

# Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit: 50 jaar na Silent Spring

Martina G. Vijver  
Geert R. de Snoo

## TREFWOORDEN

Bestrijdingsmiddelen, ecologische effecten, metingen, normoverschrijdingen, oppervlaktewater

Entomologische Berichten 73 (4): 136-143

Nederland is een belangrijke speler op het gebied van de landbouw. Van het totale landoppervlak is naar schatting 22.000 km<sup>2</sup> in gebruik als landbouw en cultuurgrond. Kenmerkend voor Nederland is dat veel van de percelen waarop de bestrijdingsmiddelen worden gebruikt zijn omringd door een fijnmazig netwerk van oppervlaktewateren. Desondanks lijkt het de laatste jaren toch mogelijk om een intensieve landbouw te hebben naast een redelijke waterkwaliteit. Vijftig jaar na 'Silent Spring' drijven er zelden meer dode vissen in het water en zijn grote problemen met bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater verleden tijd. Opvallend is wel dat de grootste milieuwinst is geboekt voor 2001, na die tijd is eigenlijk nauwelijks sprake van een verdere verbetering van de waterkwaliteit zo laten de metingen zien. Als we de strikte trend bekijken van de jaren 1998-2009, dan is het Nederlandse oppervlaktewater globaal 70% schoner geworden. De locaties waar de ecologische druk op de aquatische levensgemeenschappen (alle planten en dieren in het water) met meer dan 5% wordt overschreden is eveneens afgenomen (met 58% in de periode 1998-2009). Samenvattend kan worden gezegd dat het Nederlandse water flink schoner is geworden, maar dat het nog schoner kan.

## De wereld van toen

Vijftig jaar geleden verscheen het boek Silent Spring (1962) van Rachel Carson dat wereldwijd een enorme invloed heeft gehad. De titel is een verwijzing naar de lente waarin de vogels niet meer zingen, doordat zij als gevolg van het gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn verdwenen. Na vier jaar verzamelen van bewijsmateriaal toonde Carson de gevaren die verbonden zijn aan het gebruik van bestrijdingsmiddelen: de langdurige giftige resten van deze stoffen zowel in het water als in de grond, tot zelfs sporen ervan in moedermelk. De publicatie van Carson was een belangrijke aanleiding om beter te kijken naar ongewenste neveneffecten van deze stoffen. Het belangrijkste voorbeeld was het bestrijdingsmiddel DDT. Ten tijde van de Tweede Wereldoorlog heeft DDT veel mensenlevens gered door de bestrijding van de malariamug. Maar vanwege de slechte afbreekbaarheid in het milieu bleken dergelijke stoffen ernstige neveneffecten te hebben hoog in de voedselketen, zoals bij roofvogels. Het bijzondere van Carson was dat zij ook wees op effecten die niet onmiddellijk zichtbaar waren. Er was in veel gevallen geen sprake van directe vergiftiging maar van indirecte effecten. Zo gingen roofvogelpopulaties achteruit, doordat het reproductiesucces afnam ten gevolge van te dunne eierschalen, waardoor de eieren verloren gingen. De neveneffecten van bestrijdingsmiddelen deden zich ook voor in Nederland. Zo werd in bijvoorbeeld 1960 melding gemaakt van de sterfte van ca. 200.000 vogels als gevolg van het gebruik van parathion en trad in 1966 en 1967 in Drenthe massale sterfte op van zaadetende

vogels en roofvogels als gevolg van de zaadontsmetting met stoffen zoals aldrin, dieldrin en organokwikverbindingen (De Snoo & Canters 1987). Carson liet ook zien dat effecten kunnen optreden op plaatsen ver weg van de plek van de oorspronkelijke toepassing van de bestrijdingsmiddelen. De hoofdlijn van haar gedachte is dat de mens een deel is van de natuur, maar tevens over het vermogen beschikt om de planeet te veranderen. Mede door het boek Silent Spring is onderzoek naar het voorkomen van vervuiling op gang gekomen.

## De wereld van nu

Met de bovenstaande lessen in het achterhoofd, vragen wij ons af: wat is de huidige stand van zaken in Nederland betreffende de bestrijdingsmiddelenproblematiek? We beperken ons in dit artikel tot het aquatisch milieu. De onderstaande gegevens zijn ontleend aan het boek Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit (De Snoo & Vijver 2012).

### Nederland: waterland en landbouwland

Nederland is bij uitstek een waterland. Het is een typisch deltagebied, waarin grote rivieren zoals Rijn, Maas, Schelde en Eems, via vele vertakkingen, uitmonden in zee. Daarbij komen de vele door de mens gegraven sloten, kanalen en meren om de waterhuishouding in goede banen te leiden. Via 350.000 km aan sloten – ongeveer negen keer de omtrek van de aarde – worden



**1.** Nederland heeft een zeer intensieve landbouw; het is onvermijdelijk dat het grootschalig gebruik van landbouwchemicaliën op gespannen voet kan staan met de kwaliteit van het oppervlaktewater, de daarin levende planten en dieren en de verschillende gebruiksfuncties door de mens. Foto: Geert de Snoo

**1.** Land-use in The Netherlands is highly intensive; to achieve such high outputs a vast range of agricultural chemicals are used. At the same time, The Netherlands is a country with a multitude of water-courses. The widespread and heavy use of agricultural chemicals and the water richness of the country gives large challenges for the water quality.



**2.** De meeste bestrijdingsmiddelen worden over een gewas gespoten. Foto: RIWA

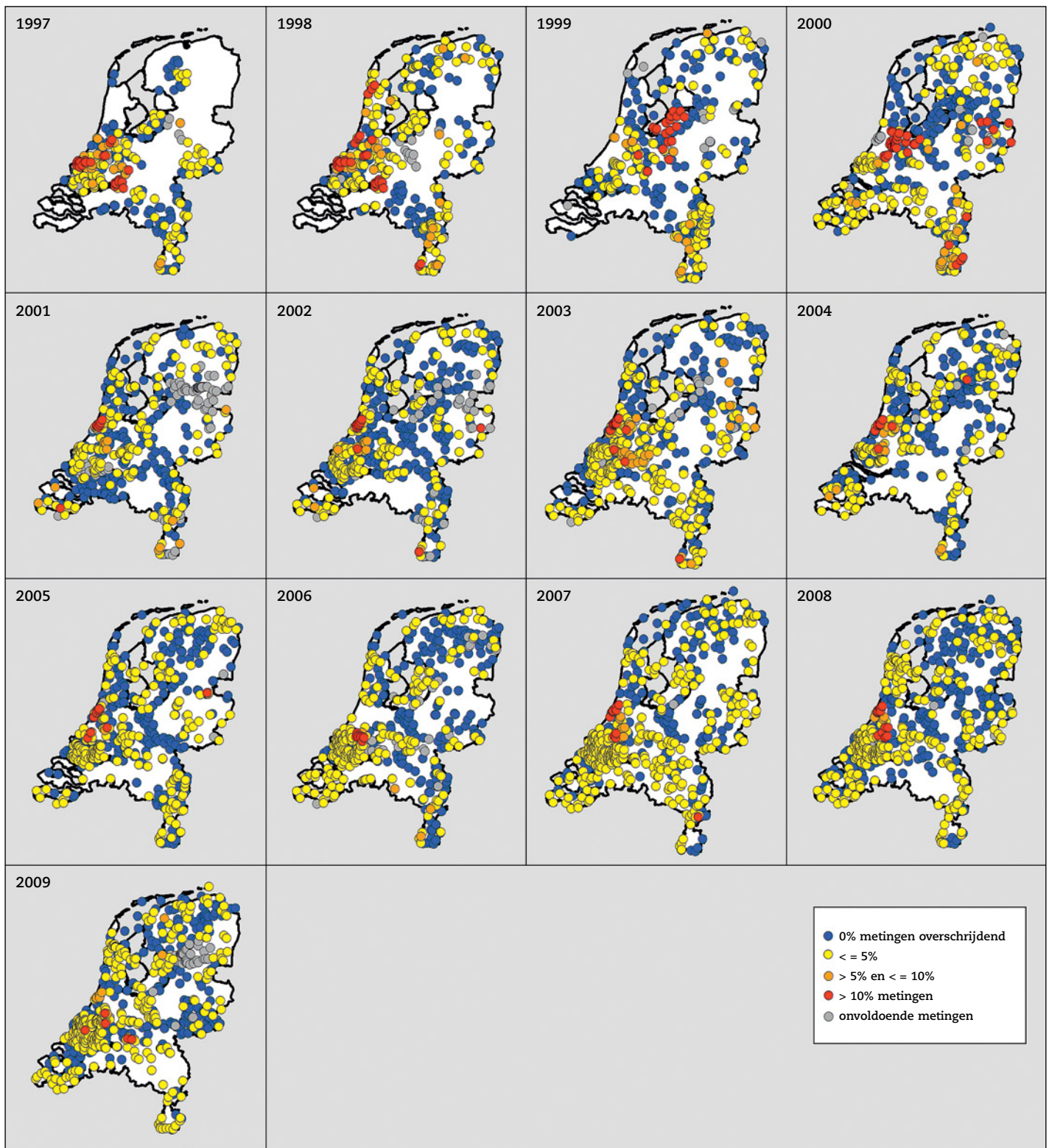
**2.** Most of the chemicals used in agriculture are sprayed.

de waterstanden gereguleerd en overtollig water wordt via een uitgekiend systeem afgevoerd naar zee. Het oppervlaktewater is een omvangrijk ecosysteem en grondstof voor drinkwaterwinning. Daarnaast heeft water een functie voor landbouw, visserij, scheepvaart, recreatie en industrie.

Nederland is ook een uitgesproken landbouwland (figuur 1). Van het totale landoppervlak is meer dan tweederde in gebruik als landbouw- en cultuurgrond. Ons relatief kleine land staat steevast in de top drie van de wereldranglijst wat betreft de economische betekenis van de landbouw. De opbrengst per hectare ligt zeer hoog in vergelijking met het buitenland. Het gebruik van de grond is dan ook intensief: de productie per hectare of per dier behoort tot de hoogste van Europa. Daarvoor wordt een groot scala landbouwchemicaliën ingezet.

## Bestrijdingsmiddelen

Bestrijdingsmiddelen worden toegepast in een groot aantal teelten in ons land. De meeste bestrijdingsmiddelen worden over een gewas gespoten, door middel van een spuit die aan de achterzijde van een trekker is gemonteerd of wordt voortgetrokken (veldspuit) (figuur 2). Er zijn echter veel andere toepassingstechnieken, zoals het strooien van granulaten (korrels), het coaten van zaden, het onderdompelen van bloembollen, het aangieten van planten, en tot 2012 ook het uitvoeren van bespuitingen met behulp van vliegtuigen. Bij alle toepassingstechnieken kunnen de stoffen onbedoeld in het omliggende milieu terecht komen. Drift (overwaaien tijdens bespuiting) en afspoeling van het behandelde perceel brengt een deel van de gebruikte bestrijdingsmiddelen rechtstreeks in het oppervlaktewater.



3. Percentage metingen waarvan de concentratie de MTR overschrijdt op de verschillende meetlocaties. Bron: De Snoo & Vijver 2012  
3. Percentage of measurements exceeding the maximum permissible risk. Blue dots: no exceedances; yellow: less than 5%; orange: 5-10%; red: > 10% exceedances. Grey dots: sites with less than 10 measurements, for which no values were calculated. Source: De Snoo & Vijver 2012

Uitspoeling van bestrijdingsmiddelen richting grond, en vervolgens van grondwater naar oppervlaktewater is een andere mogelijkheid. Eveneens kunnen bestrijdingsmiddelen deels tijdens of na de bespuiting van het gewas verdampen of vanuit de bodem getransporteerd worden richting het luchtcompartiment. Daarnaast bestaat een deel van de spuitniveau uit dusdanig kleine druppels dat deze niet op de bodem neerslaat maar blijft zweven. En ook door wind(erosie) kunnen fijne bodemdeeltjes met bestrijdingsmiddelen in de lucht terecht komen. Via natte

en droge depositie kunnen bestrijdingsmiddelen vanuit de lucht dan weer in het oppervlaktewater terecht komen.

Om een indruk te krijgen van het huidige gebruik van bestrijdingsmiddelen in Nederland zijn zowel verkoopcijfers als ook gebruikscijfers voorhanden. De totale verkoop van bestrijdingsmiddelen ten opzichte van 1985 is in Nederland met 56% afgenomen (Compendium voor de Leefomgeving 2011). Dit komt vooral door een reductie van de grondontsmettingsmiddelen in begin jaren 1990. Ook de verkoop van insecticiden



**4.** De milieubelasting in het Nederlandse oppervlaktewater uitgedrukt als  $SNO_{MTR}$  waarde. De weergave van de y-as is logaritmisch. De waarde voor het jaar 1998 is op 100 geïndiceerd. Bron: De Snoo & Vijver 2012  
**4.** Annual change in calculated accumulated exceedance indexed to the year 1998 (=100). Note that the y axis has a logarithmic scale. Source: De Snoo & Vijver 2012

nam in deze periode af. Rond 2001 en 2003 was de afzet van bestrijdingsmiddelen het laagst (7,9 miljoen kilo). De laatste tien jaar is weer sprake van een toename van afzet van bestrijdingsmiddelen in Nederland. In 2010 is de totale verkoop van bestrijdingsmiddelen 9,3 miljoen kilo werkzame stof. De afzet van fungiciden was het grootste: 3,6 miljoen kilo, gevolgd door de afzet van herbiciden: 2,4 miljoen kilo. De verkoop van insecticiden in 2010 was 198.000 kilo werkzame stof. Het aantal werkzame stoffen en het aantal bestrijdingsmiddelen (handelsproducten) dat op de Nederlandse markt is toegelaten, laat een zelfde tendens zien. In de periode 1995-2002 nam ook het aantal werkzame stoffen op de Nederlandse markt af. De laatste jaren nemen zowel het aantal werkzame stoffen als het aantal bestrijdingsmiddelen dat op de Nederlandse markt is toegelaten weer toe: van 192 in 2002 naar 238 toegelaten werkzame stoffen in 2010. Het aantal bestrijdingsmiddelen liet een stijging zien van 656 middelen in 2002 naar 766 toegelaten middelen op 31 december 2010 (opgevraagd bij het College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden, januari 2011).

### Milieubelasting van het oppervlaktewater

Bestrijdingsmiddelen worden nog veelvuldig in hoge concentraties in het oppervlaktewater aangetroffen (De Snoo & Vijver 2012, [www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl](http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl)). Hoe groot de risico's voor flora en fauna zijn, hangt niet alleen af van de concentraties van de stoffen, maar ook van hun giftigheid en andere eigenschappen van het middel. Om de schade voor flora en fauna te beperken heeft men ecologische normen opgesteld waaraan de waterkwaliteit moet voldoen. Eén van deze normen is het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR). De milieubelasting is lineair gerelateerd aan de mate van normoverschrijding. Er is een grotere kans op ecologische effecten indien het potentieel risico wordt overschreden.

In figuur 3 wordt een overzicht gegeven van de locaties in het Nederlandse oppervlaktewater waar in de periode 1997-2009 het MTR van een of meerdere metingen aan bestrijdingsmiddelen wordt overschreden. De verschillende kleuren van de punten in de kaarten geven in categorieën het percentage normoverschrijdende metingen weer (0, < 5, tussen de 5 – 10 en >10%). Een groot aantal meetlocaties (met blauw aangegeven in figuur 3) zijn 'schoon', er zijn geen metingen aangetroffen die

het MTR overschrijden. Op veel plekken overschrijden enkele metingen de norm (met geel en oranje aangegeven in figuur 3). Dit komt over heel Nederland voor en is niet specifiek voor een bepaalde regio. Op enkele meetlocaties is frequent meer dan tien procent van de metingen normoverschrijdend (met rood aangegeven in figuur 3). Dit is met name in de regio Rijnland, de regio Delfland en in de eerdere jaren de Bommelerwaard.

In figuur 3 worden alle gemeten concentraties van de afzonderlijke bestrijdingsmiddelen vergeleken met de norm van de betreffende stof, en weergegeven als boven of onder de norm: een soort 'zwart-wit'-score. Om de totale milieubelasting door bestrijdingsmiddelen op een bepaalde plaats berekenen waarbij we alle kleine beetjes van alle stoffen mee kunnen laten tellen wordt gebruik gemaakt van de zogenoemde gesommeerde normoverschrijding ( $SNO_{MTR}$ ) (zie De Snoo & Vijver 2012 voor gedetailleerde beschrijving van de berekeningen). De  $SNO_{MTR}$  is dusdanig uitgedrukt dat het één waarde voor heel Nederland (dus alle meetlocaties gezamenlijk) per jaar geeft. Vervolgens is er een trendlijn gemaakt waarin de jaren 1997-2009 zijn uitgezet (zie figuur 4). Het jaar 1998 is hierbij geïndiceerd op 100% zoals overgenomen uit de afspraken als geformuleerd tijdens het operationaliseren van de Nota Duurzame Gewasbescherming (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2004).

In figuur 4 is de milieubelasting uitgedrukt als  $SNO_{MTR}$  waarde weergegeven voor de periode 1998-2009. Hieruit blijkt dat de totale milieubelasting met ca. 70 procent teruggebracht. De daling vond vooral plaats tussen 2000 en 2001; dit is zeer waarschijnlijk het resultaat van de invoering van de teeltvrije en spuitvrije bufferzones. Sinds 2001 liggen de  $SNO_{MTR}$  waarden rond de 30 procent van de waarde van 1998. In de laatste negen jaren (vanaf 2001) is er vrijwel niks meer veranderd wat betreft de bestrijdingsmiddelen belasting in het oppervlaktewater.

### De ecologische gevolgen van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater

#### Effecten: vissterfte in oppervlaktewater

Massale vissterfte als gevolg van incidenten met bestrijdingsmiddelen waren er in de periode van 1989 tot 1999 gemiddeld bijna zeven keer per jaar (De Snoo & De Jong 1999). We hebben een eenvoudige enquête gehouden bij 26 waterkwaliteits-



5. Aantal incidenten met vissterfte tot gevolg. Paarse lijn: aantal incidenten, grijze lijn: incidenten door endosulfan. Bron: De Snoo & Vijver 2012

5. Amount of incidents with pesticides causing fish to die. Purple line: number of incidents, grey line: incidents caused by endosulfan Source: De Snoo & Vijver 2012

beheerders om te achterhalen hoeveel incidenten zich hebben voorgedaan in de periode van 1999 tot 2010; 18 waterschappen reageerden, hetgeen een respons van 70% betekent, wat vrij hoog is. Er is gevraagd naar die incidenten waarbij de oorzaak van de vissterfte duidelijk te wijten was aan het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Deze gegevens worden niet geharmoniseerd en/of centraal verzameld. Het aantal gemelde incidenten is sterk afgenomen (figuur 5). In de periode 1999-2010 zijn slechts vier gevallen van vissterfte bekend die duidelijk gekoppeld waren aan bestrijdingsmiddelengebruik.

#### Effecten: potentieel aangetaste soorten in een ecosysteem

Om de mogelijke effecten van bestrijdingsmiddelen voor een aquatisch ecosysteem in te schatten, wordt gewerkt met een potentieel aangetaste fractie (PAF) van de in het waterlevende soorten. Voor het berekenen van de PAF worden toxiciteitsgegevens gebruikt die in laboratoriumexperimenten zijn bepaald. Deze ecotoxicologische resultaten leveren een waarde die het effect van een bepaalde stof op een bepaalde soort uitdrukt. Wanneer deze gegevens beschikbaar zijn voor verschillende dier- en plantsoorten, kan er een soortgevoeligheidscurve worden gemaakt. Dit is een eenvoudige cumulatieve weergave die het verband legt tussen alle concentraties van stoffen in het water op de betreffende monitoringslocatie en de potentieel aangetaste fractie van de soorten (Posthuma *et al.* 2002). Met behulp van deze curve kan worden afgelezen geven welk deel van de potentieel aanwezige organismen nadelige gevolgen kan ondervinden bij een gemeten concentratie op een meetlocatie. Hoe hoger de PAF-waarde, hoe groter het aantal soorten dat in het betreffende ecosysteem te lijden zal hebben van de aanwezige stoffen.

De PAF-waarde kan voor elke meetlocatie in het Nederlandse oppervlaktewater worden uitgerekend, waarbij uit gegaan wordt van de maximale concentratie van iedere stof die gemeten is op de betreffende meetlocatie (zie De Snoo & Vijver 2012 voor gedetailleerde beschrijving van de berekeningen).

De resultaten laten dan zien dat op het merendeel van de meetlocaties minder dan vijf procent van de soorten schade van bestrijdingsmiddelen kan ondervinden. Maar er zijn elk jaar

ook locaties waar vijf à tien procent van de soorten onder druk staat, en zelfs locaties waar meer dan tien procent risico loopt. Die locaties zijn elk jaar verschillend, maar hoge PAF-waarden zijn veelal te vinden in de provincie Zuid-Holland en met name in de regio's Delfland en Rijnland en in de periode 1997 tot 2003 ook het Westland (10% mogelijk aangetast) (figuur 6). Ook worden in sommige jaren in de regio's Zuidoost-Drenthe, de regio Zijpe, Alblasterwaard, Krimpenerwaard, Lopikerwaard, Bommelerwaard, Hoekse waard, Tholen en in Zuid-Limburg hoge PAF-waarden berekend. Het aantal meetlocaties waarbij de PAF-waarde hoger is dan 5% neemt wel af: van 24 in 1998, 15 in 2004 naar 10 in 2009. Als we op een viertal plekken inzoomen op de schade, dan zien we dat de impact van de bestrijdingsmiddelen in de verschillende watergangen verschilt qua grootte (dit kan tot 23% PAF-waarde oplopen!), en dat het niet altijd dezelfde stoffen zijn die zorgen voor schade. Wel betreft het vaak stoffen behorende tot de insecticiden die bijdragen aan de ecologische druk op de aquatische soorten. De aanwezigheid van insecticiden in de watergangen kan directe gevolgen hebben op de macrofaunasamenstelling: voornamelijk kreeftachtigen (zoals waterplooiën) en natuurlijk insecten zijn gevoelig (figuur 7). De impact op de macrofauna kan ook tot indirecte effecten leiden, zoals een afname van de graasdruk op algen (Arts & De Lange 2008).

#### Is het gedachtegoed van Rachel Carson uitgekomen?

In de jaren zestig van de vorige eeuw was door de watervervuiling uit veel wateren 'het leven verdwenen' en hadden de drinkwaterbedrijven grote problemen met de inname van oppervlaktewater. Sindsdien is er veel meer wet- en regelgeving gekomen die het gebruik van de meest schadelijke chemische stoffen verbiedt en het gebruik van de overige chemische stoffen beperkt. Bovendien wordt met allerlei initiatieven geprobeerd te voorkomen dat stoffen tijdens of na gebruik in het water belanden.

De 'dode lente' is dankzij de vele inspanningen dan ook gelukkig uitgebleven. Op basis van de metingen door de verschillende waterbeheerders in Nederland kan worden gezegd dat het Nederlandse water in de periode 1998-2009 flink schoner is geworden. De gesommeerde norm overschrijding (SNO) laat zien dat er een milieuwinst is gerealiseerd van een circa 70%.



6. Het percentage soorten dat schade kan ondervinden van bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater. Bron: De Snoo & Vijver 2012  
6. Percentage of aquatic species potentially affected by pesticides concentrations in the surface water. Source: De Snoo & Vijver 2012

Opvallend is wel dat de milieuwinst is geboekt vóór 2001, maar de metingen laten zien dat na die tijd eigenlijk nauwelijks sprake is van een verdere verbetering van de waterkwaliteit. Toch worden er ook nu nog op veel plaatsen te hoge concentraties bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater gerapporteerd. De vraag is dan ook of we op dezelfde voet moeten doorgaan om de bestrijdingsmiddelenproblematiek echt op te lossen. Immers, al vaak is gebleken dat de 'laatste loodjes' een andere aanpak vereisen. Doorgaan met dezelfde beleidsmaatregelen geeft dan weinig extra effect.

### Nog schoner oppervlaktewater

Kenmerkend voor de huidige problematiek van bestrijdingsmiddelen in het Nederlandse oppervlaktewater is op de eerste plaats het diffuse karakter van de belasting in het hele land. Het zijn de vele kleine beetjes van een groot scala van verschillende stoffen uit verschillende bronnen die in het water terecht komen. Met elkaar leidt dit tot een overschrijding van de waterkwaliteit verspreid over het land. Het diffuse karakter van de belasting pleit voor het nemen van generieke maatregelen: op alle bedrijven en voor het toepassen van alle middelen.



7. Niet alleen de insecten van akkergronden leiden onder insecticidegebruiken, maar ook die in de sloot, zoals (a) de waterroofkever *Rhantus suturalis* (MacLeay), (b) de waterschorpioen, *Nepa cinerea* Linnaeus, en (c) het bootsmannetje *Notonecta glauca* Linnaeus. Foto's: Bram Koesse  
7. Not only insects on arable fields suffer from the use of insecticides, but those from adjacent ditches as well, e.g. (a) *Rhantus suturalis* (MacLeay), *Nepa cinerea* Linnaeus and (c) *Notonecta glauca* Linnaeus.

Twee soorten maatregelen voor de verfijning van het chemische spoor worden kansrijk geacht om de milieubelasting verder te beperken. Daarbij beperken we ons tot de open teelten. De eerste kansrijke maatregel is dat het toepassen van bestrijdingsmiddelen in de nabijheid van een watergang alleen mag plaatsvinden als gebruik gemaakt wordt van 90% emissiereducerende technieken (zoals 90% driftreducerende doppen). Een tweede kansrijke maatregel is dat het toepassen van bestrijdingsmiddelen in de nabijheid van een watergang alleen mag plaatsvinden als gebruik gemaakt wordt van een 1,5 meter brede teeltvrije zone rond het gewas.

Naast de diffuse milieubelasting van het Nederlandse oppervlaktewater zijn er ook knelpuntregio's aan te wijzen, waar soms vele jaren de milieunormen worden overschreden. Ons voorstel is om in gebieden waar sprake is van hardnekkige bestrijdingsmiddelenproblematiek (1 á 1,5% van het totale landbouwgebied) specifieke maatregelen te nemen. Met het oplossen van de problematiek in deze specifieke gebieden kan een milieuwinst worden gerealiseerd van 45%. Om in de specifieke knelpunt gebieden een afdoende milieuwinst te realiseren kan zowel een bottom-up of top-down aanpak worden gevolgd. Voorbeelden van een dergelijke aanpak zouden zijn om lokale actoren bijvoorbeeld waterbeheerders en telers, met kennis van de problematiek ter plaatse op opgave te geven in samenwerkingsverbanden een schonere waterkwaliteit te bewerkstelligen. Top-down kan gedacht worden aan het tijdelijk aan

strengere regels binden van het gebruik van bestrijdingsmiddelen om eveneens tot een schoner oppervlaktewater te komen.

Tenslotte geven de meetinspanningen van de waterschappen een schat aan informatie. De inspanningen zijn noodzakelijk om de vinger aan de pols te houden: knelpunten verschuiven in tijd en ruimte, nieuwe middelen worden probleemstoffen, enzovoorts. Nederland loopt in Europa voorop met het transparant weergegeven van de meetgegevens ([www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl](http://www.bestrijdingsmiddelenatlas.nl)). Niet alleen de waterschappen zelf zijn hierbij gebaat, maar het is ook noodzakelijk om koppelingen te kunnen maken met de verschillende beleidsterreinen zoals het gewasbeschermingsmiddelenbeleid, het toelatingsbeleid, de ruimtelijke ordening en het waterkwaliteitsbeleid. Duidelijk is dat het systematisch oppakken van meetinspanningen en interpreteren van monitoringsgegevens een grote meerwaarde geeft en ten goede zal komen aan een verdere verbetering van de waterkwaliteit in Nederland.

## Literatuur

- Arts G & De Lange H 2008. Kan belasting van watersystemen met bestrijdingsmiddelen de gevolgen van eutrofiering voor aquatische ecosystemen versterken? Alterrapport 1747.
- Carson R 1962. *Silent Spring*. Houghton Mifflin. Compendium voor de Leefomgeving 2011. [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)
- De Snoo GR & Canters KJ 1987. Neveneffecten van bestrijdingsmiddelen op terrestrische vertebraten. Rijksuniversiteit Leiden, Centrum voor Milieukunde.
- De Snoo GR & De Jong FMW (eds) 1999. Bestrijdingsmiddelen en milieu. Uitgeverij Jan van Arkel.
- De Snoo GR & Vijver MG (eds) 2012. Bestrijdingsmiddelen en waterkwaliteit. Universiteit Leiden. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit 2004. Nota Duurzame Gewasbescherming 2004. Beleid voor gewasbescherming tot 2010. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Posthuma L, Suter II GW & Traas TP 2002. Species sensitivity distributions in ecotoxicology. CRC Press, Lewis Publishers.

## Summary

### Pesticides and water quality: 50 years after Silent Spring

The Netherlands is one of the world's foremost agricultural producers, with an estimated 22,900 km<sup>2</sup> of the total land mass of around 33,700 km<sup>2</sup> devoted to agriculture or horticulture. Agricultural practices are intensive and pesticides are widespread and rather heavily used. The Netherlands is also an extremely water-rich country. Although these characteristics together give large challenges in preventing elevated pesticides concentrations in the waters, current state-of-the-art shows a reasonable surface water quality. Fifty years after 'Silent Spring' we hardly record pesticides incidents causing death fish in the surface waters. When comparing the concentrations of pesticides exceeding of Maximum Permissible Risk in the year 1998 with the results of the year 2009 we can see that the percentage of measurements exceeding has been declined with 70%. When expressing water quality on the basis of potentially affected fraction of aquatic organisms, we see a downwards trend of 58% between 1998 and 2009. Striking is that most progression in the surface water quality was booked before 2001, after that year the environmental quality hardly improved. In summary, the Dutch surface water is quite clean, however should improve more when respecting policy measures related to pesticides use and the water quality standards.



Martina G. Vijver & Geert R. de Snoo  
Universiteit Leiden  
Postbus 9518  
2300 RA Leiden  
[vijver@cml.leidenuniv.nl](mailto:vijver@cml.leidenuniv.nl)