipoda	33	Ponto-Kaspisch	s	2010	very rare
<i>Physella gyrina</i>	Gastropoda	20,21	N-Amerika	ph	2010	very rare
<i>Planorbella duryi</i>	Gastropoda	19	N-Amerika	ph	2010	very rare

Herkomst en introductiewijze

Het oorspronkelijke verspreidingsgebied van de meeste soorten ligt in Noord-Amerika, Oost- en Zuid-Azië en de Ponto-Kaspische regio. De herkomst van de exoten die de afgelopen dertig jaar nieuw zijn aangetroffen in Nederland varieerde van periode tot periode (Figuur 3.2). Een duidelijke piek in het aantal Ponto-Kaspische soorten trad op in de tweede helft van de jaren negentig als gevolg van het verbinden van de stroomgebieden van de Donau en de Rijn (Bij de Vaate *et al.*, 2002, Van der Velde *et al.*, 2002). Het afgelopen decennium was de herkomst meer divers. Uit figuur 3.3 kan afgeleid worden dat de bron van de soorten het afgelopen decennium met name lag in de handel. Het gaat hier om i) macrofauna, of waterplanten waarop de dieren aanwezig waren, die verkocht werden voor aquaria en tuinvijvers, ii) autobanden en kamerplanten waarop eieren van soorten van containerhabitats aanwezig waren (Bij de Vaate, 1993, Soes *et al.*, 2006, Scholte *et al.*, 2010).



Figuur 3.2: Oorspronkelijk verspreidingsgebied van de nieuw in Nederland aangetroffen macrofauna-exoten in de periode 1976-2010.

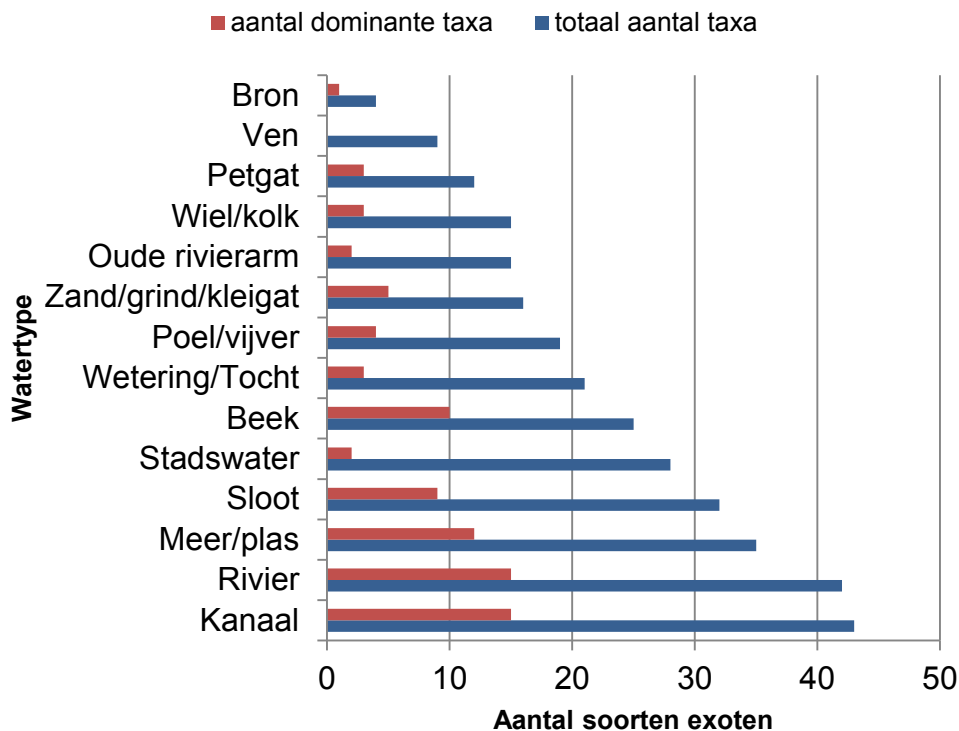


Figuur 3.3: Introductiewijze macrofauna-exoten in de periode 1976-2010. Scheepvaart(routes) omvat de verspreiding van macrofauna langs scheepvaartroutes (aanleggen van kanalen, opnemen en lozen ballastwater). Passieve handel omvat het meeliften van macrofauna met producten, zoals waterplanten voor vijvers en aquaria, kamerplanten en autobanden. Actieve handel betreft de directe verkoop van de macrofauna voor bijvoorbeeld aquaria of consumptie.

Verspreiding en talrijkheid van exoten in de verschillende watertypen

Macrofauna-exoten worden in alle watertypen aangetroffen (Figuur 3.4). De meeste soorten worden gevonden in kanalen en rivieren. Semi-natuurlijke, geïsoleerde kleine wateren zoals bronnen, vennen en petgaten bevatten relatief gezien maar weinig exoten. Wanneer gekeken wordt naar de verspreiding van de macrofauna-exoten op basis van gegevens in de Limnodata en aangevuld met recente literatuurbronnen, dan blijkt dat 27% van een soorten beschouwd kan worden als algemeen (aanwezig op ≥ 129 locaties) tot zeer talrijk (≥ 1032 locaties; Nijboer & Verdonschot 2004). Hierbij moet opgemerkt worden dat dit percentage waarschijnlijk een onderschatting is, aangezien sommige soorten regelmatig gemist worden (bijv. wormen) door determinatieproblemen of onbekendheid van de soort en het niet aansluiten van de standaardbemonsteringsmethode bij de levenswijze van de soort (bijv. kreeften en krabben, soorten van harde substraten buiten de Rijkswateren).

Verder komt ook een aanzienlijk deel (32%) van de macrofauna-exoten lokaal tot dominantie. Dominantie is hier gedefinieerd als een abundantie per 5 m-standaardnetmonster van $\log_2(x+1) \geq 8$. Koploper hierin is de oorspronkelijk uit Nieuw-Zeeland afkomstige slak *Potamopyrgus antipodarum*. Deze soort is dominant aangetroffen in één of meerdere monsters in alle watertypen aanwezig in de Limnodata (Tabel 3.2). Andere soorten die in veel watertypen tot dominantie kwamen zijn de tijgervlokreeft (*Gammarus tigrinus*), de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) en de aasgarnaal *Limnomysis benedeni*. Gemiddeld gezien komt per watertype $24 \pm 11\%$ van de soorten tot dominantie binnen het systeem (Figuur 3.4). Overigens gaat deze definitie van dominantie niet op voor kreeften en krabben. Door hun grootte is voor deze soorten een groter schaalniveau van belang: een lager aantal dieren kan al aanzienlijke invloed uitoefenen op het ecosysteem.



Figuur 3.4: Exoten per watertype. Het totaal aantal aangetroffen exoten tot 2012 is weergegeven en het aantal exoten dat in deze watertypen dominant ($\log_2(x+1) \geq 8$) is aangetroffen in één of meerdere monsters. Bron: Limnodata Neerlandica.

Ecosysteemeffecten

De abundantie of biomassa van bepaalde macrofauna-exoten wordt op een bepaald moment zo hoog, dat de aanwezigheid van de exoot het functioneren van het ecosysteem gaat beïnvloeden. Eén van de bekendste en best onderzochte voorbeelden hiervan is de invloed van exotische rivierkreeften op het functioneren van zoetwaterecosystemen (Tabel 3.3). De effecten van kreeften op zoetwaterecosystemen zijn complex en allesomvattend: macrofauna, vissen, algen, waterplanten, detritus en het sediment worden beïnvloed, waarmee onderschreven wordt dat kreeften kunnen worden beschouwd als echte sleutelsoorten, ecosysteem engineers. Betekent dit dat complete degradatie van de bestaande systemen dreigt na introductie van de exotische kreeften? Daar lijkt het op dit moment niet op. Er kan gesteld worden dat er momenteel een herschikking plaatsvindt in het functioneren van de gekoloniseerde ecosystemen. Dit wil zeggen dat er een nieuwe balans ontstaat tussen de verschillende onderdelen van het systeem, zowel in termen van populaties van soorten als het verlopen van processen (bijv. organische-stof-stromen). Het is daarbij goed te beseffen dat ecosystemen geen gefixeerde combinaties van dieren en planten zijn, maar een dynamisch geheel. Het inkrimpen en groeien van populaties is in principe een natuurlijk proces. De aanvankelijk grote impact die de kreeften lokaal hebben, samengaan met de eerste populatie-explosie na introductie, wordt gevolgd door een periode waarbij de rest van het systeem zich aanpast aan de nieuwe situatie. In sommige gevallen leidt dit weer tot een teruggang van de exoot wat betreft populatiegrootte. Dit neemt natuurlijk niet weg, dat het inkrimpen van populaties of verdwijnen van bepaalde soorten uit het systeem niet kan worden beschouwd als een verlies. Ten slotte zijn de kreeften door de mens in het systeem terecht gekomen.

Tabel 3.2: Macrofauna-exoten die dominant zijn aangetroffen in monsters afkomstig van verschillende watertypen. Opmerking: De abundantie van kreeften en krabben kon met de gehanteerde bemonsteringsmethoden niet worden vastgesteld. Bron: Limnodata Neerlandica.

Taxonnaam	Taxonomische groep	# watertypen dominant
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Gastropoda	14
<i>Dreissena polymorpha</i>	Bivalvia	9
<i>Gammarus tigrinus</i>	Amphipoda	9
<i>Limnomysis benedeni</i>	Mysida	7
<i>Dugesia tigrina</i>	Tricladia	5
<i>Proasellus coxalis</i>	Isopoda	5
<i>Quistodrilus multisetosus</i>	Oligochaeta	5
<i>Corbicula fluminea</i>	Bivalvia	4
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	Amphipoda	4
<i>Physella acuta</i>	Gastropoda	4
<i>Dikerogammarus villosus</i>	Amphipoda	3
<i>Hypania invalida</i>	Polychaeta	3
<i>Jaera istri</i>	Isopoda	3
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	Gastropoda	3
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	Decapoda	2
<i>Chelicorophium curvispinum</i>	Amphipoda	2
<i>Corbicula fluminalis</i>	Bivalvia	1
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>	Tricladia	1
<i>Echinogammarus ischnus</i>	Amphipoda	1
<i>Ferrissia fragilis (wautieri)</i>	Gastropoda	1
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	Decapoda	1

Tabel 3.3: Overzicht van de effecten van exotische rivierkreeften op de Nederlandse zoetwaterecosystemen.

Proces	Effecten	Consequenties in nederlandse zoetwaterecosystemen
Afgrazen en beschadigen waterplanten	<p>Verdwijnen habitatstructuur voor fyto macrofauna en bentische algen.</p> <p>Vertroebeling door verminderde vastlegging bodemslib met als gevolg verslechterde lichtomstandigheden en zuurstofbeschikbaarheid.</p> <p>Verandering in zuurstofbeschikbaarheid door wegvallen productie planten.</p> <p>Verandering in type en beschikbaarheid organisch materiaal door verdwijnen vegetatie als bron organisch materiaal.</p>	In mesocosms en afgesloten compartimenten worden bepaalde planten afgegraasd of ontworteld door <i>P. clarkii</i> en <i>O. virilis</i> (Verdonschot et al. 2009, Roessink et al., 2010). Het op grotere schaal verdwijnen van waterplantenvegetaties in wateren kan niet aantoonbaar worden gekoppeld aan de aanwezigheid van kreeften, al zijn er wel correlatieve verbanden die wijzen op een mogelijke invloed (Emmerik & De Laak 2008, Soes & Koese 2010, Koese & Evers 2011). In ieder geval zijn de effecten minimaal in vergelijking met die in het Middellandse-zeegebied (Soes & Koese 2010). Uit een recente studie blijkt dan ook dat de effecten systeem of zelfs waterlichaamspecifiek zijn. Bijvoorbeeld bij aanwezigheid van grote aantallen prooidieren wordt veel minder plantaardig materiaal gegeten (Klose & Cooper 2012).
Predatie van macrofauna, vissen en -eieren, amfibieën	Veranderingen in het voedselweb door: verdwijnen van inheemse soorten of krimpen van populaties van inheemse soorten.	Predatie van macrofauna komt voor in mesocosms (Verdonschot et al., 2009). Er kan geen verband worden vastgesteld tussen een teruggang van macrofauna en de aanwezigheid van kreeften (Koese & Evers 2011). Voor vissen en amfibieën zijn er enkele aanwijzingen dat dit het geval zou kunnen zijn (Nyström 2002, Emmerik & De Laak 2008, Soes & Koese 2010). een causale relatie is echter niet aangetoond.
Competitie met inheemse fauna	Concurrentie om habitat en voedsel met als gevolg krimpende populaties van inheemse soorten.	Er treedt concurrentie op om nestholtes met bijvoorbeeld Rivierdonderpad (Guan & Wiles 1997). Een teruggang van het Bermpje werd gevonden na vestiging <i>P. leniusculus</i> (Wielink et al. 2010). Of dit een causaal verband is, blijft onduidelijk.
Graven in oevers en omwoelen bodem (bioturbatie)	<p>Verslechterde lichtomstandigheden en zuurstofbeschikbaarheid door vertroebeling.</p> <p>Toename heterogeniteit oevers door graafactiviteiten*</p>	Er kon geen verband aangetoond worden tussen helderheid of zuurstofgehalte en de aanwezigheid van kreeften (Koese & Evers 2011). Holen zijn aangetroffen op diverse plaatsen, afkomstig van <i>P. clarkii</i> en <i>O. virilis</i> . (Koese et al. 2012).
Verspreiding <i>Aphanomyces astaci</i> (kreeftenpest)	Dodelijke infecties bij inheemse kreeften.	De introductie van de waterschimmel <i>Aphanomyces astaci</i> (Oomycetes) met <i>O. limosus</i> lijkt de druppel te zijn geweest die de door verslechterde milieu- en habitatcondities kwijnende populaties van de inheemse <i>A. astacus</i> vrijwel fataal werd (Niewold, 2003).
Voedsel voor gewervelden	Veranderingen in het voedselweb: groei van populaties inheemse soorten.	Vissen (o.a. baars, snoek, paling), vogels (o.a. blauwe reiger, fuut, aalscholver, ooievaar), zoogdieren (o.a. rat, otter) foerageren op div. exotische kreeftensoorten (Soes & Koese 2010).

* vanuit ecologisch oogpunt gunstig, maar vanuit waterbeheersoogpunt is er dan sprake van economische schade

Literatuur

- Emmerik, W.A.M. de Laak, G.A.J. (2008). Oriënterend onderzoek exotische rivierkreeften Wilnis Bovenlanden, Polder Groot Wilnis-Vinkeveen. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
- Guan, R.Z., Wiles, P.R. (1997). Ecological impact of introduced crayfish on benthic fishes in a British lowland river. *Conservation Biology* 11, 641-647.
- Klose, K., Cooper, S.D. (2012). Contrasting effects of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) on two temperate stream communities. *Freshwater Biology* 57: 526-540.
- Koese, B., Verdonschot, R., Vos, J. (2012). Exotische rivierkreeften: opvallende soorten in Nederlandse watergangen. *Dierplagen* 15: 19-21.
- Koese, B., Evers, N. (2011). A national inventory of invasive freshwater crayfish in the Netherlands in 2010. Rapport EIS2011-03, Stichting EIS-Nederland, Leiden.
- Luijten, S., Odé, B. (2007). Status en het voorkomen van een aantal belangrijke invasieve plantensoorten in Nederland. FLORON-Rapport 47. Stichting FLORON, Leiden.
- Niewold, F.J.J. (2003). Kansen voor de Europese rivierkreeft *Astacus astacus* in Nederland. Onderzoek naar geschikte locaties voor (her)kolonisatie in sprengebeeksystemen op de zuidelijke Veluwe. Alterra Rapport 851, Alterra, Wageningen.
- Nijboer R.C., Verdonschot P.F.M. (2004). Rare and common macroinvertebrates: definition of distribution classes and their boundaries. *Archiv fur Hydrobiologie* 161:45-64.
- Nyström, P. (2002). Ecology. In: Holdich, D. (red) 2002. *Biology of Freshwater Crayfish*. Blackwell Science, Oxford.
- Plantenziektenkundige Dienst (2010). Veldgids invasieve waterplanten in Nederland. Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen.
- Pot, R. (2003). Veldgids Water- en Oeverplanten. KNNV Uitgeverij Utrecht.
- Roessink, I, Giels van J., Boerkamp A., Ottburg, F.G.W.A. (2010). Effecten van rode- en geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften op waterplanten en waterkwaliteit. Alterra Rapport 2052, Alterra, Wageningen.
- Soes, M. & B. Koese (2010). Invasive freshwater crayfish in the Netherlands: a preliminary risk analysis. Rapport EIS2010-01, Stichting EIS-Nederland, Leiden.
- Soes, D.M., van Eekelen, R. (2006). Rivierkreeften, een oprukkend probleem? *De Levende natuur* 107, 56-59.
- Scholte, E.J., den Hartog, W., Dik M., Schoelitsz, B., Brooks, M., Schaffner, F., Foussadier, R., Braks, M., Beeuwkes, J. (2010). Introduction and control of three invasive mosquito species in the Netherlands, July-October 2010. *Eurosurveillance* 15 (45): pii=19710.
- Vaate, A. bij de (1993). De tropische zoetwaterslak *Melanoides tuberculata* blijvend in Nederland? *Correspondentieblad van de Nederlandse Malacologische Vereniging* 277: 30-32.
- Vaate, A. bij de, Jazdzewski, K., Ketelaars, H.A.M., Gollasch, S., van der Velde, G. (2002). Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 1159-1174.

- Velde, G. van der, Nagelkerken, I., Rajagopal, S., bij de Vaate, A. (2002). Invasions by alien species in inland freshwater bodies in western Europe: the Rhine Delta. In: Leppäkoski, E. *et al.* Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management. P. 360-372.
- Verdonschot, R.C.M., van Schaik, H., Verdonschot, P.F.M. (2009). Effecten van de rode Amerikaanse rivierkreeft op de vegetatie en macrofauna van sloten. *H₂O* 42: 36-39.
- Werkgroep Ecologisch Waterbeheer (z.j.) subgr. Exoten (www.werkgroepexoten.nl/soorten.php).
- Wielink, P. van., H. Spijkers & J. Samuels (2010). De Californische rivierkreeft in de Oude Leij: 2008-2009. *Kreeftennieuwsbrief* 3: 3-7.

Bijlage 1 Referenties bij Tabel 3.1

ID	Literatuurverwijzing
wew	Werkgroep Ecologisch Waterbeheer, subgroep exoten http://www.werkgroepexoten.nl/soorten.php).
1	van der Velde, G., 1976. The immigrant triclad flatworm <i>Dugesia tigrina</i> (Girard) (Plathelminthes, Turbellaria). Range-extension and ecological position in The Netherlands. Hydrobiological Bulletin 9: 123-130.
2	bij de Vaate, A., Swarte, M.B.A., 2001. <i>Dendrocoelum romanodanubiale</i> in the Rhine delta: first records from The Netherlands. Lauterbornia 40: 53-56.
3	Klink, A., bij de Vaate, A., 1996. <i>Hypania invalida</i> (Grube, 1860) (Polychaeta: Ampharetidae) a freshwater polychaeta in the Lower Rhine, new to the Dutch fauna. Lauterbornia 25: 57-60.
4	Timm, T., 2006. A Nearctic tubificid <i>Varichaetadrilus harmani</i> (Loden) n. comb. in a Dutch wetland, with remarks on <i>Tubifex tubifex</i> (Müller) (Annelida: Oligochaeta). Zootaxa 1281: 21-39.
5	Soes, M.D., van Haaren, T., 2007. <i>Limnodrilus tortilipenis</i> Wetzel, 1987 nieuw voor Nederland. Macrofauna-nieuwsbrief 71:3.
6	van Haaren, T., 2007. Nieuwe en nieuwe vondsten van exoten in het Nederlandse zoete water. Macrofaunanieuwsbrief 70:2.
7	Van Haaren, T., 2002. Eight species of aquatic oligochaeta new for the Netherlands (annelida). Nederlandse Faunistische Mededelingen 16: 39-56.
8	Verdonschot 2007 Sinensis
9	Verdonschot P.F.M., 1990. Ecologische Karakterisering van oppervlaktewateren in Overijssel. Provincie Overijssel/Rijksinstituut voor natuurbeheer, Leersum.
10	Redeke, H.C., 1948. Hydrobiologie van Nederland: de zoete wateren. Uitgeverij v/h C. De Boer Jr., Amsterdam
11	van Haaren, T., Soes M., Munts, R., 2005. <i>Branchiodrilus hortensis</i> , een nieuwe exotische borstelworm in Nederland (Annelida: Oligochaeta). Nederlandse Faunistische mededelingen 22: 17-21.
12	Munts, R., 2009. 2 nieuwe soorten voor Nederland: een borstelworm en een dansmug. Macrofaunanieuwsbrief 86:2-4.
13	van Haaren, T., Hop, H., Soes, M., Tempelman, D., 2004. The freshwater leeches (Hirudinea) of The Netherlands. Lauterbornia 52: 113-131.
14	van Haaren, T., 2011. Hirudinea-Bloedzuigers. p.138-139 In: Noordijk, J., van Achterberg, K. (red.) De Nederlandse biodiversiteit. Naturalis, Leiden.
15	Soes, M.D., Majoor, G.D., Keulen, S.M.A., 2011. <i>Bellamyia chinensis</i> (Gray, 1834) (Gastropoda: Viviparidae), a new alien snail species for the European fauna. Aquatic Invasions 6: 97-102.
16	Soes, M.D., Glöer, P., de Winter, A.J., 2009. <i>Viviparus acerosus</i> (Bourguignat, 1862) (Gastropoda: Viviparidae), a new exotic snail species for the Dutch fauna. Aquatic Invasions 4: 373-375.
17	Meeuse, A.D.J., Hubert, B., 1949. The Mollusc fauna of glasshouses in the Netherlands. Basteria 13: 1-30.
18	Gittenberger, E., Janssen, A.W., Kuijper, W.J., Kuiper, J.G.J., Meijer, T., van der Velde, G., de Vries, J.N., 1998. De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. Nederlandse fauna, deel 2. Nationaal Natuurhistorisch Museum Naturalis, KNNV Uitgeverij & EIS Nederland, Leiden.
19	Mienis, H.K., 2010. <i>Planorbella duryi</i> in a Canal in Purmerend, the Netherlands. 9-10. Ellipsaria 12: 9-10.
20	Mienis, H.K., Mienis, D., 2010. The development of an aquatic mollusc fauna at the site of the ice-rink in Midland-Noord, Terschelling, the Netherlands. Ellipsaria, 12: 8-9.
21	Mienis, H.K., 2011. Komt er naast de Puntige blaashoren nog een andere Amerikaanse blaashoren op Terschelling voor? Rinkelbollen 2011(2): 11-13.
22	van Haaren, T., Storm, A., 2005. Twee nieuwe waarnemingen van de Amerikaanse dwergposthoornslak <i>Menetus (Micromenetus) dilatatus avus</i> (Pilsbry, 1905) in Nederland. Macrofaunanieuwsbrief 60:3-5.
23	bij de Vaate, A., Naber, A., den Besten, P.J., 1994. Population dynamics of <i>Melanoides tuberculata</i> (Müller) (Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae) near a cooling water discharge in the Twente Canal (The Netherlands). Basteria 58: 3-10.
24	Jansen, E.A., 2008. <i>Gyraulus parvus</i> , een nieuwe soort voor de Nederlandse fauna. Macrofaunanieuwsbrief 81:2-4.
25	Walther, A.C., Burch, J.B., Foighil, D.O., 2010. Molecular phylogenetic revision of the freshwater limpet genus <i>Ferrissia</i> (Planorbidae: Ancylinae) in North America Yields two species: <i>Ferrissia (Ferrissia) rivularis</i> and <i>Ferrissia (Kincaidilla) fragilis</i> . Malacologica 53: 25-45.

26	Raposeiro, P.M., Costa, A.C., Martins, A.F., 2011. On the presence, distribution and habitat of the alien freshwater snail <i>Ferrissia fragilis</i> (Tryon, 1863) (Gastropoda: Planorbidae) in the oceanic islands of the Azores. <i>Aquatic Invasions</i> 6(1): S13–S17.
27	van der Velde, G., Roelofs, J.G.M., 1977. <i>Ferrissia wautieri</i> (Gastropoda, Basommatophora), nieuw voor Nederland. <i>Basteria</i> 41: 73–80.
28	van der Velde, G., Nagelkerken, I., Rajagopal, S., bij de Vaate, A., 2002. Invasions by alien species in inland freshwater bodies in western Europe: the Rhine Delta. P. 360-372. In: Leppäkoski, E. et al. (2002). <i>Invasive aquatic species of Europe: distribution, impacts and management</i> . Kluwer, Dordrecht.
29	Molloy, D.P., bij de Vaate, A., Wilke, T., Giamberini, L., 2007. Discovery of <i>Dreissena rostriformis bugensis</i> (Andrusov, 1897) in Western Europe. <i>Biological Invasions</i> 9:871-874.
30	bij de Vaate, A., 2008. Het voorkomen van zoetwatermosselen van het geslacht <i>Dreissena</i> , de driehoeksmossel en de quaggamossel, in het Hollandsch Diep. Rapportnummer 2008/01. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad.
31	bij de Vaate, A., Jazdzewski, K., Ketelaars, H.A.M., Gollasch, S., van der Velde, G., 2002. Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. <i>Can. J. Fish. Aquat. Sci.</i> 59: 1159–1174.
32	Adema, J.P.H.M., 1991. De krabben van Nederland en België (Crustacea, Decapoda, Brachyura). Nationaal Natuurhistorisch Museum, Leiden.
33	Kuiter, M., 2011. <i>Chelicorophium sowinskyi</i> Martynov, 1924: een nieuwe pionier in het Nederlandse Rijnstroomgebied. <i>Macrofaunanieuws</i> 100.
34	Soes, D.M., van Eekelen, R., 2006. Rivierkreeften, een oprukkend probleem? <i>De Levende Natuur</i> 107: 56-59.
35	Roessink, I., Hudina, S., Ottburg, F.G.W.A., 2009. Literatuurstudie naar de biologie, impact en mogelijke bestrijding van twee invasieve soorten: de rode Amewrikaanse rivierkreeft (<i>Procambarus clarkii</i>) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (<i>Orconectes virilis</i>) Alterra rapport 1923, Alterra, Wageningen.
36	Soes, D.M., 2008. Een vondst van de Australische roodklaww kreeft (<i>Cherax quadricarinatus</i>) in Nederland. <i>Kreeftennieuwsbrief</i> 2: 7-8.
37	Soes, M., Koese, B., 2010. Invasive freshwater crayfish in the Netherlands: a preliminary risk analysis. Rapport EIS2010-01, Stichting EIS-Nederland, Leiden
38	D.M. Soes. D.M., van Horssen, P.W., Bouma, S., Collombon, M.T., 2007. Chinese wolhandkrab. Een literatuurstudie naar ecologie en effecten. BUWA rapport nr. 07-234, Bureau Waardenburg, Culemborg.
39	van den Brink, F.W.B., van der Velde, G., 1986. Observations on the seasonal and yearly occurrence and the distribution of <i>Atyaephyra desmaresti</i> (Millet, 1831) (Crustacea, Decapoda, Natantia) in The Netherlands. <i>Aquatic Ecology</i> 19: 193-198.
40	Kinzelbach, R., 1972. Zur Verbreitung und Ökologie des Süßwasser-strandfloh <i>Orchestia cavimana</i> Heller, 1865 (Crustacea: Amphipoda: Talitridae). <i>Bonn. Zool. Beitr.</i> 23: 267-282.
41	Stock, J.H., Nijssen, H., 1967. De ingevoerde vlokreeft, <i>Gammarus tigrinus</i> Sexton, 1939, krijgt vaste voet in Nederland. <i>Het Zeepaard</i> 27: 2-5.
42	Huwae, P., Rappé, G., 2003. Waterpissebedden: een determineertabel voor de zoet-, brak- en zoutwaterpissebedden van Nederland en België. Wetenschappelijke Mededelingen van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging 226. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
43	Geene, R., Klink, A., Mulder, J., Wilhelm, M., 1999. Macrofauna in hoogwaterpoelen langs de Rijn: evaluatie van drift na de hoogwaters van begin 1995, najaar 1998 en voorjaar 1999. Rapport AquaSense 1349, Aquasense, Amsterdam.
44	Brown, J.E., Scholte, E.J., Dik, M., den Hartog, W., Beeuwkes, J., Powell, J.R., 2011. <i>Aedes aegypti</i> mosquitoes imported into the Netherlands, 2010. <i>Emerg Infect Dis.</i> 17:2335-2337.
45	Soes, D.M., Walker, P.D., Kruijt, D.B., 2010. The Japanese fish louse <i>Argulus japonicus</i> new for The Netherlands. <i>Lauterbornia</i> 70: 11-17.
46	Vervoort, W., 1964. Note on the distribution of <i>Garveia franciscana</i> (Torrey, 1902) and <i>Cordylophora caspia</i> (Pallas, 1771) in the Netherlands. <i>Zool. Meded.</i> 39: 125-146.
47	Koese, B., Evers, N., 2011. A national inventory of invasive freshwater crayfish in the Netherlands in 2010. Rapport EIS2011-03, Stichting EIS-Nederland, Leiden.
48	Everts, E., 1922. <i>Coleoptera Neerlandica</i> . Nijhoff, 's-Gravenhage.
49	Scholte, E.-J., Jacobs, F., Linton, Y.-M., Dijkstra, E., Fransen, J., Takken, W., 2007. First Record of <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> in the Netherlands. <i>European Mosquito Bulletin</i> 22: 5-9.
50	Scholte, E.-J., Den Hartog, W., Braks, M., Reusken, C., Dik, M., Hessels, A., 2009. First report of a North American invasive mosquito species <i>Ochlerotatus atropalpus</i> (Coquillett) in the Netherlands, 2009. <i>Eurosurveillance</i> 14:1-3.

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2010

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

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

2010

- 174** *Boer de, S., M.J. Bogaardt, P.H. Kersten, F.H. Kistenkas, M.G.G. Neven & M. van der Zouwen.* Zoektocht naar nationale beleidsruimte in de EU-richtlijnen voor het milieu- en natuurbeleid. Een vergelijking van de implementatie van de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn in Nederland, Engeland en Noordrijn-Westfalen
- 175** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-001 – Koepel
- 176** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 177** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 178** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-005 – M-AVP
- 179** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-006 – Natuurplanbureauafunctie
- 180** *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-007 – Milieuplanbureauafunctie
- 181** *Annual reports for 2009;* Programme WOT-04
- 182** *Oenema, O., P. Bikker, J. van Harn, E.A.A. Smolders, L.B. Sebek, M. van den Berg, E. Stehfest & H. Westhoek.* Quicksan opbrengsten en efficiëntie in de gangbare en biologische akkerbouw, melkveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij. Deelstudie van project 'Duurzame Eiwitvoorziening'
- 183** *Smits, M.J.W., N.B.P. Polman & J. Westerink.* Uitbreidingsmogelijkheden voor groene en blauwe diensten in Nederland; Ervaringen uit het buitenland
- 184** *Dirkx, G.H.P. (red.).* Quick responsefunctie 2009. Verslag van de werkzaamheden
- 185** *Kuhlman, J.W., J. Luijt, J. van Dijk, A.D. Schouten & M.J. Voskuilen.* Grondprijkskaarten 1998-2008
- 186** *Slangen, L.H.G., R.A. Jongeneel, N.B.P. Polman, E. Lianouridis, H. Leneman & M.P.W. Sonneveld.* Rol en betekenis van commissies voor gebiedsgericht beleid
- 187** *Temme, A.J.A.M. & P.H. Verburg.* Modelling of intensive and extensive farming in CLUE
- 188** *Vreke, J.* Financieringsconstructies voor landschap
- 189** *Slangen, L.H.G.* Economische concepten voor beleidsanalyse van milieu, natuur en landschap
- 190** *Knotters, M., G.B.M. Heuvelink, T. Hoogland & D.J.J. Walvoort.* A disposition of interpolation techniques
- 191** *Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H. van Kernebeek, H.H. Luesink & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 1990 en 2005-2008
- 192** *Beekman, V., A. Pronk & A. de Smet.* De consumptie van dierlijke producten. Ontwikkeling, determinanten, actoren en interventies.
- 193** *Polman, N.B.P., L.H.G. Slangen, A.T. de Blaeij, J. Vader & J. van Dijk.* Baten van de EHS; De locatie van recreatiebedrijven
- 194** *Veeneklaas, F.R. & J. Vader.* Demografie in de Natuurverkenning 2011; Bijlage bij WOT-paper 3
- 195** *Wascher, D.M., M. van Eupen, C.A. Múcher & I.R. Geijzendorffer.* Biodiversity of European Agricultural landscapes. Enhancing a High Nature Value Farmland Indicator
- 196** *Apeldoorn van, R.C., I.M. Bouwma, A.M. van Doorn, H.S.D. Naeff, R.M.A. Hoefs, B.S. Elbersen & B.J.R. van Rooij.* Natuurgebieden in Europa: bescherming en financiering
- 197** *Brus, D.J., R. Vasat, G. B. M. Heuvelink, M. Knotters, F. de Vries & D. J. J. Walvoort.* Towards a Soil Information System with quantified accuracy; A prototype for mapping continuous soil properties
- 198** *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen, m.m.v. M.H. Borgstein, E.J. Bos & P. van der Wielen.* Verantwoording van de methodiek Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 199** *Bos, E.J. & M.H. Borgstein.* Monitoring Gesloten voer-mest kringlopen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 200** *Kennismarkt 27 april 2010;* Van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten Planbureau voor de Leefomgeving
- 201** *Wielen van der, P.* Monitoring Integrale duurzame stallen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 202** *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen.* Monitoring Functionele agrobiodiversiteit. Achtergrond-document bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 203** *Jongeneel, R.A. & L. Ge.* Farmers' behavior and the provision of public goods: Towards an analytical framework
- 204** *Vries, S. de, M.H.G. Custers & J. Boers.* Storende elementen in beeld; de impact van menselijke artefacten op de landschapsbeleving nader onderzocht
- 205** *Vader, J. J.L.M. Donders & H.W.B. Bredenoord.* Zicht op natuur- en landschapsorganisaties; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 206** *Jongeneel, R.A., L.H.G. Slangen & N.B.P. Polman.* Groene en blauwe diensten; Een raamwerk voor de analyse van doelen, maatregelen en instrumenten
- 207** *Letourneau, A.P., P.H. Verburg & E. Stehfest.* Global change of land use systems; IMAGE: a new land allocation module
- 208** *Heer, M. de.* Het Park van de Toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 209** *Knotters, M., J. Lahr, A.M. van Oosten-Siedlecka & P.F.M. Verdonschot.* Aggregation of ecological indicators for mapping aquatic nature quality. Overview of existing methods and case studies
- 210** *Verdonschot, P.F.M. & A.M. van Oosten-Siedlecka.* Graadmeters Aquatische natuur. Analyse gegevenskwaliteit Limnodata
- 211** *Linderhof, V.G.M. & H. Leneman.* Quicksan kosteneffectiviteitsanalyse aquatische natuur
- 212** *Leneman, H., V.G.M. Linderhof & R. Michels.* Mogelijkheden voor het inbrengen van informatie uit de 'KRW database' in de 'KE database'
- 213** *Schrijver, R.A.M., A. Corporaal, W.A. Ozinga & D. Rudrum.* Kosteneffectieve natuur in landbouwgebieden; Methode om effecten van maatregelen voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden te bepalen, een test in twee gebieden in Noordoost-Twente en West-Zeeuws-Vlaanderen
- 214** *Hoogland, T., R.H. Kemmers, D.G. Cirkel & J. Hunink.* Standplaatsfactoren afgeleid van hydrologische model uitkomsten; Methode-ontwikkeling en toetsing in het Drentse Aa-gebied
- 215** *Agricola, H.J., R.M.A. Hoefs, A.M. van Doorn, R.A. Smidt & J. van Os.* Landschappelijke effecten van ontwikkelingen in de landbouw
- 216** *Kramer, H., J. Oldengarm & L.F.S. Roupioz.* Nederland is groener dan kaarten laten zien; Mogelijkheden om 'groen' beter te inventariseren en monitoren met de automatische classificatie van digitale luchtfoto's
- 217** *Raffe, J.K. van, J.J. de Jong & G.W.W. Wamelink (2011).* Kostenmodule Natuurplanner; functioneel ontwerp en software-validatie
- 218** *Hazeu, G.W., Kramer, H., J. Clement & W.P. Daamen (2011).* Basiskaart Natuur 1990rev
- 219** *Boer, T.A. de.* Waardering en recreatief gebruik van Nationale Landschappen door haar bewoners
- 220** *Leneman, H., A.D. Schouten & R.W. Verburg.* Varianten van natuurbeleid: voorbereidende kostenberekeningen; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011

- 221 *Knegt, B. de, J. Clement, P.W. Goedhart, H. Sierdsema, Chr. van Swaay & P. Wiersma.* Natuurkwaliteit van het agrarisch gebied
- 2011**
- 222 *Kamphorst, D.A. & M.M.P. van Oorschot.* Kansen en barrières voor verduurzaming van houtketens
- 223 *Salm, C. van der & O.F. Schoumans.* Langetermijneffecten van verminderde fosfaatgiften
- 224 *Bikker, P., M.M. van Krimpen & G.J. R Emmelink.* Stikstofverteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren; Berekeningen voor de TAN-excretie
- 225 *M.E. Sanders & A.L. Gerritsen (red.).* Het biodiversiteitsbeleid in Nederland werkt. Achtergronddocument bij Balans van de Leefomgeving 2010
- 226 *Bogaart, P.W., G.A.K. van Voorn & L.M.W. Akkermans.* Evenwichtsanalyse modelcomplexiteit; een verkennende studie
- 227 *Kleunen A. van, K. Koffijberg, P. de Boer, J. Nienhuis, C.J. Camphuyzen, H. Schekkerman, K.H. Oosterbeek, M.L. de Jong, B. Ens & C.J. Smit (2010).* Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2007 en 2008
- 228 *Salm, C. van der, L.J.M. Boumans, D.J. Brus, B. Kempen & T.C. van Leeuwen.* Validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE met meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en de Landelijke Steekproef Kaartenheden (LSK).
- 229 *Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerius, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongsma.* Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009
- 230 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-001 – Koepel
- 231 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 232 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 233 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-005 – M-AVP
- 234 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-006 – Natuurplanbureauafunctie
- 235 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-007 – Milieuplanbureauafunctie
- 236 *Arnouts, R.C.M. & F.H. Kistenkas.* Nederland op slot door Natura 2000: de discussie ontrafeld; Bijlage bij WOT-paper 7 – De deur klemt
- 237 *Harms, B. & M.M.M. Overbeek.* Bedrijven aan de slag met natuur en landschap; relaties tussen bedrijven en natuurorganisaties. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 238 *Agricola, H.J. & L.A.E. Vullings.* De stand van het platteland 2010. Monitor Agenda Vitaal Platteland; Rapportage Midterm meting Effectindicatoren
- 239 *Klijn, J.A.* Wisselend getij. Omgang met en beleid voor natuur en landschap in verleden en heden; een essayistische beschouwing. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 240 *Corporaal, A., T. Denters, H.F. van Dobben, S.M. Hennekens, A. Klimkowska, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & R.A.M. Schrijver.* Stenoeciteit van de Nederlandse flora. Een nieuwe parameter op grond van ecologische amplitudo's van de Nederlandse plantensoorten en toepassingsmogelijkheden
- 241 *Wamelink, G.W.W., R. Jochem, J. van der Gref-van Rossum, C. Grashof-Bokdam, R.M.A. Wegman, G.J. Franke & A.H. Prins.* Het plantendispersiemodel DIMO. Verbetering van de modellering in de Natuurplanner
- 242 *Klimkowska, A., M.H.C. van Adrichem, J.A.M. Jansen & G.W.W. Wamelink.* Bruikbaarheid van WNK-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden. Eerste fase
- 243 *Goossen, C.M., R.J. Fontein, J.L.M. Donders & R.C.M. Arnouts.* Mass Movement naar recreatieve gebieden; Overzicht van methoden om bezoekersaantallen te meten
- 244 *Spruijt, J., P.M. Spoorenberg, J.A.J.M. Rovers, J.J. Slabbekoorn, S.A.M. de Kool, M.E.T. Vlaswinkel, B. Heijne, J.A. Hiemstra, F. Nouwens & B.J. van der Sluis.* Milieueffecten van maatregelen gewasbescherming
- 245 *Walker, A.N. & G.B. Woltjer.* Forestry in the Magnet model.
- 246 *Hoefnagel, E.W.J., F.C. Buisman, J.A.E. van Oostenbrugge & B.I. de Vos.* Een duurzame toekomst voor de Nederlandse visserij. Toekomstscenario's 2040
- 247 *Buurma, J.S. & S.R.M. Janssens.* Het koor van adviseurs verdient een dirigent. Over kennisverspreiding rond phytophthora in aardappelen
- 248 *Verburg, R.W., A.L. Gerritsen & W. Nieuwenhuizen.* Natuur meekoppelen in ruimtelijke ontwikkeling: een analyse van sturingsstrategieën voor de Natuurverkenning. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 249 *Kooten, T. van & C. Klok.* The Mackinson-Daskalov North Sea EcoSpace model as a simulation tool for spatial planning scenarios
- 250 *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 251 *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 252 *Randen van, Y., H.L.E. de Groot & L.A.E. Vullings.* Monitor Agenda Vitaal Platteland vastgelegd. Ontwerp en implementatie van een generieke beleidsmonitor
- 253 *Agricola, H.J., R. Reijnen, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, J. Roos-Klein Lankhorst, L.M.G. Groenemeijer & S.L. Deijl.* Achtergronddocument Midterm meting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 254 *Buiteveld, J. S.J. Hiemstra & B. ten Brink.* Modelling global agrobiodiversity. A fuzzy cognitive mapping approach
- 255 *Hal van R., O.G. Bos & R.G. Jak.* Noordzee: systeemdynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 256 *Teal, L.R.* The North Sea fish community: past, present and future. Background document for the 2011 National Nature Outlook
- 257 *Leopold, M.F., R.S.A. van Bemmelen & S.C.V. Geelhoed.* Zeevogels op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 258 *Geelhoed, S.C.V. & T. van Polanen Petel.* Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 259 *Kuijs, E.K.M. & J. Steenbergen.* Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 260 *Baptist, M.J.* Zachte kustverdediging in Nederland; scenario's voor 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 261 *Wiersinga, W.A., R. van Hal, R.G. Jak & F.J. Quirijns.* Duurzame kottervisserij op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 262 *Wal J.T. van der & W.A. Wiersinga.* Ruimtegebruik op de Noordzee en de trends tot 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 263 *Wiersinga, W.A. J.T. van der Wal, R.G. Jak & M.J. Baptist.* Vier kijkrichtingen voor de mariene natuur in 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 264 *Bolman, B.C. & D.G. Goldsborough.* Marine Governance. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 265 *Bannink, A.* Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008; Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions
- 266 *Wyngaert, I.J.J. van den, P.J. Kuikman, J.P. Lesschen, C.C. Verwer & H.H.J. Vreuls.* LULUCF values under the Kyoto Protocol; Background document in preparation of the National Inventory Report 2011 (reporting year 2009)
- 267 *Helming, J.F.M. & I.J. Terluin.* Scenarios for a cap beyond 2013; implications for EU27 agriculture and the cap budget.
- 268 *Woltjer, G.B.* Meat consumption, production and land use. Model implementation and scenarios.
- 269 *Knegt, B. de, M. van Eupen, A. van Hinsberg, R. Pouwels, M.S.J.M. Reijnen, S. de Vries, W.G.M. van der Bilt & S. van*

- Tol*. Ecologische en recreatieve beoordeling van toekomstscenario's van natuur op het land. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 270** *Bos, J.F.F.P., M.J.W. Smits, R.A.M. Schrijver & R.W. van der Meer*. Gebiedsstudies naar effecten van vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid op bedrijfsconomie en inpassing van agrarisch natuurbeheer.
- 271** *Donders, J., J. Luttik, M. Goossen, F. Veeneklaas, J. Vreke & T. Wejschede*. Waar gaat dat heen? Recreatiemotieven, landschapskwaliteit en de oudere wandelaar. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 272** *Voorn G.A.K. van & D.J.J. Walvoort*. Evaluation of an evaluation list for model complexity.
- 273** *Heide, C.M. van der & F.J. Sijtsma*. Maatschappelijke waardering van ecosysteemdiensten; een handreiking voor publieke besluitvorming. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 274** *Overbeek, M.M.M., B. Harms & S.W.K. van den Burg (2012)*. Internationale bedrijven duurzaam aan de slag met natuur en biodiversiteit.; voorstudie bij de Balans van de Leefomgeving 2012.
- 275** *Os, J. van; T.J.A. Gies; H.S.D. Naeff; L.J.J. Jeurissen*. Emissieregistratie van landbouwbedrijven; verbeteringen met behulp van het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven.
- 276** *Walsum, P.E.V. van & A.A. Veldhuizen*. MetaSWAP_V7_2_0; Rapportage van activiteiten ten behoeve van certificering met Status A.
- 277** *Kooten T. van & S.T. Glorius*. Modeling the future of het North Sea. An evaluation of quantitative tools available to explore policy, space use and planning options.
- 279** *Bilt, W.G.M. van der, B. de Knegt, A. van Hinsberg & J. Clement (2012)*. Van visie tot kaartbeeld; de kijkrichtingen ruimtelijk uitgewerkt. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 280** *Kistenkas, F.H. & W. Nieuwenhuizen*. Rechtsontwikkelingen landschapsbeleid: landschapsrecht in wording. Bijlage bij WOT-paper 12 – 'Recht versus beleid'
- 281** *Meeuwssen, H.A.M. & R. Jochem*. Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape.
- 282** *Dobben, H.F. van*. Naar eenvoudige dosis-effectrelaties tussen natuur en milieucondities; een toetsing van de mogelijkheden van de Natuurplanner.
- 283** *Gaaff, A.* Raming van de budgetten voor natuur op langere termijn; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 285** *Vries, P. de, J.E. Tamis, J.T. van der Wal, R.G. Jak, D.M.E. Slijkerman and J.H.M. Schobben*. Scaling human-induced pressures to population level impacts in the marine environment; implementation of the prototype CUMULEO-RAM model.
- 2012**
- 286** *Keizer-Vlek, H.E. & P.F.M. Verdonshot*. Bruikbaarheid van SNL-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden; Tweede fase: aquatische habitattypen.
- 287** *Oenema, J., H.F.M. Aarts, D.W. Bussink, R.H.E.M. Geerts, J.C. van Middelkoop, J. van Middelaar, J.W. Reijs & O. Oenema*. Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen.
- 288** *Troost, K., D. van de Ende, M. Tangelder & T.J.W. Ysebaert*. Biodiversity in a changing Oosterschelde: from past to present
- 289** *Jaarrapportage 2011*. WOT-04-001 – Koepel
- 290** *Jaarrapportage 2011*. WOT-04-008 – Agromilieue
- 291** *Jaarrapportage 2011*. WOT-04-009 – Natuur, Landschap en Platteland
- 292** *Jaarrapportage 2011*. WOT-04-010 – Balans van de Leefomgeving
- 293** *Jaarrapportage 2011*. WOT-04-011 – Natuurverkenning
- 294** *Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof*. Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2010; berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA).
- 295** *Spijker, J.H., H. Kramer, J.J. de Jong & B.G. Heusinkveld*. Verkenning van de rol van (openbaar) groen op wijk- en buurtniveau op het hitte-eilandeffect
- 296** *Haas, W. de, C.B.E.M. Aalbers, J. Kruijt, R.C.M. Arnouts & J. Kempenaar*. Parknatuur; over de kijkrichtingen beleefbare natuur en inpasbare natuur
- 297** *Doorn, A.M. van & R.A. Smidt*. Staltypen nabij Natura 2000-gebieden.
- 298** *Luesink, H.H., A. Schouten, P.W. Blokland & M.W. Hoogeveen*. Ruimtelijke verdeling ammoniakemissies van beweiden en van aanwenden van mest uit de landbouw.
- 299** *Meulenkamp, W.J.H. & T.J.A. Gies*. Effect maatregelen reconstructie zandgebieden; pilotgemeente Gemert-Bakel.
- 300** *Beukers, R. & B. Harms*. Meerwaarde van certificeringsschema's in visserij en aquacultuur om bij te dragen aan het behoud van biodiversiteit
- 301** *Broekmeyer, M.E.A., H.P.J. Huiskens, S.M. Hennekens, A. de Jong, M.H. Storm & B. Vanmeulebrouk*. Gebruikershandleiding Audittrail Natura 2000.
- 302** *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof*. Ammonia emissions from animal manure and inorganic fertilisers in 2009. Calculated with the Dutch National Emissions Model for Ammonia (NEMA)
- 303** *Donders, J.L.M. & C.M. Goossen*. *Recreatie in groen blauwe gebieden*. Analyse data Continu Vrijtijdsonderzoek: bezoek, leeftijd, stedelijkheidsgraad en activiteiten van recreanten
- 304** *Boesten, J.J.T.I. & M.M.S. ter Horst*. Manual of PEARLNEQ v5
- 305** *Reijnen, M.J.S.M., R. Pouwels, J. Clement, M. van Esbroek, A. van Hinsberg, H. Kuipers & M. van Eupen*. EHS Doelrealisatiegraadmeter voor de Ecologische Hoofdstructuur. Natuurkwaliteit van landecosysteemtypen op lokale schaal.
- 306** *Arnouts, R.C.M., D.A. Kamphorst, B.J.M. Arts & J.P.M. van Tatenhove*. Innovatieve governance voor het groene domein. Governance-arrangementen voor vermaatschappelijking van het natuurbeleid en verduurzaming van de koffieketen.
- 307** *Kruseman, G., H. Luesink, P.W. Blokland, M. Hoogeveen & T. de Koeijer*. MAMBO 2.x. Design principles, model, structure and data use
- 308** *Koeijer de, T., G. Kruseman, P.W. Blokland, M. Hoogeveen & H. Luesink*. MAMBO: visie en strategisch plan, 2012-2015
- 309** *Verburg, R.W.* Methoden om kennis voor integrale beleidsanalyses te combineren.
- 310** *Bouwma, I.M., W.A. Ozinga, T. v.d. Sluis, A. Griffioen, M.P. v.d. Veen & B. de Knegt*. Dutch nature conservation objectives from a European perspective.
- 311** *Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem & P.W. Goedhart*. Validatie van MOVE4.
- 312** *Broekmeyer, M.E.A., M.E. Sanders & H.P.J. Huiskens*. Programmatische Aanpak Stikstof. Doelstelling, maatregelen en mogelijke effectiviteit.
- 313**
- 314** *Pouwels, P. C. van Swaay, R. Foppen & H. Kuipers*. Prioritaire gebieden binnen de Ecologische Hoofdstructuur voor behoud doelsoorten vlinders en vogels.
- 315** *Rudrum, D., J. Verboom, G. Kruseman, H. Leneman, R. Pouwels, A. van Teeffelen & J. Clement*. Kosteneffectiviteit van natuurgebieden op het land. Eerste verkenning met ruimtelijke optimalisatie biodiversiteit.
- 316** *Boone, J.A., M.A. Dolman, G.D. Jukema, H.R.J. van Kernebeek & A. van der Knijff*. Duurzame landbouw verantwoord. Methodologie om de duurzaamheid van de Nederlandse landbouw kwantitatief te meten.
- 317** *Troost, K., M. Tangelder, D. van den Ende & T.J.W. Ysebaert*. From past to present: biodiversity in a changing delta
- 318** *Schouten, A.D., H. Leneman, R. Michels & R.W. Verburg..* Instrumentarium kosten natuurbeleid. Status A.
- 319** *Verburg, R.W., E.J.G.M. Westerhof, M.J. Bogaardt & T. Selnes*. Verkennen en toepassen van besluitvormingsmodellen in de uitvoering van natuurbeleid.
- 2013**
- 320** *Woltjer, G.B.* Forestry in MAGNET; a new approach for land use and forestry modelling.
- 321** *Langers, F., A.E. Buijs, S. de Vries, J.M.J. Farjon, A. van Hinsberg, P. van Kampen, R. van Marwijk, F.J. Sijtsma, S.*

- van Tol. Potenties van de Hotspotmonitor om de graadmeter Landschap te verfijnen
- 322** *Verburg, R.W., M.J. Bogaardt, B. Harms, T. Selnes, W.J. Olliemans.* Beleid voor ecosysteemdiensten. Een vergelijking tussen verschillende EU-staten
- 323** *Schouten, M.A.H., N.B.P. Polman & E.J.G.M. Westerhof.* Exploring green agricultural policy scenarios with a spatially explicit agent-based model.
- 324** *Gerritsen, A.L., A.M.E. Groot, H.J. Agricola, W. Nieuwenhuizen.* Hoogwaardige landbouw. Een verkenning van motivaties, knelpunten, condities, nieuwe organisatiemodellen en de te verwachten bijdragen aan natuur en landschap
- 325** *Jaarrapportage 2012.* WOT-04-008 – Agromilieue
- 326** *Jaarrapportage 2012.* WOT-04-009 – Informatievoorziening Natuur (IN)
- 327** *Jaarrapportage 2012.* WOT-04-010 – Balans van de Leefomgeving (BvdL)
- 328** *Jaarrapportage 2012.* WOT-04-011 – Natuurverkenning (NVK)
- 329** *Goossen, C.M., F. Langers, T.A. de Boer.* Relaties tussen recreanten, ondernemers en landschap
- 330** *Bruggen, C. van, P. Bikker, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2011. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA).
- 331** *Dirkx, G.H.P. & W. Nieuwenhuizen.* Histland. Historisch-landschappelijk informatiesysteem
- 334** *Verdonschot R.C.M., J.H. Vos J.H. & P.F.M. Verdonschot.* Exotische macrofauna en macrofyten in de Nederlandse zoete wateren; voorkomen en beleid in 2012.



Thema Balans van de Leefomgeving

Wettelijke Onderzoekstaken

Natuur & Milieu

Postbus 47

6700 AA Wageningen

T (0317) 48 54 71

E info.wnm@wur.nl

www.wageningenUR.nl/

wotnatuurenmilieu

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

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

