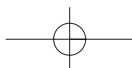
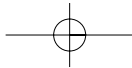


# Gewasbescherming: een Toxicologisch Perspectief

Risico's van Gewasbeschermingsmiddelen:  
Een Evaluatie

Dr. P.A.H. Janssen, Dr. J.C. Hanekamp





Stichting HAN heeft in opdracht van de Land- en Tuinbouworganisatie Nederland (LTO-Nederland) een onafhankelijk onderzoek uitgevoerd naar de milieu- en volksgezondheidseffecten van gewasbeschermingsmiddelen. Het onderzoek staat onder auspiciën van het bestuur van de stichting HAN en een onafhankelijke wetenschappelijke begeleidingscommissie.

HAN Bestuur  
Prof. dr.A. Bast (U Maastricht)  
Prof. dr.A.W.C.A. Cornelissen (UU)  
Prof. dr. R.H. Meloen (ID-DLO;UU)

Supervisie Dr. J.C. Hanekamp, Prof. dr.A. Bast

Dr. P.A.H. Janssen, Dr. J.C. Hanekamp.

© Stichting Heidelberg Appeal Nederland

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Indien dit rapport is voortgekomen uit een onderzoeksopdracht van derden, is het de opdrachtgever toegestaan gebruik te maken van de onderzoeksresultaten onder de voorwaarden zoals vastgelegd in de betreffende overeenkomst.

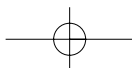
© Heidelberg Appeal Nederland Foundation

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced and/or published by print, photoprint, microfilm or any other means without the previous written consent of the editor.

In case this report is the result of a research program commissioned by a third party, the rights and obligations of the contracting parties are subject to the relevant agreement concluded between the contracting parties.

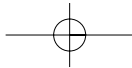
ISBN 90 - 76548 - 05 – 6  
NUGI 819

HAN, Postbus 7531 I, 1070 AH Amsterdam.

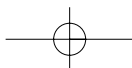
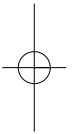
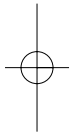


# Inhoudsopgave

Samenvatting en Conclusies	i
1 Kader	1
1.1 Algemeen	1
1.2 Probleemstelling	1
1.3 Opbouw van het Rapport	1
2 De Noodzaak	4
2.1 Voedsel en Bevolking	4
2.2 Functie	5
2.3 Bezwaren	6
3 Normstelling	11
3.1 Hoeveelheden	11
3.2 Detectielimieten	11
3.3 Normstelling	12
3.4 (Eco)toxicologische Onderbouwing	14
3.5 Ecologische Risico-evaluatie: Mesokosmosstudies	18
3.6 Samenvatting	19
4 De Humane Effecten	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Bestrijdingsmiddelen en Volksgezondheid	23
4.2.1 Belastingsniveau's	23
4.2.2 Kanker	25
4.2.3 Fertiliteit	28
5 Ecologische Effecten	35
5.1 Inleiding	35
5.2 Bestrijdingsmiddelen in het Milieu	35
5.2.1 De atmosfeer: mist en regenwater	35
5.2.2 Oppervlakte- en grondwater	35
5.2.3 Sediment en bodem	36
5.3 Ecologische Consequenties	36
5.3.1 Algemeen	36
5.3.2 Toxiciteit voor algen	36
5.3.3 Toxiciteit voor kreeftachtigen	36
5.3.4 Toxiciteit voor vissen	37
5.3.5 Toxiciteit voor bodemfauna	37
5.3.6 Toxiciteit voor insecten	37
5.3.7 Toxiciteit voor amfibieën en reptielen	37
5.3.8 Toxiciteit voor vogels	37
5.3.9 Toxiciteit voor ecosystemen	38



6 Een Risico-evaluatie	41
6.1 Inleiding	41
6.2 Volksgezondheid	41
6.3 Ecologie	43
6.4 Voedselproductieniveaus en Bestrijdingsmiddelen: Risico's Afwegen	45
Appendices	
Appendix I: Afkortingen	i
Appendix II: Begrippenlijst	v
Appendix III: Bestrijdingsmiddelennormen en Milieucompartimenten	x



## Samenvatting en Conclusies

### Stichting HAN

De stichting Heidelberg Appeal Nederland is een initiatief van binnenuit de Nederlandse academische wereld onder andere als reactie op een eenzijdige kijk in media en politiek op potentiële (milieu)risico's van wetenschappelijke, technologische en industriële activiteiten. Een van de activiteiten die stichting HAN heeft ontwikkeld is het uitvoeren van onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek in opdracht van derden op voorwaarde van een inhoudelijk wetenschappelijke 'carte blanche' en recht op publicatie ongeacht de uitkomst van het onderzoek. Deze publicatie is tot stand gekomen onder auspiciën van het HAN bestuur en een onafhankelijke wetenschappelijke begeleidingscommissie.

### Vraagstelling

De Land- en Tuinbouw Organisatie Nederland (LTO-Nederland) heeft de stichting HAN gevraagd een kritische analyse te maken van de risico's verbonden aan het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Gewasbeschermingsmiddelen of bestrijdingsmiddelen spelen een belangrijke rol in de moderne landbouw. Deze middelen hebben bijgedragen tot onder andere een verlaging van de schade aan gewassen, het voorkómen van gewasaantastingen die een gevaar kunnen zijn voor de volksgezondheid en stabilisering en verlaging van de voedselprijzen. Daarnaast is de oogstopbrengst, die normaliter sterk kan fluctueren, gestabiliseerd op een hoog niveau.

Toch hebben deze middelen in toenemende mate een negatief imago gekregen. Bestrijdingsmiddelen en/of metaboliëten van bestrijdingsmiddelen worden overal in het leefmilieu aangetroffen. Dit geldt voor de lucht, het oppervlakte- en regenwater, de bodem en voedingsmiddelen. De twee hoofdbezwaren die vaak tegen het gebruik van bestrijdingsmiddelen worden aangedragen zijn de potentiële risico's voor de volksgezondheid en de mogelijke aanslag op kostbare ecosystemen. Alhoewel deze twee punten de discussie rond het gebruik van bestrijdingsmiddelen domineren, wordt hierbij veelal geen wetenschappelijke onderbouwing gegeven. Dit rapport tracht een evenwichtige evaluatie te geven van deze problematiek op basis van een literatuurstudie. De hoofdvragen in deze evaluatie zijn:

- Op welke wijze, en in welke mate, beïnvloedt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (kwetsbare) ecosystemen?
- In hoeverre vormen bestrijdingsmiddelen aanwezig in voedsel en drinkwater een risico voor de volksgezondheid?

Deze twee punten zijn geëvalueerd in dit rapport. Afsluitend is een risico-evaluatie beschreven op basis van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in relatie tot de voedselproductie.

### Samenvatting

Resten bestrijdingsmiddelen in voedsel worden in zijn algemeenheid geassocieerd met een aantal volksgezondheidsrisico's zoals:

- Kanker
- Fertiliteit: dalende kwaliteit en kwantiteit van sperma en een veranderende jongens/meisjes ratio

Van alle bestrijdingsmiddelen die de mens via het voedsel consumeert zijn 99.99% van natuurlijke oorsprong; planten maken van nature stoffen (toxines) aan om zich te beschermen tegen insectenvraat, schimmelinfecties etc. Gemiddeld wordt ieder mens dagelijks via het voedselpakket belast met 1500 mg natuurlijke bestrijdingsmiddelen. Hoewel slechts een kleine hoeveelheid van deze natuurlijke stoffen is getest op carcinogeniteit in dierproeven is gebleken dat van de tot nu toe 64 geteste natuurlijke bestrijdingsmiddelen er 35 kanker veroorzaken in dierexperimenten. De belasting met natuurlijke bestrijdingsmiddelen ligt minstens een factor 10,000 hoger in vergelijking met de synthetische bestrijdingsmiddelen. Dagelijks worden mensen via het dieet met ongeveer 0.09 mg synthetische bestrijdingsmiddelen belast. De hypothese dat resten bestrijdingsmiddelen op voedsel zouden leiden tot een verhoogd risico op kanker kent geen wetenschappelijke basis.

De vermeende hormoonverstorende werking van bestrijdingsmiddelen bij mensen moet worden gezien in relatie tot de natuurlijke hormoonverstorende stoffen – de zogenaamde fyto-oestrogenen – alom aanwezig in het voedselpakket. Omgerekend naar de activiteit van het meest actieve in het menselijk lichaam aangemaakte ‘vrouwelijke’ oestrogeen –  $17\beta$ -oestradiol – bedraagt de activiteit van alle hormoon verstorende antropogene stoffen – waaronder de van hormoonverstoring verdachte bestrijdingsmiddelen – 0.000000025 mg/dag. Dat is minstens een factor 40 miljoen lager in vergelijking met de natuurlijke hormoonverstorende fyto-oestrogenen. Het is dus vrijwel uitgesloten dat bestrijdingsmiddelen enig effect hebben op de voortplanting van mensen.

De kennis over schadelijke effecten van de huidige generatie bestrijdingsmiddelen op flora en fauna en de eventuele ecologische (lange termijn) consequenties daarvan is zeer gebrekkig. Dit heeft mede te maken met het feit dat vele vormen van menselijke beïnvloeding van de natuur en het milieu tegelijkertijd aan de orde zijn. De effecten van bestrijdingsmiddelen op natuur en milieu lijken in het geheel van effecten vooralsnog relatief gering te zijn. Dit komt onder andere voort uit het historische feit dat Nederland al zeker 1000 jaar onderworpen is aan grootschalige menselijke beïnvloeding. Het uitslecteren van bepaalde effecten van menselijk handelen op de Nederlandse natuur lijkt vooralsnog een buitengewoon lastige aangelegenheid. Daarnaast is het zo dat korte termijn effecten – die zichtbaar kunnen zijn kort na toepassing van bestrijdingsmiddelen – niet maatgevend kunnen zijn in de beoordeling van bestrijdingsmiddelen. Bestrijdingsmiddelen hebben per definitie een biologische werking en worden om die reden dan ook ingezet. Ecologische herstelmogelijkheden behoren de leidraad te vormen voor het beoordelen van bestrijdingsmiddelen.

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen kent in zijn algemeenheid een indirect volksgezondheidsvoordeel. Het consumeren van groente en fruit wordt geassocieerd met een lager risico op een aantal vormen van kanker en met een lager risico op hart- en vaatziekten. De grote beschikbaarheid van goedkope groente en fruit voor alle lagen van de (wereld)bevolking zal op de lange duur de volksgezondheid bevorderen. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen heeft een bijdrage geleverd aan de grote beschikbaarheid van goedkope groente en fruit. Deze gezondheidsvoordelen van het consumeren van groente en fruit is recentelijk wederom bevestigd door een studie van de Landbouwniversiteit

Wageningen.<sup>1</sup> Indien de Nederlandse bevolking in voldoende mate groente en fruit zou consumeren zou dit leiden tot een forse daling van het aantal gevallen van kanker en hart- en vaatziekten Dit gegeven is vertaald in termen van een drietal preventiescenario's:

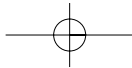
Scenario's	Totale kanker-incidentie	Kankerpreventie	Totale CV mortaliteit	CV bescherming
I		12,221		8,100
II	63,653	17,377	52,323	11,427
III		4,646		3,055

De drie scenario's worden respectievelijk omschreven als 'beste schatting' (I), 'optimistische schatting' (II) en 'conservatieve schatting' (III). Ten aanzien van kanker bijvoorbeeld blijkt dat bij een voldoende groente en fruit consumptie de daling van het aantal gevallen van kanker (op jaarbasis) ligt tussen de 4644 en 17377 op een jaarlijkse hoeveelheid van 63653 nieuwe gevallen van kanker.

Bovenstaande tabel laat zien dat consumptie van groente en fruit een enorme bijdrage levert aan het voorkómen van kanker en hart- en vaatziekten en daarmee aan de volksgezondheid in zijn algemeenheid. Bestrijdingsmiddelen dragen dus indirect bij aan de volksgezondheid door de kosten van de productie en aanschaf van groente en fruit laag te houden. Samenvattend:

### Belangrijkste conclusies

- Vanwege de inherente biocide activiteit brengt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in zijn algemeenheid een zekere mate van risico met zich mee voor natuur en milieu.
- De gevolgen van de dagelijkse humane opname van bestrijdingsmiddelen en residuen daarvan in voedsel en drinkwater zijn in toxicologisch en volksgezondheidstechnisch opzicht verwaarloosbaar.
- Indirect levert het gebruik van bestrijdingsmiddelen een positieve bijdrage aan de volksgezondheid door de kostprijs van groente en fruit laag te houden. De consumptie van groente en fruit levert een substantiële positieve bijdrage aan de volksgezondheid in termen van verminderde hart- en vaatziekten en een lagere kankerincidentie.
- Het MTR als normeringsbasis voor bestrijdingsmiddelen behoeft een aanzienlijk solidere wetenschappelijke onderbouwing dan tot nu toe het geval is.



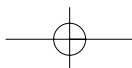
---

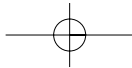
## Ecosystemen

- Het functioneren van ecosystemen als geheel is tot op heden nog nauwelijks in kaart gebracht. Ecosystemen, vooral agro-ecosystemen, ondervinden een scala aan invloeden. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is slechts één van de vele invloeden op de natuur en het milieu.
- De grootte van de ecologische risico's als gevolg van het inzetten van bestrijdingsmiddelen moet bezien worden in het geheel van de agrarische praktijk en het gebruik van Nederlands grondgebied in het algemeen.
- De ecologische effecten van bestrijdingsmiddelen zijn over het algemeen omkeerbaar gebleken.

## Toekomst

- De tendens om steeds lagere – dan door de fabrikanten voorgeschreven – doseringen (systemische) bestrijdingsmiddelen toe te passen kan leiden tot een versnelde resistentieopbouw van de te bestrijden organismen.
- De voedselvoorziening kan gevaar lopen in afwezigheid van adequaat werkende moderne gewasbeschermingsmiddelen.

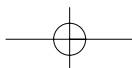
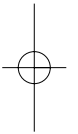
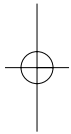


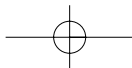
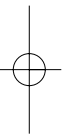
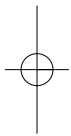
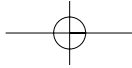


---

## Referenties

- 1 Klerk, M.; Jansen, M. C. J. F.; Veer, van 't, P.; Kok, F. J. *Fruits and Vegetables in chronic disease prevention*, 1998, Division of Human Nutrition and Epidemiology, Wageningen Agricultural University, the Netherlands.





# I Kader

## I.1 Algemeen

Gewasbeschermingsmiddelen of bestrijdingsmiddelen spelen een belangrijke rol in de moderne landbouw. Deze middelen hebben bijgedragen tot onder andere een verlaging van de schade aan gewassen, het voorkómen van gewasaantastingen die een gevaar kunnen zijn voor de volksgezondheid en stabilisering en verlaging van de voedselprijzen. Daarnaast is de oogstopbrengst, die normaliter sterk kan fluctueren, gestabiliseerd op een hoog niveau.

Toch hebben deze middelen in toenemende mate een negatief imago gekregen. Bestrijdingsmiddelen en/of metaboliëten van bestrijdingsmiddelen worden overal in het leefmilieu aangetroffen. Dit geldt voor de lucht, het oppervlakte- en regenwater, de bodem en voedingsmiddelen. Van de toegepaste hoeveelheid bestrijdingsmiddelen in kassen komt uiteindelijk 1 tot 40% buiten de kas terecht.<sup>1</sup> Voor bestrijdingsmiddelen in het algemeen geldt dat tijdens of na toepassing 25 tot 40% in de atmosfeer terecht komt via drift, verdamping of via de verspreiding van stof gebonden aan deeltjes.<sup>2</sup>

De milieuproblematiek rond chemische bestrijdingsmiddelen is uniek in het opzicht dat het chemische stoffen zijn die doelbewust in het milieu worden gebracht. Het dilemma hierbij is dat de eigenschappen die de werking van een middel garanderen ook vaak de eigenschappen zijn die leiden tot ongewenste neveneffecten.

De twee hoofdbezwaren die tegen het gebruik van bestrijdingsmiddelen vaak worden aangedragen zijn de potentiële risico's voor de volksgezondheid en de mogelijke aanslag op ecosystemen. Alhoewel deze twee punten de discussie rond het gebruik van bestrijdingsmiddelen domineren, wordt hierbij veelal geen wetenschappelijke onderbouwing gegeven. Dit rapport tracht een evenwichtige evaluatie te geven van deze problematiek.

## I.2 Probleemstelling

De hoofdvragen in deze evaluatie zijn:

- Op welke wijze, en in welke mate, beïnvloedt het gebruik van bestrijdingsmiddelen (kwetsbare) ecosystemen?
- In hoeverre vormen bestrijdingsmiddelen aanwezig in (of op) voedsel en in drinkwater een risico voor de volksgezondheid?

Een essentieel onderdeel ten aanzien van het gebruik van bestrijdingsmiddelen is de risicoschatting met betrekking tot het gebruik of het niet-gebruik daarvan. Deze studie zullen we dan ook daarmee besluiten

## I.3 Opbouw van het Rapport

Dit rapport kent een aantal onderdelen aan de hand waarvan een inschatting kan worden gemaakt van de risico's van het gebruik van bestrijdingsmiddelen:

1. Inleiding
2. De noodzaak
3. De normstelling
4. De humane effecten

## Hoofdstuk 1

---

5. De ecotoxicologische effecten
6. Een risicoschatting

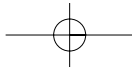
In *hoofdstuk 2* van dit rapport zal het doel van gebruik van bestrijdingsmiddelen worden besproken. Ruim 70% van het Nederlandse grondgebied kan in principe worden blootgesteld aan chemische bestrijdingsmiddelen, waarvan 60% voor rekening van de agrarische sector komt en 10% voor de bosbouw. Het landbouwareaal bestaat voor het grootste deel uit grasland ten behoeve van de veeteelt, waar veelal herbiciden worden gebruikt. De akkerbouw richt zich overwegend op de teelt van bijvoorbeeld graan, aardappelen en suikerbieten waarbij middelen als grondontsmettingsmiddelen, fungiciden en herbiciden worden gebruikt. De bosbouw, boomkwekerij en tuinbouw gebruiken middelen als insecticiden en fungiciden.<sup>3</sup>

Overschrijding van gestelde normen (in brede toxicologische zin) is bij de emissie vaak een punt van discussie en daarom zal in *hoofdstuk 3* aandacht besteed worden aan de normstelling in het algemeen en in het bijzonder voor bestrijdingsmiddelen.

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen lijkt een potentieel risico voor mensen en hun omgeving in zich te dragen.<sup>4</sup> In *hoofdstuk 4* worden daarom de schadelijke effecten op de mens belicht, te weten de risico's ten aanzien van de volksgezondheidseffecten als gevolg van residuen van bestrijdingsmiddelen in eet- en drinkwaren.

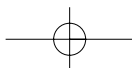
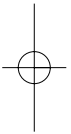
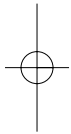
In *hoofdstuk 5* komt de vraagstelling aanbod omtrent het gebruik van bestrijdingsmiddelen en de risico's voor ecosystemen. Na verplaatsing in het milieu kunnen buiten de plaats van toepassing ongewenste effecten optreden. De beoordeling van die effecten en de herstelmogelijkheden van ecosystemen na belasting met de betreffende middelen zullen worden besproken.

Afsluitend zal in *hoofdstuk 6* getracht worden een risicoschatting aan de hand van het voorgaande te geven. Door menselijk handelen komen nu eenmaal stoffen in het milieu die een potentieel gevaar vormen voor planten, dieren of gehele ecosystemen. Binnen een ecosysteem bestaan grote verschillen tussen soorten in de mate waarin ze zulke stoffen opnemen. Bij een beoordeling van de milieugevaarlijkheid van een stof moet men met deze opnameverschillen rekening houden, maar er bestaat geen eenstemmigheid over algemene regels die hiervoor gelden.<sup>5</sup> Daarnaast spelen in hoge mate risicoperceptieoverwegingen een belangrijke rol in de verschillende visies op de toelaatbaarheid van bestrijdingsmiddelen.



## Referenties

- 1 Baas, J. *Emissie van gewasbeschermingsmiddelen uit kassen naar de buitenlucht*, **1992**, IMW-TNO rapport R92/304.
- 2 Baan, van de, H. E. *Lucht*, **1993**, 3, 95-98.
- 3 Rijn, van, J. P.; Straalen, van, N. M.; Willems, J. *Handboek bestrijdingsmiddelen. Gebruik en milieu-effecten*, **1995**, VU Uitgeverij, Amsterdam.
- 4 Cantelli-Forti, G.; Paolini, M.; Hrelia, P. *Environmental Health Perspectives Supplements 101*, **1993**, 15-20.
- 5 Straalen, van, N. M. *Milieu* **1988**, 2, 40-45.



## 2 De Noodzaak

### 2.1 Voedsel en Bevolking

Een van de meest essentiële levensbehoeften voor de mens is voedsel. De mogelijkheid van het verkrijgen van voedsel is een grondrecht. Door de toename van de wereldbevolking is een toename van voedselproductie noodzakelijk. Dat staat los van het gegeven of en in hoeverre geboortecontrolle (in hoofdzakelijk de ontwikkelingslanden) noodzakelijk is of niet. De toename van de wereldbevolking ziet er door de eeuwen heen als volgt uit:<sup>1</sup>

**Tabel 2.1.1 Bevolkingsgroei door de eeuwen heen**

Jaar	Totale bevolking	Jaarlijkse groei (%)	Theoretische duplicatieperiode (jaren)
8000 v. C.	8 miljoen	0.0007%	100,000
1	300 miljoen	0.046%	1,500
1750	800 miljoen	0.06%	1,200
1900	1,650 miljoen	0.48%	150
1970	3,678 miljoen	1.9%	36
2000	6,199 miljoen	1.7%	41

Volgens recente schattingen zal de wereldbevolking zich stabiliseren rond de 11.5 miljard mensen in 2100.<sup>2</sup> Voor het merendeel zal de bevolkingsgroei plaatsvinden in de ontwikkelingslanden. In datzelfde jaar, is de schatting, zullen 1.5 miljard van de 11.5 miljard mensen in het 'rijke Westen' wonen.<sup>3</sup>

De visies die er zijn op de gevolgen van een dergelijke groei zijn ruwweg in twee categorieën in te delen: een optimistisch en een pessimistisch scenario. Het eerste scenario gaat uit van de historische overweging dat de mens tot op heden in staat is gebleken zich succesvol aan te passen aan veranderende omstandigheden. De econoom Julian Simon is een proponent van deze stroming.<sup>4</sup> De pessimistische visie gaat uit van het Malthusiaanse gedachtegoed. In 1798 postuleerde Thomas Robert Malthus dat de wereldbevolking volgens geometrische wetten zou toenemen (2, 4, 8, 16, 32, 64, etc.) terwijl de voedselproductie slechts lineair zou toenemen (1, 2, 3, 4, 5, etc.). Hongersnoden en massale sterfte is in zijn visie onvermijdelijk bij een toenemende wereldbevolking. Voedselproductie kan de bevolkingsgroei per definitie niet bijhouden. Het huidige voedselproductiesysteem zal dan uiteindelijk leiden tot een ecologische ramp met alle gevolgen van dien voor de wereldbevolking. Malthus stelde dat een opgelegde beperking van de bevolkingsgroei een dergelijk scenario zou kunnen voorkomen.<sup>5</sup>

Gezien de geschiedenis heeft Malthus voorsnog ongelijk gekregen. Landbouwtechnieken en het landoppervlak dat kan worden gebruikt voor gewassenteelt zijn enorm toegenomen sinds de tijd van Malthus. De huidige omvang van de wereldbevolking echter werpt toch weer vragen op naar de mogelijkheden van het voedselproductieniveau. Meer mensen hebben meer voedsel nodig. De bevolkingstoename is een gegeven. Productieverhoging is dus noodzakelijk. Dit kan in principe op twee manieren worden bewerkstelligd:

- Het oppervlak waarop gewassen worden geteeld vergroten
- De opbrengst per hectare verhogen

Het volledige potentieel van de voedselproductie is echter nog lang niet bereikt. Wat betreft productiepotentie zitten alleen de Scandinavische landen en Nederland op 50 tot 60% van hun volledige potentieel (het theoretisch haalbare). De andere Europese landen alsmede Noord-Amerika en enkele Aziatische landen zitten op 30 tot 40% van hun mogelijkheden terwijl de ontwikkelingslanden op minder dan 20% van hun volledige mogelijkheden produceren. De opbrengsten kunnen verhoogd worden door meer land te cultiveren of door de opbrengsten per hectare te verhogen zoals hierboven reeds is gesteld waarbij in de praktijk meestal een combinatie van deze twee wordt toegepast.<sup>6</sup>

Sinds 1961 is de wereldbevolking bijna verdubbeld, maar de voedselproductie is meer dan verdubbeld en per hoofd van de bevolking met 20% gestegen ten opzichte van 1961.<sup>7</sup> Het aantal doden als gevolg van hongersnood, voedselschaarste en ondervoeding is lager dan ooit tevoren.<sup>8</sup> Ondanks het gegeven dat 15 miljoen vierkante kilometer (km<sup>2</sup>) landbouwgronden zijn omgezet in natuur is de oogstopbrengst gelijk gebleven. Door de hybride zaden, chemische meststoffen en bestrijdingsmiddelen vindt de voedselproductie nog steeds plaats op dezelfde 6 miljoen vierkante kilometer land terwijl hiermee 80% meer mensen gevoed worden.<sup>9</sup>

## 2.2 Functie

De huidige akker- en tuinbouwbedrijven in Nederland richten zich veelal op een gering aantal, intensieve teelten. Door intensiviteit en klimatologische omstandigheden is er voor veel teelten sprake van een grote gevoeligheid voor ziekten en plagen. Intensieve internationale contacten op agrarisch gebied zorgen verder voor een grote kans op de insleep van ziekten en plagen vanuit het buitenland. In Nederland worden meer dan 600 verschillende gewassen op commerciële basis geteeld waarin naar schatting zo'n 5000 tot 6000 verschillende ziekten en plagen voorkomen. Hieronder bevinden zich viroïden, virussen, bacteriën, schimmels, aaltjes, insecten, mijten, overige geleedpotige dieren, slakken, hogere planten en dieren. Zonder het gebruik van gewasbeschermingsmaatregelen kunnen ziekten, plagen en onkruiden een belangrijk deel van de (potentiële) opbrengst van cultuurgewassen verwoesten. De fysieke opbrengstderving kan gemakkelijk tientallen procenten bedragen. De totale schade kan verder oplopen door kwaliteitsverlies en door verliezen tijdens de bewaring. Bij dit laatste kan ook gedacht worden aan besmetting van plantaardige producten met mycotoxinen als gevolg van aantasting door parasitaire schimmels tijdens de teelt. Deze mycotoxinen kunnen reeds in lage concentraties meetbare gevaren opleveren voor de gezondheid van mens en dier.<sup>10</sup> De aanwezigheid van mycotoxinen kan gehele oogsten onbruikbaar maken dat wil zeggen niet meer geschikt voor enige vorm van consumptie.

De kans op *ziekten* in gewassen wordt in de moderne landbouw onder andere beperkt met behulp van chemische gewasbescherming. Chemische bestrijdingsmiddelen maken het mogelijk hoge opbrengsten per oppervlakte-eenheid te realiseren bij een relatief lage inzet van arbeid. Bovendien verhoogt de chemische gewasbescherming de oogstzekerheid en de kwaliteit en de houdbaarheid van plantaardige producten tijdens bewaring en transport. Het belang van fytosanitaire controle, preventieve maatregelen en bestrijding als onderdelen van de gewasbescherming is in de laatste decennia evenredig toegenomen.

## Hoofdstuk 2

men met de specialisatie, intensivering en het economische belang van de agrarische sector.<sup>11</sup>

Onkruidbestrijding helpt mee om in de wereld de behoefte aan voedsel en andere producten te garanderen en te optimaliseren.<sup>12</sup> Onkruid is plantengroei die met de mens concurreert, hem stoort in het bereiken van zijn doelstellingen van een optimale gewas-teelt. In feite betreft het plantengroei op een plaats waar de mens hem niet wenst.<sup>13</sup>

Bij de afweging van de toelaatbaarheid van fungiciden is het noodzakelijk te bepalen in hoeverre het niet-gebruiken aanleiding kan geven tot bijvoorbeeld de vorming van de voor mensen schadelijke mycotoxinen. Ook kan het inbouwen in een nieuw ras van een resistentie tegen een bepaalde ziekte of plaag als neveneffect hebben dat de aanwezigheid van schadelijke alkaloiden in het teeltgewas toeneemt.<sup>14</sup>

Bestrijdingsmiddelen van allerlei aard hebben dus een bepaalde plaats gekregen in het voedselproductiesysteem. Het is een belangrijke mogelijkheid om voedselproductie-systemen te beschermen tegen een scala aan negatieve invloeden. Het garanderen van een continue voedselstroom heeft onder andere de aanzet gegeven om met de toegenomen (bio)chemische wetenschappelijke kennis dergelijke middelen te ontwikkelen en te gebruiken.

### 2.3 Bezwaren

Bestrijdingsmiddelen werden aan het begin van de jaren zestig verondersteld een probleem te zijn voor de gezondheid van de gebruiker.<sup>15</sup> In de Verenigde Staten (VS) verscheen het boek 'Silent Spring' van Rachel Carson waarin gewaarschuwd werd voor de gevaren van het overmatig gebruik van bestrijdingsmiddelen. In Nederland volgde 'Zilveren Sluiers en Verborgene Gevaren' waarin eveneens grote zorgen geuit werden over de milieugevolgen van het bestrijdingsmiddelengebruik.<sup>16</sup> Een belangrijk punt in zowel 'Zilveren Sluiers en Verborgene Gevaren' als 'Silent Spring' was het effect van door de mens gesynthetiseerde stoffen (in het bijzonder bestrijdingsmiddelen) op de reproductie. In de jaren zeventig en tachtig werd de probleemstelling verder uitgebreid met de risico's verbonden aan de productie en opslag van bestrijdingsmiddelen. Aanleiding daartoe waren verschillende rampen zoals de brand bij Sandoz in Basel (1986) waarbij niet geringe hoeveelheden met bestrijdingsmiddelen verontreinigd bluswater in de Rijn terecht kwamen.

In de jaren tachtig en negentig kwamen de risico's voor de bevolking als geheel weer in beeld en dan met name de verontreiniging van voedsel en drinkwater met bestrijdingsmiddelen en residuen daarvan. Vooral de mogelijk schadelijke gevolgen van bestrijdingsmiddelen voor de reproductie van mens kwam meer en meer in beeld. Verantwoordelijk daarvoor zouden chemische middelen zijn met pseudo-oestrogene werking. In het boek 'Our Stolen Future' staan de effecten van door de mens gemaakte stoffen op de reproductie centraal.<sup>17</sup>

De belangrijkste bezwaren tegen het gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn van toxicologische aard, zoals humane en ecotoxicologische effecten, fytotoxiciteit, (kruis)-resistentie, adaptatie, maar ook het ontstaan van secundaire plagen, kwaliteitsbeïnvloeding, de kosten en de kritische houding van de consument.

#### Hoofdbezwaren

De hoofdbezwaren tegen het gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn:

### **Humane effecten**

De zorg voor de volksgezondheid is een belangrijke reden voor velen om zich te verzetten tegen het gebruik van bestrijdingsmiddelen. De kritische houding van consumenten tegen chemische bestrijdingsmiddelen wordt mede gevoed door een scala aan belangengroeperingen. Bovendien speelt de overheid in reclamecampagnes in op het beeld dat teelt zonder bestrijdingsmiddelen gezonder zou zijn. In hoeverre bestrijdingsmiddelen een volksgezondheidsrisico vormen zal in hoofdstuk 4 aan bod komen.

### **Ecotoxicologische effecten**

Er bestaat een algemene indruk dat het gebruik van bestrijdingsmiddelen te belastend is voor het milieu als gevolg van emissie van bestrijdingsmiddelen vanuit de teeltarealen. De kennis over emissies en vóórkomen van chemische bestrijdingsmiddelen in het milieu is nog steeds beperkt. Schadelijke effecten kunnen optreden voor niet-doelorganismen. Een bestrijdingsmiddel kan giftiger zijn voor het roofdier (bijvoorbeeld een roofmijt) dan voor de plaag (bijvoorbeeld een spintmijt) waardoor de plaag alleen maar versterkt wordt of er een andere (secundaire) plaag de kop op steekt omdat het roofdier is weggevallen of omdat er meer voedsel aanwezig is voor dit organisme dan voorheen.<sup>18</sup> Milieuconsequenties van bestrijdingstechnieken die vaak genoemd worden zijn de verarming van de flora en verarming van belevingselementen in de natuur (de waardering voor het landschap).

### **Bezwaren voor producenten en gebruikers**

Voor de producenten en de gebruikers kunnen de volgende bezwaren van het gebruik van bestrijdingsmiddelen worden genoemd:

#### **Fytotoxiciteit**

Door de toxische werking kan ook schade optreden in gewassen waarin bestrijdingsmiddelen gebruikt worden, bijvoorbeeld omdat het werkingsmechanisme heel algemeen is en de selectiviteit van de middelen daarom te wensen overlaat. Er zijn geen bestrijdingsmiddelen met een volledig specifieke werking. Het voornaamste doel in bestrijdingsmiddelenonderzoek en -ontwikkeling is het identificeren van de specifieke werking van een middel tegen het organisme dat het moet doden. Toxiciteit voor niet-doelorganismen blijft een significant potentieel probleem.<sup>19</sup>

#### **(Kruis)Resistentie**

Resistentie is het ongevoelig worden van de ziekteverwekkers en plaagorganismen tegen het bepaalde bestrijdingsmiddel. Resistentie van bijvoorbeeld schimmels tegen fungiciden is het gevolg van het aanpassen van het metabolisme van fungiciden gedurende slechts enkele generaties. Een aantal 'strains' van de aardappelziekte, *Phytophthora infestans*, is resistent tegen bijvoorbeeld fenylamiden. In bepaalde bloembolstammen zijn stammen van de grauwe schimmel, roest en bolrot resistent tegen benzimidazolen. Ook hogere planten en dieren kunnen na een aantal generaties resistentie ontwikkelen tegen bestrijdingsmiddelen. Bij kruisresistentie is een organisme niet alleen resistent geworden tegen een bestrijdingsmiddel maar tegen een hele groep van chemische middelen met hetzelfde werkingsmechanisme. Daarmee verliest de producent vaak een pakket aan middelen zodat oogstopbrengsten moeilijk op peil zijn te houden.

## Hoofdstuk 2

---

### Alternatieven

Bezwaren roepen alternatieven op. Hoewel alternatieven van bestrijdingsmiddelen geen onderdeel vormen van dit onderzoek zullen we voor de volledigheid er een paar noemen:

### Nieuwe bestrijdingsmiddelen

Nieuwe stoffen worden ontwikkeld om oude bestrijdingsmiddelen te vervangen. Met name op de punten uitspoeling, giftigheid voor waterorganismen en benodigde dosering scoren de nieuwe stoffen beter dan vele 'oude stoffen' en vormen daarmee mogelijk interessante alternatieven.<sup>20</sup>

### Bestrijding met natuurlijke vijanden

Biologische bestrijding is een andere vorm van gewasbescherming.<sup>21</sup> Spint, bladluizen, tripsen en witte vliegen bijvoorbeeld kunnen worden bestreden met roofmijten, sluipwespen, virus- of bacteriepreparaten. Biologische bestrijding heeft een milieuvriendelijke uitstraling. Introductie van nieuwe soorten in ecosystemen kan ook nadelige gevolgen hebben. Bijna 40% van de bekende gevallen van het uitsterven van soorten is het gevolg van de introductie van vreemde soorten. Hoewel dit gegeven niet specifiek gerelateerd is aan gewasbescherming is de introductie van nieuwe soorten een potentieel en onderschat risico. In de kassenteelt echter lijkt het gebruik van natuurlijke vijanden een succes aangezien het hier afgesloten teelt betreft. Ondanks het gebruik van bestrijdingsmiddelen op wereldschaal is tot nu toe nog van geen enkele soort aangetoond dat het uitgestorven is als gevolg van het gebruik van bestrijdingsmiddelen.<sup>22</sup>

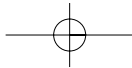
Biologische bestrijding kent ondanks het 'groene imago' nog meer nadelen. Risico's verbonden aan het gebruik van *Burkholderia cepacia* (*Pseudomonas*) bijvoorbeeld, een schimmel die onder andere de aanwezigheid van bodempathogenen kan onderdrukken, zijn recentelijk aan het licht gekomen. Er is de nodige belangstelling voor dit micro-organisme vanuit de landbouw vanwege vele positieve eigenschappen voor gewasenteelt. Het is echter gebleken dat voor CF patiënten (cystic fibrosis, taaislijmziekte), deze schimmel buitengewoon gevaarlijk, en in een aantal gedocumenteerde gevallen dodelijk, is.<sup>23</sup> Geneeskundige behandeling wordt bemoeilijkt door het feit dat *Burkholderia cepacia* resistent is tegen vele antibiotica.

### Feromonen

Een relatief nieuwe techniek is het gebruik van feromonen. Dit zijn lokstoffen die door insecten worden uitgescheiden onder andere tijdens de paringstijd. In kassen (en soms ook buiten) kunnen dergelijk stoffen worden ingezet om schadelijke insecten te vangen of te verwarren.

### Genetische modificatie

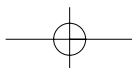
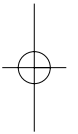
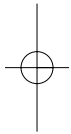
Een relatief nieuwe techniek om resistentie in te bouwen is genetische modificatie (GM). Technieken voor GM maken het mogelijk stukjes geïsoleerd DNA, ter grootte van een of enkele genen, direct over te brengen in een cel. Het ingebrachte DNA kan worden opgenomen in het DNA van de ontvangende cel. Als uit deze cel een compleet organisme ontstaat bevatten alle cellen het ingebrachte gen. Op deze wijze is het mogelijk zonder kruising een eigenschap over te dragen.



---

*De Noodzaak*

Een bekend voorbeeld van GM die het praktijkstadium heeft bereikt is de resistentie van 'Roundup Ready' sojabonen tegen het herbicide glyfosaat. Glyfosaat schakelt het enzym uit dat voor de synthese van essentiële aminozuren voor de plant zorgt. Dit herbicide doodt alle planten, breekt in het milieu snel af en heeft geen gezondheidseffecten voor mens en dier voor zover bekend. Onderzoek van het Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu(hygiëne) (RIVM) ondersteunt deze gegevens.<sup>24</sup> Teelt van glyfosaat-resistente gewassen kan de milieubelasting met bestrijdingsmiddelen aanmerkelijk verminderen.



## Hoofdstuk 2

---

### Referenties

- 1 Oerke, E-C.; Dehne, H-W.; Schönbeck, F.; Weber, A. *Crop production and crop protection. Estimated losses in major food and cash crops*, **1994**, Elsevier, Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Tokyo.
- 2 World Bank, *World Development Report 1990*, **1990**, Washington D.C.
- 3 Zie noot 2. Daaronder wordt volgens VN conventie verstaan: Europa, de Common-wealth landen, Noord-Amerika (Canada en de VS), Australia, Nieuw Zeeland en Japan.
- 4 Zie onder andere Simon, J. L.; Kahn, H. (eds.) *The Resourceful Earth*, **1984**, Basil Blackwell Publisher Limited, Oxford, England.
- 5 Een dergelijk scenario is mede voortgekomen uit de vrees dat als gevolg van een bevolkingsgroei het rijke Westen van die tijd zijn rijkdom (gedeeltelijk) zou moeten opgeven ten gunste van de toegenomen wereldbevolking elders. Het door Malthus voorgestelde scenario heeft ons inziens een zeker discriminatoir karakter.
- 6 Zie noot 1.
- 7 Zie verder noot 1.
- 8 Stuiveling, M. *De wereld vergaat niet. De schade van tweehonderd jaar doemdenken*, **1998**. *Intermediair* 8-1-1998 (Vertaald uit *The Economist*).
- 9 Avery, D.T. The 1997 Brighton Crop Protection Conference, **1997**, pp. 3-18.
- 10 *Meerjarenplan Gewasbescherming*, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677, nrs. 3-4, **1991**. Ministerie van LNV, SDU-Uitgeverij, Den Haag.
- 11 Zie noot 10.
- 12 Zweep, van der, W. *Future outlook of weed science*. Oral lecture FAO-Conference, **1970**, Davis, California.
- 13 Zie noot 12.
- 14 Zie noot 10.
- 15 Heuvel, van den, P. J. M.; Leroy, P.; Leuven, R. S. E. W.; Nienhuis, P. H. *Milieu*, **1997**, 2, 50-57.
- 16 Zie noot 15.
- 17 Colborn, T.; Peterson Myers, J.; Dumanoski, D. *Our Stolen Future. How Man-made Chemicals are Threatening our Fertility, Intelligence and Survival*, **1996**, Little Brown and Company, London.
- 18 Rijn, van, J. P.; Straalen, van, N. M.; Willems, J. *Handboek bestrijdingsmiddelen. Gebruik en milieu-effecten*, **1995**, VU Uitgeverij, Amsterdam.
- 19 Cantelli-Forti, G.; Paolini, M.; Hrelia, P. *Environmental Health Perspectives Supplements 101*, **1993**, 15-20.
- 20 Brouwer, W. W. M.; Heer, de, H. *Gewasbescherming*, **1992**, 23 (3), 66-73.
- 21 Zweep, van der, W. *Gedachten over Verleden, Heden en Toekomst van de Onkruidkunde*. Afscheidsrede, **1983**, Wageningen.
- 22 Zie noot 9.
- 23 Holmes, A.; Govan, J.; Goldstein, R. *Emerging Infectious Diseases*, 4, **1998**, National Center for Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention.
- 24 Mensink, H.; Janssen, P. *Glyphosate, Environmental Health Criteria 159*, World Health Organization, **1994**, Geneva.

## 3 Normstelling

### 3.1 Hoeveelheden

Om enig inzicht te geven in de omvang van het gebruik van bestrijdingsmiddelen in Nederland worden in hieronder een aantal relevante tabellen met gebruikgegevens weergegeven. Hiermee wordt enig inzicht gegeven in het waarom van normstelling ten aanzien van het gebruik van bestrijdingsmiddelen.

Er zijn bijna 700 verschillende chemisch actieve stoffen die de basis vormen voor zo'n 35.000 mengsels, de zogeheten geformuleerde verbindingen.<sup>1</sup> In Nederland zijn een kleine 300 verschillende werkzame stoffen (w.s.) van bestrijdingsmiddelen toegelaten. Zo'n 100 hiervan zijn voor de bestrijding van insecten (insecticiden), mijten (acariciden), aaltjes (nematiciden) en slakken (mollusciciden), 90 voor de bestrijding van onkruiden (herbiciden), 70 voor de bestrijding van schimmels (fungiciden) en 20 voor de regulatie van de groei en ontwikkeling van gewassen (groeiregulatoren).<sup>2</sup>

Frankrijk heeft de grootste gebruiksomvang van bestrijdingsmiddelen van Europa maar Nederland heeft het hoogste gebruik per ha.<sup>3</sup> De geschatte omvang in de land- en tuinbouw was in de periode 1984 – 1988 vrij stabiel en bedroeg ongeveer 20 miljoen kg per jaar. De helft van het gebruik kwam voor rekening van de grondontsmettingsmiddelen. Sinds die tijd is er sprake van een opvallend sterke daling in de omvang van het bestrijdingsmiddelengebruik.<sup>4</sup> Daarvan laten de grondontsmettingsmiddelen de laten daarbij meest spectaculaire daling zien:

**Tabel 3.1.1 Afzet van chemische bestrijdingsmiddelen bestemd voor landbouwkundig gebruik voor de periode 1989 – 1997 in tonnen (1000 kg) werkzame stof per jaar (Nefyto)**

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Grondontsmettingsmiddelen	9,830	8,937	7,679	6,761	2,587	2,540	2,375	1,247	1,572
Fungiciden	4,052	4,140	4,281	4,193	4,007	3,880	4,497	4,039	4,356
Groeiregulatoren/ herbiciden	3,330	3,468	3,312	2,987	2,796	2,690	3,945	3,854	2,984
Insecticiden/ acariciden	745	731	594	557	471	439	603	603	410
Overigen	1,189	1,559	1,441	1,423	1,900	1,640	1,151	1,218	1,075
Totaal	19,146	18,835	17,307	15,921	11,761	11,189	12,571	10,961	10,397

### 3.2 Detectielimieten

Het is niet verwonderlijk dat voor stoffen met een biocide werking die doelbewust in het milieu worden gebracht normstelling geldt. Normen voor bestrijdingsmiddelen worden gebruikt bij de toelating van een middel in het kader van de *Bestrijdingsmiddelenwet*. Ook worden normen als milieukwaliteitsdoelstellingen achteraf gebruikt voor de locatiespecifieke beoordeling van de kwaliteit van bodem, water en lucht.

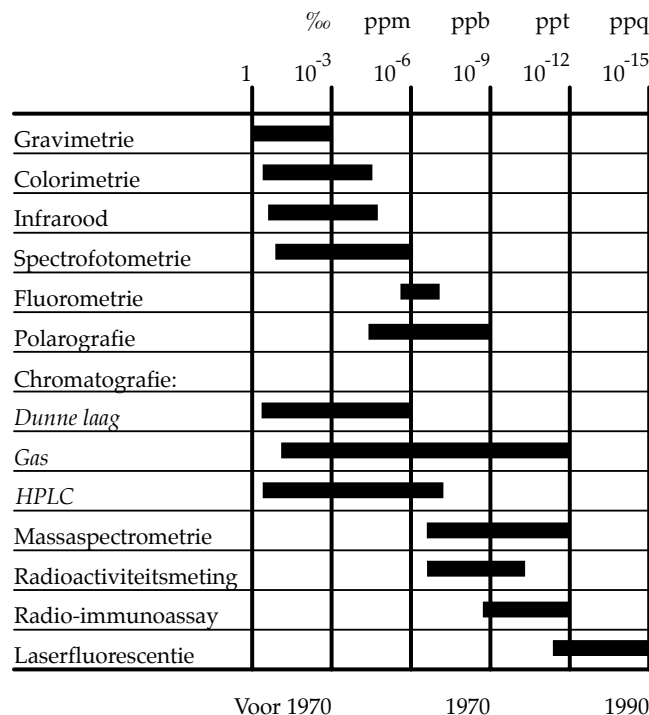
De laagst detecteerbare waarde wordt veelvuldig als norm gehanteerd. Daarmee is meteen een probleem geïntroduceerd. Een *aantoonbaarheidsgrens* kent geen rationali-

### Hoofdstuk 3

satie en (eco)toxicologische relevantie en leidt tot een omvangrijke inconsistente in een normenstelsel daar het slechts is gerelateerd aan een analyse apparaat. Dergelijke normen zijn in wezen onbruikbaar en ontoelaatbaar in het huidige normenstelsel.

Afgezien van het gegeven dat aantoonbaarheidsgrenzen geen (eco)toxicologische relevantie hebben levert een dergelijke manier van normeren tevens analytisch-technologische problemen op met aanzienlijke milieu-technische consequenties. Voortschrijdende technologische ontwikkeling zal leiden tot een verdere daling van aantoonbaarheidsgrenzen en een toenemende inspanningsverplichting om normen te halen. Een dergelijke normeringsmethode zal *ad absurdum* leiden tot een fictieve 'toenemende mondiale vervuiling'. Dat de detectielimiet dramatisch is gedaald in de afgelopen decennia, en mutatis mutandis de normstelling steeds meer is aangescherpt, kan aan de hand van de volgende figuur worden geïllustreerd:

**Figuur 3.2.1 Daling van de detectielimiet door de jaren heen**



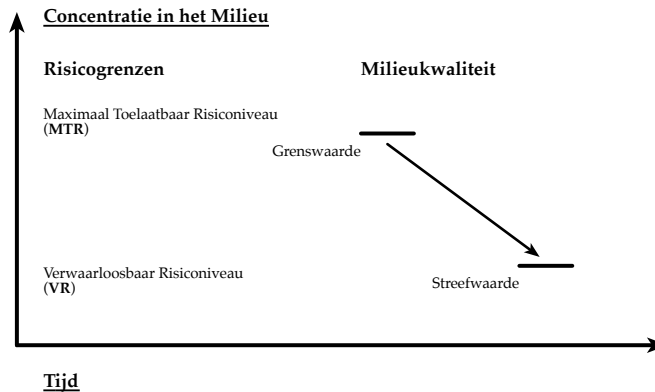
### 3.3 Normstelling

Aan de basis van het normenstelsel, met de streefwaarden als ondergrens (einddoel) en de grenswaarden als bovengrens van het 'toelaatbare', ligt het risicoconcept zoals dat geformuleerd is in de beleidsnotitie *Omgaan met Risico's*, dat een algemeen beleidskader biedt voor prioriteitstelling en normstelling.<sup>5</sup> De notitie *Milieuwaliteitsdoelstellingen in Bodem en Water* (kortweg *MILBOWA*) is een uitwerking van actiepunten A-35 van het NMP.<sup>6</sup> In deze notitie wordt een aantal microverontreinigingen opgesomd waarvoor grenswaarden en streefwaarden zijn geformuleerd. De streefwaarden geven het eind-

doel, de grenswaarden het tussendoel ten aanzien van de gestelde milieukwaliteit en zijn verbonden aan risicogrenzen voor mens, dier, plant en ecosysteem.

In onderstaande figuur wordt het begrip voortschrijdende normstelling in beeld gebracht:

**Figuur 3.3.1 De relatie tussen MTR's en VR's. De voortschrijdende normstelling**



De streefwaarden, die een verwaarloosbaar risico moeten garanderen voor ecosystemen, gebruiksfuncties en de intercompartimentale afstemming, hebben diverse onderbouwingen die nogal verschillend van aard zijn. Voor de volledigheid worden ze hier genoemd:

1. Op achtergrondwaarden gebaseerde streefwaarden (metalen)
  2. (Eco)toxicologisch onderbouwde streefwaarden
  3. Aantoonbaarheidsgrenzen (technisch-analytisch)
1. Aangezien metalen van nature voorkomen, en verschillende daarvan (bijvoorbeeld koper en zink) essentiële micronutriënten zijn, zijn de streefwaarden afhankelijk gesteld van achtergrondconcentraties die voorkomen in 'relatief onbelaste gebieden'.<sup>7</sup> Deze streefwaardenonderbouwing is uiteraard niet van toepassing op bestrijdingsmiddelen.
  2. Voor een groot aantal bestrijdingsmiddelen is ecotoxicologisch onderzoek uitgevoerd. Streefwaarden zijn afgeleid uit de resultaten van dat onderzoek. Daarvoor zijn een aantal statistische methodieken ontwikkeld, zoals de Aldenberg & Slob methode en de EPA methode. Humane belasting met bestrijdingsmiddelen vindt in belangrijke mate plaats via drinkwater dat is bereid uit grond- en oppervlaktewater. Daarom wordt in de *MILBOWA* gesteld ten aanzien van de functionele eigenschappen, zoals de waterwin- en gewasteeltfuncties, dat de streefwaarden van grond- en oppervlaktewater de productnormen voor drinkwater uit het *Waterleidingbesluit* niet mogen overschrijden.<sup>8</sup>
  3. Aantoonbaarheidsgrenzen hebben betrekking op de wijze van analyse van parameters en de gebruikte apparatuur.

### Hoofdstuk 3

De grenswaarde is de concentratie van een stof in het milieu die voor de overheid nog acceptabel is en wordt het Maximaal Toelaatbaar Risico(niveau) (MTR) genoemd. Het MTR van ecosystemen gaat uit van een bescherming van 95% van de aanwezige soorten in een ecosysteem. De streefwaarde is de concentratie waarbij de kans op nadelige effecten verwaarloosbaar is, het Verwaarloosbaar Risiconiveau (VR) en wordt bepaald door het MTR (in wezen de stofconcentratie die gelijk is gesteld met het MTR) te delen door 100. De bandbreedte tussen het MTR en het VR van 100 wordt beschouwd als een veiligheidsfactor voor het optreden van combinatiewerkingen tussen stoffen. In een adviesrapport betreffende het project Integrale Normstelling Stoffen (INS) merkte de Gezondheidsraad echter op dat de keuze van de veiligheidsfactor tussen MTR en VR geheel beleidsmatig is en niet empirisch kan worden onderbouwd.<sup>9</sup> De factor heeft dus geen wetenschappelijke basis en kan als zodanig niet binnen het wetenschappelijk kader worden beoordeeld. Hierin schuilt dan ook een vermenging van politieke keuzes en wetenschappelijke normonderbouwing.

Ten aanzien van het VR niveau stelt de motie van Esselink en Feenstra, die door de Tweede Kamer is aangenomen, overigens het volgende:<sup>10</sup>

De Kamer, gehoord de beraadslaging;  
overwegende, dat in toenemende mate twijfel bestaat aan de juistheid van de toepassing van de risicobenadering in het milieubeleid; voorts overwegende, dat het rijk zich in die benadering in de eerste plaats dient te concentreren op het formuleren en handhaven van het maximaal toelaatbaar risico, zowel in bestaande als in nieuwe situaties; constaterende, dat ter verdere beperking van risico's beneden het niveau van het maximaal toelaatbaar risico toepassing van het ALARA-principe (as low as reasonable achievable), zoals ook geformuleerd in de Wet milieubeheer, mede in de afweging met andere relevante beleidsdoeleinden, een goede benadering is; van mening, *dat daarmee het formuleren en toepassen van vaste getalswaarden voor het verwaarloosbaar risico, zoals dat in de nota 'Omgaan met risico's' is geschied, nauwelijks of niet meer zinvol is*; verzoekt de regering in de nota 'Omgaan met risico's' (21137 005) neergelegde risicobenadering zodanig te wijzigen, dat uitgegaan wordt van heldere grenswaarden (maximaal toelaatbaar risico) en overigens via het ALARA-principe, in afweging met andere relevante beleidsdoeleinden gestreefd wordt naar verdere beperking van risico's, zowel in het stoffenbeleid als t.a.v. straling en externe veiligheid, en gaat over tot de orde van de dag.

De Tweede Kamer typeert het VR dus als een niet of nauwelijks zinvol begrip. Verder stelt de Kamer dat het MTR als een heldere grenswaarde moet worden gehanteerd samen met het ALARA-principe.

Het VR voor bestrijdingsmiddelen is feitelijk een weinig zinvol normeringsniveau gezien de inherente biologische activiteit die dergelijke stoffen karakteriseren. Bestrijdingsmiddelen hebben per definitie geen verwaarloosbare biologische effecten en worden om die reden dan ook toegepast op gewassen ter optimalisatie van de opbrengst.

### 3.4 (Eco)toxicologische Onderbouwing

Het afleiden van risicogrenzen begint met het verzamelen van (eco)toxicologische laboratoriumgegevens van een bepaalde stof waarna via extrapolatie de grens- en streef-

waarden worden bepaald. Ecotoxicologische afleidingsmethoden ten aanzien van milieuvreemde stoffen hebben een aantal uitgangspunten:

1. Toxicologische effecten van stoffen zijn gerelateerd aan de biologische beschikbare concentraties van die stoffen in het milieu.
2. De toxicologische effecten zijn soortspecifiek; de ene soort is gevoeliger voor een stof dan een andere soort.
3. Soorten behorend tot dezelfde taxonomische groep zullen een vergelijkbare gevoeligheid vertonen ten aanzien van een bepaalde stof.
4. De kans dat bepaalde soorten zeer gevoelig zijn voor een bepaalde stof wordt gelijk gesteld met de kans dat bepaalde andere soorten zeer ongevoelig zijn voor diezelfde stof. De meeste organismen zullen een gemiddelde gevoeligheid vertonen. Dit geldt natuurlijk niet voor de doelorganismen.
5. De wisselwerking tussen de verschillende soorten aanwezig in een biotoop, in zijn algemeenheid de ecologische omstandigheden binnen een biotoop, maken geen onderdeel uit van de ecotoxicologische risicoschatting.
6. Individuele effecten voor soorten worden bepalend geacht voor mogelijke effecten op ecosystemen als geheel.
7. Hoe meer data beschikbaar zijn van soorten behorend tot verschillende taxonomische groepen hoe nauwkeuriger de risicoschatting en omgekeerd.

Om de kwaliteit van de voorgestelde normen te kunnen beoordelen volgt hieronder een uiteenzetting van de in internationaal verband (OECD: Organization for Economic Co-operation and Development) gehanteerde richtlijnen. Hiertoe behoort een inventarisatie van de beschikbare gegevens voor de stoffen waarvoor normen zijn vastgesteld en de kwaliteit die hieraan kan worden toegekend. De OECD heeft een onderverdeling gepubliceerd van de verschillende stadia van 'risk-assessment'. Deze ziet er als volgt uit:<sup>11</sup>

**Tabel 3.4.1 OECD indeling van 'risk-assessment' van stoffen**

Tiers	Stages	Effects data
Tier-1	Preliminary	Short term toxicity
Tier-2	Refined	Chronic toxicity
Tier-3	Comprehensive	More chronic, epidemiological and field data

'Tier' staat voor het niveau, de fase, waarin de 'risk assessment' van een bepaalde stof zich bevindt. 'Tier-1' staat voor een zeer beperkte inventarisatie van de toxiciteit van een stof; 'tier-3' is de meest omvangrijke inventarisatie mogelijk. Deze indeling zegt dus onder andere iets over de 'hardheid' en relevantie van bepaalde normen. Hoe meer gegevens er beschikbaar zijn hoe betrouwbaarder de daaruit afgeleide norm. Fase 1 ('tier-1') in het onderzoek levert dus normen die als 'voorlopig' worden omschreven. De relevantie van een dergelijk afgeleide norm is zeer beperkt. In fase 2 en fase 3 is er meer toxi-

### Hoofdstuk 3

cologisch onderzoek verricht op grond waarvan een nauwkeuriger norm is af te leiden. De relevantie is dan ook groter. De kosten en de complexiteit van het onderzoek in fase 2 en 3 zijn navenant vele malen hoger.

Het grootste probleem dat zich voordoet bij alle extrapolatiemethoden is dat resultaten van laboratoriumexperimenten niet zomaar vergelijkbaar zijn met de veldsituatie. Via extrapolatie probeert men op basis van de beperkte beschikbare ecotoxicologische kennis zo goed mogelijk uitspraken te doen over concentraties van stoffen waarboven toxische effecten voor complete ecosystemen kunnen optreden. De ecotoxicologische experimentele methoden houden echter geen rekening met de wisselwerking tussen soorten in ecosystemen. De beschikbare kennis is afkomstig van experimenten, waarbij de effecten op individuen en individuele soorten centraal staan. Bij de bescherming van ecosystemen, gaat het juist om populaties van individuen én de complexe wisselwerking tussen populaties. Doordat een bepaalde soort gevoeliger is ten opzichte van andere soorten, kunnen verschuivingen optreden in de soortensamenstelling.<sup>12</sup> Verschuivende concurrentieverhoudingen of compensatiemechanismen binnen ecosystemen kunnen de zaak aanzienlijk compliceren en de effecten van toxische stoffen tot op zekere hoogte onvoorspelbaar maken. Daarnaast worden herstelmechanismen niet in beschouwing genomen. Herstelmechanismen vormen echter een belangrijke basis voor de continuering van bestaande ecosystemen. Hoewel niet in kaart gebracht is het duidelijk dat herstelmechanismen zonder meer functioneren gezien de lange geschiedenis van het mondiale ecosysteem.

De volgende methoden en de daaraan verbonden onderzoeks-voorwaarden worden gebruikt ter afleiding van MTR's voor stoffen. Deze modellen zijn statistisch van aard en maken in principe gebruik van experimentele ecotoxicologische gegevens verkregen in het laboratorium. Onderstaande tabel heeft betrekking op normstelling voor bodem en water.

**Tabel 3.4.2 MTR afleidingsmethoden voor de compartimenten bodem en water**

Methoden	Voorwaarden	Tier
1. Aldenberg & Slob (A&S) <sup>13</sup>	Minimaal 4 (sub) chronische NOEC's <sup>14</sup>	2
2. EPA <sup>15</sup>	Minder dan 4 data beschikbaar (veiligheidsfactoren)	1
3. EP <sup>16</sup> /A&S	EP waarbij MTR <sub>b</sub> wordt berekend uit MTR <sub>w</sub> dat d.m.v. A&S is afgeleid <sup>17</sup>	1
4. EP/EPA	EP waarbij MTR <sub>b</sub> wordt berekend uit MTR <sub>w</sub> dat d.m.v. EPA is afgeleid	1

Deze tabel verdient enige uitleg. In de tabel staan enkele rekenmethoden opgesomd van waaruit MTR's kunnen worden afgeleid. De rekenmethoden gaan in principe uit van experimentele ecotoxicologische gegevens.

Met behulp van methode 1 zijn redelijk onderbouwde MTR's af te leiden uit toxicologisch onderzoek. Om deze statistische methode van enige 'kracht' te voorzien dienen er zo'n 10 tot 20 verschillende data voorhanden te zijn. Zijn er geen of weinig gegevens voorhanden dan wordt uitgeweken naar methode 2, 3 of 4.

Methode 3 en 4 zijn methoden om bodem-MTR's af te leiden uit gegevens die zijn verzameld voor waterorganismen. De evenwichts-partitiemethode (EP)<sup>18</sup> wordt gebruikt

om een bodem-MTR af te leiden uit een water-MTR als er voor de betreffende stof geen ecotoxicologische data beschikbaar zijn van bodemorganismen.

De zogenaamde EPA-methode is een rekenmethode om ecotoxicologische risicogrenzen rechtstreeks te berekenen uit een beperkte dataset zonder gebruik te maken van statistische modellen. Door middel van veiligheidsfactoren (extrapolatiefactoren) worden MTR's rechtstreeks afgeleid uit toxicologische gegevens:

**Tabel 3.4.3 Veiligheidsfactoren in de EPA-methode**

Vereiste informatie	Extrapolatie factor	Relevantie van het MTR
1. Laagste NOEC of QSAR <sup>19</sup> voor chronische toxiciteit van de meest gevoelige soort	10	Klein
2. Laagste van L(E)C <sub>50</sub> <sup>20</sup> voor minimaal algen/kreeftachtigen/vissen	100	Zeer klein
3. Laagste acute L(E)C <sub>50</sub> of QSAR voor acute toxiciteit	1000	Zeer klein

De EPA-methode hanteert dus geen geavanceerde statistiek. Hoe minder toxicologische gegevens, hoe groter de onzekerheid omtrent de effecten van die stof op een ecosysteem, hoe groter het getal (zie boven) waarmee de deling wordt uitgevoerd. Als er slechts één acuut toxiciteitsgegeven bekend is van een stof (**c**) dan wordt de L(E)C<sub>50</sub> gedeeld door 1000. Zijn er meer acute toxiciteitsgegevens van een stof bekend (minimaal algen/kreeftachtigen/vissen; **b**) dan wordt de laagste L(E)C<sub>50</sub> uit de meetgegevens gedeeld door 100. Als er chronische toxiciteitsdata beschikbaar zijn kan de factor 10 worden gebruikt (**a**). Een waarde van 1 die bepaald is bij een zeer beperkt toxiciteitsonderzoek wordt door 1000 gedeeld (**c**). Het MTR voor die stof is dan 0.001.

De EPA-methode, kent geen wetenschappelijk fundament. De RIVM-studie *Streven naar waarden* formuleert het als volgt:<sup>21</sup>

'De EPA-methode ontbeert wetenschappelijke onderbouwing .... Dit behoeft echter niet uitsluitend als nadelig te worden beschouwd. Indien zeer weinig gegevens voorhanden zijn is er geen wetenschappelijke basis om een geavanceerde berekeningsmethode toe te passen; de onnauwkeurigheden in de schatting zijn daarvoor te groot. In een dergelijke situatie kan slechts een indicatie worden gegeven van (niet) nadelige concentraties. ...'

Uit dit citaat komt duidelijk het voorlopige indicatieve karakter naar voren van de normering die gebaseerd is op de EPA-methode. Zowel voor het compartiment bodem alsmede het compartiment water wordt deze methode gebruikt om streefwaarden af te leiden.

Onderstaande tabel laat zien dat er voor het compartiment water aanzienlijk meer toxicologische data voor de 107 stoffen beschikbaar zijn in vergelijking met het compartiment bodem:<sup>22</sup>

## Hoofdstuk 3

Tabel 3.4.4 Toxicologische gegevens voor 107 stoffen

Aantal stoffen	Water	Stoffen	Bodem	Stoffen
107	Statistische extrapolatie	27	Statistische extrapolatie	5
	EPA	38	EPA	41
	QSAR	40	QSAR	—
	Geen gegevens	2	Geen gegevens	61
Totaal		107		107

Voor het compartiment water (dat wil zeggen oppervlaktewater) zijn de meeste ecotoxicologische gegevens beschikbaar. Voor de compartimenten bodem en sediment zijn zeer veel minder gegevens beschikbaar.

Uitgangspunt van het beleid ten aanzien van grondwater is dat grondwater bestemd voor de drinkwaterbereiding zonder structurele extra zuivering moet voldoen aan de norm uit de Europese Gemeenschap (EG)-richtlijn voor drinkwater. Normen voor grondwater in Nederland zijn overeenkomstig het Waterleidingbesluit.<sup>23</sup> De norm voor drinkwater is een beleidsmatige, namelijk het voorkomen van de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in drinkwater. Omdat enkele decennia geleden de detectiegrens voor bestrijdingsmiddelen rond de 0.1 µg/l lag, is deze waarde als nog steeds geldende norm gekozen. Deze norm geldt per stof terwijl voor alle bestrijdingsmiddelen samen een norm geldt van 0.5 µg/l.<sup>24</sup> Voor het grondwater geldt deze norm op een diepte van 10 m na een transporttijd van 4 jaar.<sup>25</sup> Ook voor oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterbereiding gelden de standaardkwaliteitsnormen voor drinkwater die wettelijk zijn vastgelegd in EG-regelgeving. Voor elk middel is de norm 0.1 µg/l met een totaal voor alle bestrijdingsmiddelen van 0.5 µg/l. Een detectielimiet kent echter geen toxicologische en in dit geval volksgezondheidstechnische rationalisatie. Een dergelijke normstelling is dan ook niet-relevant aangezien een dergelijke normstelling geen toxicologische of volksgezondheidstechnische grens markeert maar slechts betrekking heeft de op de kwaliteiten van het analytisch personeel en de gebruikte apparatuur.

### 3.5 Ecologische Risico-evaluatie: Mesokosmosstudies

Bestrijdingsmiddelen kunnen een gevaar vormen vanwege de effecten op natuur en milieu. De effecten kunnen van acute dan wel chronische aard zijn waarvan de chronische effecten het meest van belang zijn. Bij de toelating van bestrijdingsmiddelen worden daarom diverse milieucriteria gehanteerd, waarvan de drie belangrijkste zijn:

- Giftigheid voor waterorganismen
- Uitspoeling naar het grondwater (in verband met drinkwaterbereiding)
- Persistentie in de bodem

Er is nog een groot gebrek aan basale wetenschappelijke kennis omtrent de verspreiding in water, bodem en lucht en de toxiciteit van bestrijdingsmiddelen maakt het voor het beleid moeilijk goede instrumenten te ontwikkelen. Normen zijn in het algemeen gebaseerd op (eco)toxicologisch onderzoek met zeer weinig planten- en diersoorten (enkelsoortstoetsen; zie boven). In de modelmatige berekeningen worden bovendien veiligheidsfactoren gehanteerd die in wetenschappelijk opzicht discutabel zijn en nog

niet gevalideerd zijn door middel van veld- en laboratoriumonderzoek. De veilige concentraties van bestrijdingsmiddelen in aquatische ecosystemen zijn meestal gebaseerd op gestandaardiseerde laboratorium toxiciteits-toetsen. Extrapolatie naar het veld is vaak moeilijk, onder andere omdat in het laboratorium slechts enkele standaardsoorten getoetst worden en omdat in het laboratorium de concentratie vrij constant gehouden kan worden.<sup>26</sup>

Modelecosystemen ter onderbouwing van normen zijn te prefereren boven laboratoriumexperimenten.<sup>27</sup> Dergelijke toetsystemen kunnen veel meer informatie opleveren wat betreft de effecten van blootstelling aan bestrijdingsmiddelen. De interactie tussen soorten kunnen op die manier in vereenvoudigde zin in kaart worden gebracht. Het is natuurlijk wel zo dat modelecosystemen een veelheid van parameters in zich dragen die niet of nauwelijks te sturen zijn wat de beoordeling van experimenten ongetwijfeld kan bemoeilijken.

De respons van een ecosysteem kan *structureel* zijn of *functioneel*.<sup>28</sup> Het structurele aspect is de respons na blootstelling van de flora en fauna compositie van het ecosysteem in kwalitatieve en kwantitatieve zin; het functionele aspect is de uitwisseling tussen de hoeveelheid anorganisch en dood organisch materiaal met de aanwezige organismen en de energie- en materiestromen tussen organismen. Bestrijdingsmiddelen kunnen op beide niveaus ingrijpen. Informatie die uit deze studies worden verkregen kunnen iets zeggen over de korte en lange termijn effecten op de toepassing en de aanwezigheid van geteste bestrijdingsmiddelen.

De meeste aquatische micro-/mesokosmos-studies zijn uitgevoerd met insecticiden en herbiciden. Kennis omtrent effecten van fungiciden en nematiciden ontbreekt nagenoeg. Tevens zijn er relatief weinig micro-/mesokosmos-studies uitgevoerd naar de gevolgen van simultane blootstelling aan meerdere middelen. Verschillende studies aan dezelfde actieve stof geven overeenkomstige kritische drempelwaarden (NOECs), wat het nut van micro-/mesokosmos-studies voor een adequate risico-evaluatie onderstreept. Voor insecticiden en herbiciden lijken de standaard toetsorganismen te voldoen omdat directe effecten op basis van laboratorium toxiciteitstoetsen overeen komen met effecten in aquatische ecosystemen. De indirecte effecten lijken in de verschillende studies sterker uiteen te lopen.

Mesokosmosen zijn belangrijk bij het ophelderen van de mogelijke effecten op ecosystemen maar het daadwerkelijke karakter en de grootte van de effecten beperken zich tot het mesokosmos en zijn bepaalde staat.<sup>29</sup> Met andere woorden, extrapolatie naar veldsituaties blijft een struikelblok hoewel mesokosmosstudies de kloof aanmerkelijk verkleinen.

Neveneffecten op de niveaus van populaties tot aan het ecosysteem zijn moeilijk te onderzoeken. Hier komt bij dat voor de Nederlandse situatie vrijwel geen 'onbeïnvloede natuur' meer bestaat als gevolg van de overheersende invloed van de mens door de eeuwen heen.

### 3.6 Samenvatting

Bestrijdingsmiddelen worden hoofdzakelijk genormeerd aan de hand van enkelsoorts laboratoriumexperimenten. Veldvalidatie kan de normstelling ondersteunen. Gegevens over ecologische lange termijn effecten van het gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn echter niet of nauwelijks voorhanden.

### Hoofdstuk 3

---

Normstelling behoeft een aanzienlijk betere wetenschappelijke onderbouwing dan tot op heden voorhanden is. Het platform Intergratie Normstelling Stoffen signaleerde in 1995 al een groot gebrek aan toxiciteitsgegevens zeker voor het compartiment bodem/sediment. Van Leeuwen *et al.* concluderen ten aanzien van de MTR's, de basis van normstelling, voor bestrijdingsmiddelen het volgende:<sup>30</sup>

'Voor het afleiden van MTR's of grenswaarden is de gegevensbasis veelal erg smal. De onderbouwing kan worden verbeterd door de hantering van (sub)chronische toetsen met meerdere soorten. Voor bodem, waterbodem en lucht ontbreken veelal de gegevens en moet de onderbouwing van de MTR's als 'zeer voorlopig' worden gekenschetst. Het verrichten van aanvullend onderzoek kan derhalve leiden tot meer realistische MTR's omdat er in de eerste stap -de voorlopige risicobeoordeling- veelal grote onzekerheidsfactoren worden toegepast om te komen tot MTR's .... Het verdient aanbeveling verder te investeren in de onderbouwing van MTR's, zeker in die gevallen waarbij grote economische consequenties in het geding zijn.'

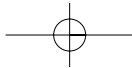
Hieruit blijkt dat voor stoffen die doelbewust in het milieu worden gebracht vanwege de beoogde biocide-activiteit er relatief weinig ecotoxicologische gegevens bekend zijn om te komen tot *realistische* MTR's. Normoverschrijding is dus niet per definitie gelijk aan het ontstaan van een milieuprobleem. In veel gevallen is het MTR onvoldoende onderbouwd en dus valt er (helaas) weinig te zeggen over het wel of niet optreden van een daadwerkelijk ecologisch probleem. Gesignaleerde korte termijn effecten, die bij het gebruik van bestrijdingsmiddelen per definitie te verwachten zijn, laten lange termijn herstelmechanismen van ecosystemen buiten beschouwing.

Het gebruik van het VR als een normeringsniveau is niet wetenschappelijk onderbouwd. De veiligheidsfactor 100 tussen MTR en VR is een beleidsmatige keuze. De Tweede Kamer heeft zich in een motie, voorgedragen door Esselink en Feenstra, uitgesproken tegen het gebruik van het VR. Normering van bestrijdingsmiddelen zou overigens bij uitstek betrekking moeten hebben op de lange termijn milieu-effecten. De inherente biocide werking van bestrijdings-middelen laten per definitie korte termijn effecten in het landbouwareaal zien waar die effecten gewenst zijn en daarbuiten waar die effecten ongewenst zijn. De lange termijn invloed zou dan ook centraal moeten staan in de normstelling.

Het gebruik van drinkwaternormen in het kader van mogelijke uitspoeling van bestrijdingsmiddelen naar het grondwater, die afgeleid zijn van een decennia oude detectielimiet, kent geen toxicologische en volksgezondheidstechnische rationalisatie en relevantie. Het leidt tot een inconsistent normenstelsel. (In het volgende hoofdstuk zal de humaan toxicologische problematiek worden besproken.)

## Referenties

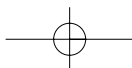
- 1 Bolgnesi, C. *Work and Hazards*, vol. 8, **1995**, 673-737.
- 2 *Meerjarenplan Gewasbescherming*, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677, nrs. 3-4, **1991**. Ministerie van LNV, SDU-Uitgeverij, Den Haag.  
Rijn, van, J. P.; Straalen, van, N. M.; Willems, J. *Handboek bestrijdingsmiddelen. Gebruik en milieu-effecten*, **1995**, VU Uitgeverij, Amsterdam.
- 3 Teunissen-Ordelman, H. G. K.; Schrap, S. M. *Watersysteemverkenningen 1996. Bestrijdingsmiddelen. Een analyse van de problematiek in aquatisch milieu*, **1996**, RIZA nota 96.040.
- 4 Zie onder andere Nefytobulletin, **1998**, 2.
- 5 *Omggaan met Risico's*, Ministerie van VROM, 21 137, nr. 5, Tweede Kamer der Staten-Generaal, vergaderjaar 1988-1989.
- 6 *Nottie Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water (MILBOWA)*, Ministerie van VROM, 21 990, **1990-1991**.
- 7 Edelman, Th. *Achtergrondgehalten van een aantal anorganische en organische stoffen in de bodem van Nederland; een eerste verkenning*, RIN-rapport 83/8, **1983**, Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Arnhem.
- 8 *Besluit van 2 april 1984, houdende wijziging van het Waterleidingbesluit* (Stb. 1960, 345), **1984**, Staatsblad Koninkrijk der Nederlanden 220, 's Gravenhage, Nederland.
- 9 *Het project Integrale Normstelling Stoffen*, **1995**, Gezondheidsraad, rapportnummer 1995/07. Zie verder: Pieters, M. N.; Köneman, W. H., *Mengseltoxiciteit: een algemeen overzicht en evaluatie van de veiligheidsfactor van 100 toegepast in het stoffenbeleid*, **1997**, RIVM rapport nr. 620110 004.
- 10 Esselink, A. H. (CDA); Feenstra, J. J. (PvdA) *Vaststelling van de begroting van de uitgaven van hoofdstuk XI (Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer) voor het jaar 1993. Rijksbegroting voor het jaar 1993. De risicobenadering in het milieubeleid*. Motie, **1992** (21-10), 22800 023 XI; nadruk van ons.
- 11 Overgenomen uit: *Risk Assessment of Chemicals: An Introduction*, Leeuwen, van, C. J.; Hermens, J. L. M. (eds.), **1995**, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- 12 *Ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen*, **1988**, Gezondheidsraad, rapportnummer 28.
- 13 Deze methode gaat uit van een log-logistische gevoeligheidsverdeling van (chronische) NOEC-waarden.
- 14 NOEC-waarden: 'no-observed-effect concentration'.
- 15 EPA: 'Environmental Protection Agency'; Amerikaanse pendant van het ministerie van VROM. Dit instituut heeft een 'risk-assessment' methode ontwikkeld die haar naam draagt: de 'EPA-methode'.
- 16 EP: evenwichtspartitiemethode.
- 17  $MTR_b$ : MTR waarde voor bodem;  $MTR_w$ : MTR waarde voor water.
- 18 Zie noot 16.
- 19 QSAR: 'Quantitative Structure Activity Relation': op basis van de chemische structuur van de stof wordt het als negatief te waarden effect berekend. Deze methode is alleen bruikbaar voor stoffen met een zogenaamde non-specifieke werking. Dat wil zeggen dat alleen van stoffen die niet specifiek inwerken op een bepaalde biochemische receptor een QSAR kan worden opgesteld.
- 20  $L(E)C_{50}$ : concentratie waarbij 50% van de toetsorganismen sterfte (Lethal  $C_{50}$ ) dan wel effect (Effect  $C_{50}$ ) ondervindt.
- 21 Meent, v. d., D.; Aldenberg, T.; Canton, J. H.; Gestel, van, C. A. M.; Slooff, W. *Streven naar waarden*, **1990**, RIVM rapport nr. 670101001.

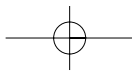


### Hoofdstuk 3

---

- 22 *Symposium Integrale Normstelling Stoffen*, Weiden, v. d., M.; Plassche, v. d., E. (red.), maart **1995**, Ede. De genoemde 107 stoffen zijn hetzelfde voor beide compartimenten. Er is een vergelijking gemaakt tussen de toxicologische gegevens die beschikbaar zijn voor water en bodem van dezelfde stoffenreeks.
- 23 Zie noot 8.
- 24 *Meerjarenplan Gewasbescherming*, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677, nrs. 3-4, **1991**. Ministerie van LNV, SDU-Uitgeverij, Den Haag. En Cantelli-Forti, G.; Paolini, M.; Hrelia, P. *Environmental Health Perspectives Supplements 101*, **1993**, 15-20.
- 25 Zie noot 3.
- 26 Wijngaarden, van, R. P. A.; Brink, van den, P. J.; Crum, S. J. H.; Oude Voshaar, J. H.; Brock, T. C. M.; Leeuwangh, P. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **1996**, *15*, 1133-1142.
- 27 Kersting, K.; Brink, van den, P. J. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **1997**, *16*, 251-259.
- 28 Zie noot 27.
- 29 Zie noot 27.
- 30 Leeuwen, van, C. J.; Faasen, R.; *Milieu*, **1997/2**, *12*, 69-79.





## 4 De Humane Effecten

### 4.1 Inleiding

Elke stof, dus ook elk voedselbestanddeel, heeft zijn eigen intrinsieke toxicologisch profiel en is derhalve schadelijk voor de mens wanneer de hoeveelheid die ervan wordt opgenomen een bepaalde grens overschrijdt. Voorbeelden van voedselbestanddelen zijn:

- Essentiële voedingsstoffen (bijvoorbeeld vitamines, spoorelementen, essentiële aminozuren)
- Niet-nutriënten (bijvoorbeeld cellulose)
- Opzettelijke toevoegingen (anti-oxidanten, conserveermiddelen, zoetstoffen en kleurstoffen)
- Natuurlijke bestanddelen (bijvoorbeeld solanine in aardappelen)
- Natuurlijke contaminanten (door schimmels geproduceerde toxinen, flavonoïden, pyrolizidine-alkaloïden, antrachinonen, furocoumarinen, alkenylbenzeenderivaten en hydrazinen)
- Contaminanten door huishoudelijke voorbereiding, dat wil zeggen koken, bakken, stomen etc. (PAKs, heterocyclische aminen en N-nitrosoverbindingen)
- Overige contaminanten (milieuverontreinigingen, diervoederadditieven, diergeneesmiddelen en bestrijdingsmiddelen).

Contaminanten zijn stoffen die ongewild in voedingsmiddelen of in hun grondstoffen terecht komen. Voorbeelden zijn milieuverontreinigingen of restanten van bestrijdingsmiddelen, diervoederadditieven en diergeneesmiddelen. Een voedingsmiddelenhulpstof of additief is een stof die oorspronkelijk niet in een voedingsmiddel voorkomt maar daar met opzet aan is toegevoegd om het beter houdbaar, beter hanteerbaar of aantrekkelijker te maken. Voorbeelden zijn de geur- en smaakstoffen alsmede de zoetstoffen en bind- en conserveringsmiddelen zoals anti-oxidanten.

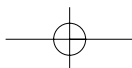
Het volksgezondheidsargument is een krachtige drijfveer in de maatschappelijke kritiek op de moderne landbouw. In dit rapportonderdeel laten wij de arbeidstoxicologie van bestrijdingsmiddelen evenwel buiten beschouwing. Het werken met (potentieel) giftige stoffen zoals landbouwbestrijdingsmiddelen levert altijd enige mate van risico op. Bij productie, verwerking en gebruik van dergelijke stoffen is voorzichtigheid altijd geboden. Dat geldt overigens per definitie voor alle stoffen waarin mensen in verhoogde mate aan blootstaan.

### 4.2 Bestrijdingsmiddelen en Volksgezondheid

#### 4.2.1 Belastingsniveau's

Resten bestrijdingsmiddelen in voedsel worden in zijn algemeenheid geassocieerd met een aantal volksgezondheidsrisico's zoals:

- Kanker
- Fertiliteit: dalende kwaliteit en kwantiteit van sperma en een veranderende jongens/meisjes ratio



#### Hoofdstuk 4

Milieucontaminanten aanwezig in het voedsel (waarvan hoofdzakelijk drinkwater bereidt uit grond- en oppervlaktewater) of in materialen waar de mens mee in aanraking kan komen behoren volgens de normstelling het VR niveau niet te overschrijden. Dat is de reden dat bijvoorbeeld voor organische microverontreinigingen de streefwaarden van grond- en oppervlaktewater de productnormen voor drinkwater niet mogen overschrijden.<sup>1</sup> Uitgangspunt is dan wel dat alle aanwezige stof uit de bodem kan uitspoelen naar het grondwater.

Er zijn metingen gedaan (analyses van voedsel) om hoeveelheden van stoffen, waaraan de mens blootstaat, zoals resten van bestrijdingsmiddelen op voedsel, te bepalen. Hieronder wordt een vergelijking gemaakt tussen voedselingrediënten en de daarvoor geldende veiligheidsmarges van 'blootstelling' (gemiddelde dagelijkse consumptie) én 'milieucontaminanten'.<sup>2</sup> De veiligheidsmarge is gedefinieerd als de factor tussen de dagelijkse blootstelling en de NOAEL die bepaald is bij dierproeven.<sup>3</sup>

**Tabel 4.2.1.1** Dagelijkse blootstelling aan voedselingrediënten en milieucontaminanten

Stof	Dagelijkse inname (mg)	Veiligheidsmarge
Vet	40 (energie %)	< 2
Suikers	100,000	2-3
Selenium	1	10
Tocopherol	0.15-2	60-6
Fluor	1	5
NaCl (keukenzout)	9000	< 2
Kwik	0.063	50
Bromide	9.4	10
Solanine	1	2
Aspartaam	300	800
DDT	0.006	5,000
Dieldrin	0.0005	1,200
Lindaan	0.002	30,000
Dioxines	0.000000135	500

Voor keukenzout (NaCl) bijvoorbeeld zouden we dagelijks niet meer dan twee keer zoveel mogen gebruiken in onze voeding. De alom gebruikte factor 100 wordt hier dus bij lange na niet gehaald. Voor lindaan daarentegen, hoewel dat zeker niet te beschouwen is als een 'normaal' voedselingrediënt, is diezelfde veiligheidsfactor maar liefst 30,000. Keukenzout zou in deze zin een veel groter probleem in onze voeding zijn dan lindaan. De gevolgen van de dagelijkse blootstelling aan milieucontaminanten in voedsel blijkt via deze benadering in toxicologisch en volksgezondheidstechnisch opzicht niet-relevant.

Lombardo heeft de inname van bestrijdingsmiddelen gemeten en die vergeleken met de ADI's:<sup>4</sup>

Tabel 4.2.1.2 Bestrijdingsmiddeleninname vergeleken met de ADI's volgens Lombardo

Bestrijdingsmiddel	Inname ( $\mu\text{g}/\text{dag}$ )	ADI ( $\mu\text{g}/\text{kgbw}/\text{dag}$ )	Additionele SF (ADI/inname)
Chloordaan	0.0010	0.5	500
DDT/DDE/DDD	0.0115	20.0	17,540
Dieldrin	0.0039	0.1	25
Endrin	0.0001	0.2	2,000
$\alpha$ -endosulfan	0.0224	8.0	375
$\gamma$ -HCH (lindaan)	0.0009	10.0	11,000
Heptachloor	0.0007	0.5	715
Azinfos-methyl	0.0031	2.5	800
Diazinon	0.0033	2.0	600
Dimethoaat	0.0063	10.0	1,590
Fenitrothion	0.0017	3.0	1,760
Malathion	0.0819	20.0	245
Parathion-methyl	0.0002	20.0	100,000
Parathion + parathion-methyl	0.0015	5.0	3,300
Chlorobenzilaat	0.0011	20.0	18,000
Fenvaleraat	0.0010	20.0	20,000
Folpet	0.0011	10.0	9090
Iprodione (totaal)	0.0014	300.0	214,285
Methoxychloor	0.0001	100.0	1,000,000
Pirimiphos-methyl	0.0001	10.0	100,000
Tecnazene (totaal)	0.0002	10.0	50,000

Het eerste blok van de bovenstaande tabel betreft bestrijdingsmiddelen die ook in bijlage I van het *MILBOWA* staan vermeld. Voor die stoffen laat Lombardo zien dat de dagelijkse belasting ver onder de ADI blijft, bij lindaan zelfs een factor 11,000 lager dan toegestaan. Daarbij moet worden bedacht dat de ADI reeds een toxicologische veiligheidsfactor van 100 in zich draagt. In het tweede blok van bovenstaande tabel staat een aantal stoffen vermeld uit het onderzoek van Lombardo die een extreem grote extra veiligheidsfactor ten opzichte van de ADI vertonen: de dagelijkse blootstelling kan tot wel een factor 1,000,000 lager kan liggen dan de ADI.

#### 4.2.2 Kanker

Het is interessant om bovenstaande tabellen te vergelijken met het overbekende werk van Doll en Peto, die een onderzoek hebben gedaan naar de achtergronden van kanker.<sup>5</sup> Hun artikel, getiteld 'The causes of cancer: Quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today', is een veel geciteerd werk naar de oorzaken van kanker en hun relatieve bijdrage aan de totale incidentie van kanker in de wereld. Hun bevindingen zien er als volgt uit:

## Hoofdstuk 4

Tabel 4.2.2.1 Aandeel in kankersterfte, toegeschreven aan diverse factoren (Doll en Peto)

Oorzaken	Beste schatting (%)	Interval (%)
Tabak	30	25-40
Voeding	35	10-70
Alcohol	3	2-4
Additieven	< 1	-5-2 <sup>8</sup>
Voortplanting en seksualiteit	1	1
Beroep	4	2-8
Vervuiling	2	1-5
Industriële producten	< 1	< 1-2
Geneesmiddelen (medische handelingen)	1	0.5-3
Geofysche factoren <sup>6</sup>	3	2-4
Infecties <sup>7</sup>	10 (?)	1-?
Onbekend	?	?

Ook hieruit blijkt dat milieucontaminanten nauwelijks een meetbare invloed hebben op de volksgezondheid. Deze gegevens zijn zeer recentelijk (1997) bevestigd door een studie van Ames *et al.*<sup>9</sup> Tussen 1981 en 1997 heeft er zich dus ten aanzien van deze problematiek geen wetenschappelijke visiewijziging voorgedaan ondanks een substantiële kennisvermeerdering op dit gebied.

Dat normering een doorslaggevende bijdrage zou hebben geleverd aan deze toestand is echter niet waarschijnlijk. De humane blootstelling aan 'man-made chemicals' is in vergelijking met natuurlijke toxines vrijwel verwaarloosbaar. Dat kan worden geïllustreerd aan de hand van het voornoemde werk van Ames.<sup>10</sup> Van de totale hoeveelheid stoffen die de mens inneemt via het dieet zijn 99.9% van natuurlijke oorsprong. Van alle bestrijdingsmiddelen die de mens via het voedsel consumeert zijn 99.99% van natuurlijke oorsprong; planten maken van nature stoffen (toxines) aan om zich te beschermen tegen insectenvraat, schimmelinfecties etc. Gemiddeld wordt ieder mens dagelijks via het voedselpakket belast met 1500 mg natuurlijke bestrijdingsmiddelen. Dat is minstens een factor 10,000 hoger in vergelijking met de synthetische bestrijdingsmiddelen. Dagelijks worden mensen via het dieet met ongeveer 0.09 mg synthetische bestrijdingsmiddelen belast.

De veronderstelling dat synthetische chemicaliën een bijzonder risico zouden opleveren in vergelijking met natuurlijke stoffen heeft er mede toe geleid dat men van mening is dat deze stoffen per definitie niet thuishoren in het milieu, en dat ernaar gestreefd moet worden naar 'zero-risk'. Dit heeft dan ook geleid tot een behoorlijke eenzijdigheid in het testen van chemicaliën: van 559 stoffen die chronisch getest zijn op carcinogeniteit in zowel ratten en muizen is 77% van synthetische oorsprong.<sup>11</sup>

Een andere belangrijke misvatting is gelegen in het feit dat de toxicologie van synthetische chemicaliën anders zou zijn dan die van natuurlijke stoffen. Het voornaamste argument dat daarbij gehanteerd wordt is dat de natuurlijke stoffen onderdeel vormen van de evolutionaire geschiedenis van de mens, terwijl die van de synthetische chemicaliën zeer recent is. Als gevolg hiervan zouden de mechanismen die geëvolueerd zijn in

dieren om de toxiciteit van natuurlijke stoffen het hoofd te bieden, tekort schieten tegen synthetische chemicaliën. Deze aanname gaat om verscheidene redenen mank:

- De natuurlijke verdedigingsmechanismen die ons beschermen tegen normale blootstelling aan toxinen hebben gewoonlijk meer een algemeen karakter dan dat ze gericht zijn op specifieke chemicaliën.<sup>12</sup> Het feit dat deze verdedigingsmechanismen meer algemeen van aard zijn is vanuit evolutionair oogpunt gezien zelfs voor de hand liggend. Op deze wijze kunnen de organismen veel beter anticiperen op (evolutionaire) veranderingen of noodzakelijke veranderingen (bijv. schaarste) van het dieet.
- Ondanks de lange periode dat organismen de gelegenheid hebben gehad om mechanismen te ontwikkelen teneinde zich aan te passen aan toxische stoffen, zijn er nog steeds verscheidene toxinen, die gedurende de gehele evolutionaire ontwikkeling van de gewervelde dieren aanwezig zijn geweest, die toch kanker veroorzaken onder deze diergroepen.<sup>13</sup>
- Gedurende de laatste paar duizend jaar is het humane dieet drastisch gewijzigd. Natuurlijke selectie werkt echter veel te langzaam om specifieke resistentiemechanismen te kunnen ontwikkelen tegen deze nieuwe toxinen in het dieet. Er is dan ook geen sprake van een specifieke evolutionaire aanpassing van de mens aan natuurlijke toxische stoffen in het dieet. Juist natuurlijke toxinen zijn en blijven een reële bedreiging voor de gezondheid van de mens.
- Geen enkele plant is immuun voor vraat door insecten. Vandaar dat planten verdedigingsmechanismen moeten ontwikkelen. Een buitenproportionele aandacht voor synthetische bestrijdingsmiddelen kan ertoe leiden dat kwekers planten ontwikkelen die van nature een grotere resistentie hebben als gevolg van een verhoogde productie van natuurlijke toxinen met alle mogelijke gevolgen voor de volksgezondheid van dien.
- Hoewel slechts een kleine hoeveelheid van de natuurlijke stoffen is getest op carcinogeniteit in dierproeven is gebleken dat van de tot nu toe 64 geteste natuurlijke bestrijdingsmiddelen er 35 kanker veroorzaken in dierexperimenten.<sup>14</sup>

Hoewel slechts tot op heden 3% van het (waarschijnlijke) totaal aan toxische stoffen in koffie is getest op carcinogeniteit in dierproeven overschrijdt deze 3% de jaarlijks belasting aan synthetische bestrijdingsmiddelen.<sup>15</sup>

#### **Schema 4.2.2.1 Natuurlijke stoffen in gebrande koffie getest op carcinogeniteit in dierproeven**

Positief (19) (carcinogeen)	acetaldehyde, benzaldehyde, benzeen, benzofuran, benzo(a)pyreen, cafeïnezuur, catechol, 1,2,3,6-dibenzanthraceen, ethanol, ethylbenzeen, formaldehyde, furan, furfural, waterstofperoxide, hydroquinone, limoneen, styreen, toluen, xyleen
Niet-positief (8) (niet-carcinogeen)	acroleïne, befenyl, choline, eugenol, nicotinamide, nicotinezuur, fenol, piperidine
Nog te testen	~ 1000 stoffen

#### Hoofdstuk 4

De conclusie is overigens niet gerechtvaardigd dat koffie kankerverwekkend zou zijn bij normale consumptie. De doses waarbij mensen deze stoffen binnenkrijgen zijn in de regel te laag om daadwerkelijk problemen te veroorzaken.

Concluderend kan worden gesteld dat de gevolgen van de humane blootstelling aan 'man-made chemicals' verwaarloosbaar zijn zeker als men deze blootstelling vergelijkt met de totale belasting met natuurlijke toxines.

De risicobeleving van het publiek echter staat haaks op de wetenschappelijke kennis die over dit onderwerp in de loop van de tijd is verzameld. Op grond van wetenschappelijk feitenmateriaal kan een rangorde worden opgesteld van de gevaren die in voedsel schuilgaan. Deze rangorde vergelijkt ik met de consumentenrangorde:<sup>16</sup>

**Tabel 4.2.2.2 Risicorangorde van een groep experts en het lekenpubliek inzake een vijftal voedselrisico's**

Risico's volgens consument	Risico's volgens de wetenschap
1. Voedseladditieven en verontreinigingen	1. Ongebalanceerd dieet
2. Milieuproblemen	2. Microbiële verontreinigingen
3. Ongebalanceerd dieet	3. Natuurlijke gifstoffen
4. Natuurlijke gifstoffen	4. Milieuproblemen
5. Microbiële verontreinigingen	5. Voedseladditieven en verontreinigingen

#### 4.2.3 Fertiliteit

De volksgezondheidsrisico's verbonden aan de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen en residuen daarvan in voedsel zijn verwaarloosbaar. Toch wordt het publiek regelmatig geattendeerd op mogelijke nieuwe problemen die te maken zouden hebben met de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in voedsel. Recentelijk is in toenemende mate aandacht besteed aan chemische stoffen met vermoede oestrogene werking. Het betreft dus stoffen die de menselijke fertiliteit kunnen aantasten. Van de vermeende oestrogene effecten van stoffen zoals bestrijdingsmiddelen staat de daling van de hoeveelheid en kwaliteit van sperma per ejaculaat en de veranderende jongens/meisjes ratio het meest in de belangstelling van pers, publiek en wetenschap.

De discussie rondom de vermeende daling van het spermagehalte is ingezet door Carlsen *et al.* die de vermeende afname van de hoeveelheid spermacellen per ejaculaat bij de mens in verband brachten met pseudo-oestrogenen in het milieu.<sup>17</sup> Safe en Olsen *et al.* echter hebben laten zien dat deze conclusie is gebaseerd op niet-valide statistisch onderzoek.<sup>18</sup>

Het RIVM heeft in een recente studie diverse publicaties betreffende spermakwaliteit doorgelicht waaronder de studie van Carlsen *et al.*<sup>19</sup> De studie van Carlsen *et al.* werd als volgt beoordeeld:

*'Summarizing, the paper by Carlsen and colleagues does not provide convincing evidence for the conclusion that sperm quantity has decreased over the past 50 years. There are several reasons for this conclusion:*

1. The relative scarcity of publications before 1970.
2. Large variation in the dataset due to differing population fertility, life-style

factors, duration of abstinence, ejaculation frequency, and the use of year of publication of the data instead of year of measurement.

3. Confounding with geographical differences, changed sexual habits and differing sperm analysis methodologies.

The observed trends in the sperm concentration ranges and ejaculate volume could not be judged as a consequence of inadequate or insufficient information.'

Van de 18 studies die in het RIVM rapport wetenschappelijk en statistisch worden doorgelicht voldoen er slechts 4 min of meer aan de gestelde epidemiologische criteria. In het RIVM rapport wordt de eindconclusie ten aanzien van alle onderzochte studies als volgt geformuleerd:

'... Analysis of the separate epidemiological studies showed that, although the results were presented as good evidence for either a decline or no change, also here bias and confounding invalidate the conclusions. \_

Therefore, the analysis of all articles revealed that the evidence to justify the conclusion that sperm quality or quantity has declined over the past decades is not convincing.'

Daling van de hoeveelheid sperma per ejaculaat is overigens moeilijk te onderzoeken vanwege het feit dat langdurig statistisch onderzoek bij de mens ontbreekt.<sup>20</sup> Voor fokstieren bestaan dergelijke gegevens wel. In een onderzoek van van Os *et al.* heeft men die gegevens nader geanalyseerd met als uitgangspunt dat stieren evenzeer als mensen zouden blootstaan aan hormoonverstorende stoffen, hoewel er verschillen bestaan tussen de spermatogenese van mannen en stieren.<sup>21</sup> De gegevens van 75,238 ejaculaten van 2314 stieren, die tussen 1977 en 1996 zijn verzameld, zijn bestudeerd. De data gaven geen enkele aanleiding om aan te nemen dat de spermakwaliteit en -kwantiteit gedurende twee decennia zouden zijn afgenomen.

Daarnaast is het zo dat in de natuur veel stoffen voorkomen die oestrogene werking vertonen en in ons voedselpakket aanwezig zijn. Dit zijn de zogenaamde fyto-oestrogenen. Fyto-oestrogenen zijn natuurlijke stoffen die de werking van endogene oestrogenen nabootsen. Sojabonen bijvoorbeeld bevatten veel fyto-oestrogenen.<sup>22</sup> Heden ten dage gebruiken bepaalde Afrikaanse stammen planten als anticonceptiemiddel. In China werd het gebruik van katoenzaadolie in verband gebracht met afnemende fertiliteit bij mannen.<sup>23</sup> Aziatische vrouwen met een soja-rijk dieet hebben over het algemeen een langere menstruatiecyclus. Bij dieren is de klaverziekte bij schapen een gevreesd endocrinologisch fenomeen veroorzaakt door fyto-oestrogenen in klaver. Schapen kunnen volkomen infertiel worden als gevolg van het eten van klaver.

De onderstaande tabel geeft aan welke oestrogene bronnen te identificeren zijn omgerekend naar het meest actieve metabooliet van endogene oorsprong (17 $\beta$ -oestra-diol).<sup>24</sup>

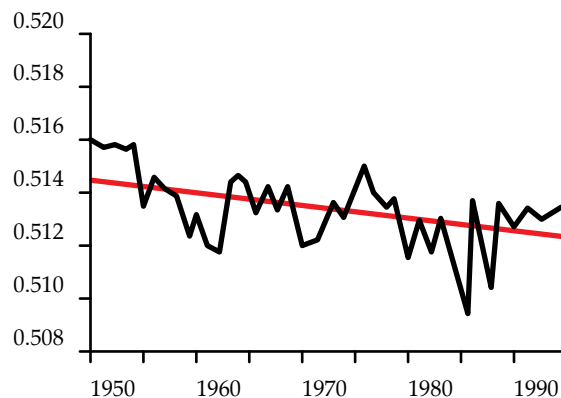
## Hoofdstuk 4

**Tabel 4.2.3.1 Oestrogene activiteit van diverse componenten omgerekend naar de activiteit van 17 $\beta$ -oestradiol**

Bron	Oestrogene equivalenten (mg/dag)
Exogene oestrogenen:	
Morning after pil	333.50
Anticonceptiepil	16.68
Post-menopauze therapie	3.35
Bioflavonoïden	0.10
Oestrogene milieucontaminanten	0.0000000025
Endogeen oestradiol:	
Vrouwen:	
Vroeg in de cyclus	0.081
Rondom ovulatie	0.445-0.945
Laat in de cyclus	0.27
Mannen	0.045

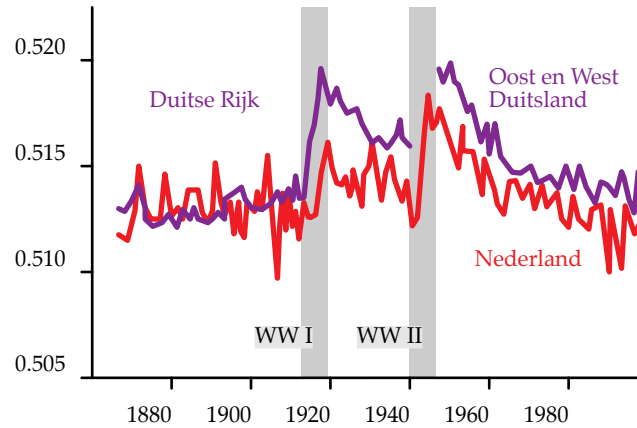
De oestrogene activiteit van milieucontaminanten waaronder bestrijdingsmiddelen is dus een factor 40 miljoen lager in vergelijking met de fyto-oestrogenen.

Het andere fenomeen dat in een aantal wetenschappelijke publicaties en de populaire pers gelieerd wordt aan de aanwezigheid van pseudo-oestrogene milieucontaminanten betreft de gesignaleerde dalende jongens/meisjes ratio.<sup>25</sup> In de regel worden er meer jongens dan meisjes geboren. Van de Pal *et al.* publiceerden in 1997 de volgende grafiek waaruit blijkt dat vanaf het midden van de 20ste eeuw de jongens/meisjes ratio dalende is.<sup>26</sup> Zij beschouwden deze daling als 'possibly indicative of new reproductive hazards ascribed to environmental oestrogens' zonder overigens een plausibel mechanisme te poneren:

**Figuur 4.2.3.1 Jongens/meisjes ratio naar van der Pal *et al.***

Het wetenschappelijk antwoord op deze publicatie liet niet lang op zich wachten en bleek vernietigend:<sup>27</sup>

**Figuur 4.2.3.2 Jongens/meisjes ratio naar van den Broek**



Van de Broek gebruikte een aanzienlijk grotere demografische dataset van zowel uit Nederland als Duitsland dan van der Pal *et al.* Uit bovenstaande figuur blijkt dan ook dat de door van der Pal *et al.* gesignaleerd dalende lijn slechts betrekking heeft op de sterk gestegen ratio als gevolg van de Tweede Wereld oorlog. Uit niets blijkt dat er enig effect waar te nemen is als gevolg van blootstelling aan pseudo-oestrogene milieucontaminanten. Van den Broek verwoordt het zo:

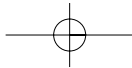
‘Analysis of a more complete set of data provided by the Netherlands National Bureau of Statistics (CBS), suggests that the supposed environmental-agents effect on human sex ratios is non-existent.’

De mogelijke gevolgen van een dergelijke belasting met synthetische pseudo-oestrogenen is in vergelijking met de belasting van natuurlijke oestrogenen volstrekt irrelevant. Het relatief belang van actuele problemen met voedsel kan het best aan de hand van de volgende tabel worden samengevat:<sup>28</sup>

**Tabel 4.2.3.2 Relatieve voedselrisicorangorde**

Voedselproblemen Rangorde	Relatief belang
1. Microbiële verontreinigingen	100,000
2. Ongebalanceerd dieet	100,000
3. (Milieu)contaminanten	100
4. Natuurlijke gifstoffen	100
5. Bestrijdingsmiddelen residuen	1
6. Voedsel toevoegingen	1

De WHO concludeert ten aanzien van deze problematiek dan ook terecht:<sup>29</sup>

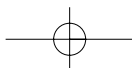


#### *Hoofdstuk 4*

---

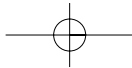
'... In summary, the pollution of water with potentially carcinogenic pesticides and organic chemicals may, in principle, pose a health hazard. According to available data, however, the level of exposure of the overall population of the Region does not seem to constitute a health risk, ....'

De toxicologische invalshoeken ten aanzien van de problematiek van bestrijdingsmiddelen en de volksgezondheid die hierboven zijn beschreven laten duidelijk zien dat de gezondheidsrisico's ten aanzien van de eventuele aanwezigheid in voedsel van bestrijdingsmiddelen en/of residuen daarvan verwaarloosbaar zijn.



## Referenties

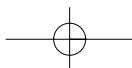
- 1 *Besluit van 2 april 1984, houdende wijziging van het Waterleidingbesluit* (Stb. 1960, 345), **1984**, Staatsblad Koninkrijk der Nederlanden 220, 's Gravenhage, Nederland.
- 2 Kroes, R.; Feron, V. J. *Voeding*. In: *Toxicologie, wat is giftig?*, Cahier Biowetenschappen en Maatschappij, **1988**, 12, 21-27.
- 3 NOAEL: 'no-observed-adverse-effect level'. Uit de NOAEL wordt de ADI bepaald: 'acceptable daily intake'. De ADI is de NOAEL gedeeld door 100.
- 4 Lombardo, P. *Pesticide residues in the United States diet*. In: *Monitoring Dietary Intakes*, McDonald, I. (ed.), **1991**, ILSI Monographs, Springer Verlag, Berlin.
- 5 Doll, R.; Peto, R. *J. Natl. Cancer Institute*, **1981**, 66, 1192-1308.
- 6 Achtergrondstraling en aantal uren zonlicht.
- 7 Chronische ontstekingen lijken een bijdrage te leveren aan de kankerincidentie. Het steeds meer bevestigde vermoeden is dat NO, een stof die wordt aangemaakt door witte bloedcellen ter bestrijding van ziekteverwekkers, daarin een rol speelt.
- 8 Een aantal additieven zoals vitamine C vertonen enige mate van beschermende werking tegen bepaalde vormen van kanker. Vandaar dat het interval van  $-5 - 2\%$  loopt.
- 9 Ames, B. N.; Gold, L. S. *FASEB J.* **1997**, 11, 1041-1052.
- 10 Zie noot 9.
- 11 Zie noot 9.
- 12 Ames, B. N.; Profet, M.; Gold, L. S. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **1990**, 87, 7782-7786.
- 13 Zie noot 12. Zie ook Gold, L. S.; Slone, T. H.; Ames, B. N. *Overview and update analyses of the carcinogenic potency database*. In: *Handbook of Carcinogenic Potency and Genotoxicity Databases*, Gold, L. S.; Zeiger, E. (eds.), Boca Raton, FL: CRC Press, 661-685; Gold, L. S.; Slone, T. H.; Manley, N. B. *et al.* *Carcinogenic potency database*. In: *Handbook of Carcinogenic Potency and Genotoxicity Databases*, Gold, L. S.; Zeiger, E. (eds.), Boca Raton, FL: CRC Press, 1-605.
- 14 Zie noot 9.
- 15 Zie noot 9.
- 16 Zie noot 2.
- 17 Carlsen, E.; Giwecman, A.; Keiding, N.; Skakkebaek, N. E. *Br. Med. J.* **1992**, 305, 609-613.
- 18 Safe, S. *Priorities*, **1994**, 6, 6-8; Safe, S. *Environ. Health Pers.* **1995**, 103 (4); Olsen, G. W.; Bodner, K. M.; Ramlow, J. M.; Ross, C. E.; Lipshultz, L. I. *Fertil. Steril.* **1995**, 63, 887-893.
- 19 Mees, M. M.; Cuijpers, C. E. J.; Piersma, A. H. *Is Sperm Quality Actually Declining? A Literature Survey*, **1997**, RIVM Report no. 650030.001. Nadruk van ons.
- 20 Alleen al om die reden is met de nodige scepsis gereageerd op het artikel van Carlsen en Skakkebaek.
- 21 Os, van, J. L.; Vries, de, M. J.; Daas, den, N. H.; Kaal Lansbergen, L. M. *J. Andrology* **1997**, 18 (6), 725-731.
- 22 Harborne, J. B.; *Flavonoid Pigments. Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites*, Rosenthal G. A.; Berenbaum, M. (eds.), **1991**.
- 23 Liu, S. B. *Shanghai Acta Medica*, **1957**, 6, 43.
- 24 Mennes, W.; Piersma, A. H. *Volksgezondheidsaspecten van "oestrogene stoffen" in het milieu*, **1996**, RIVM rapport no. 613320 001.
- 25 Møller, H. *Lancet*, **1996**, 348, 828-829. Van der Pal, K. M.; Verloove-Vanhorick, S. P.; Roeleveld, N. *Lancet*, **1997**, 349, 62.
- 26 Zie noot 25.
- 27 Broek, van den, J. M. *Lancet*, **1997**, 349, 804-805.

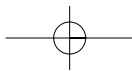


*Hoofdstuk 4*

---

- 28 Groten, J. P. *Adverse effects of food contaminants*. In: *Food Safety and Toxicity*, Vries, de, J. (ed.), **1988**, CRC Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo.
- 29 World Health Organization (WHO), European Centre for Environment and Health, *Concern for Europe's Tomorrow, Health and the Environment in the WHO European Region*, **1995**, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.





## 5 Ecologische Effecten

### 5.1 Inleiding

De kennis over schadelijke effecten van de huidige generatie bestrijdingsmiddelen op flora en fauna en de eventuele ecologische (lange termijn) consequenties daarvan is zeer gebrekkig. Dit heeft mede te maken met het feit dat vele vormen van menselijke beïnvloeding van de natuur en het milieu tegelijkertijd aan de orde zijn. Bij de milieuaspecten geven met name verontreiniging van het oppervlaktewater en grondwater aanleiding tot een grote maatschappelijke bezorgdheid.

Het huidige totaalbeeld van de belasting van het Nederlandse milieu met bestrijdingsmiddelen is echter nog zeer onvolledig en fragmentarisch. Dit geldt zowel voor de aard en omvang van de emissie naar het milieu, als het vóórkomen van bestrijdingsmiddelen in de verschillende milieucompartmenten.

Van de effecten van bestrijdingsmiddelen op de flora en fauna is uit praktijk weinig bekend. De effecten van bestrijdingsmiddelen op natuur en milieu lijken in het geheel van effecten voorsnog relatief gering te zijn. Dit komt onder andere voort uit het historisch besef dat Nederland in feite al zeker 1000 jaar onderworpen is aan grootschalige menselijke beïnvloeding. Het uitselecteren van bepaalde effecten van menselijk handelen op de Nederlandse natuur lijkt voorsnog een buitengewoon lastige aangelegenheid.

### 5.2 Bestrijdingsmiddelen in het Milieu

#### 5.2.1 De atmosfeer: mist en regenwater

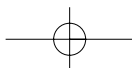
Vele bestrijdingsmiddelen zijn in diverse milieucompartmenten aangetoond. Metingen in mist en regenwater laten de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen zien in concentraties tot 0.1 µg/l met enkele uitschieters boven de 0.1 µg/l.<sup>1</sup>

Uit een studie in Zuid-Holland bleek dat de concentraties aan dichloorvos, parathion, en endosulfan in 1994 de laagste LC<sub>50</sub>-waarden uit experimenteel onderzoek overschreden en de neerslag dus acuut toxisch zou kunnen zijn voor diverse soorten aquatische organismen.<sup>2</sup> Voor sommige stoffen blijken de concentraties in regenwater niveaus te bereiken die ook in oppervlaktewater worden aangetroffen wat te verklaren is uit het feit dat de emissie naar lucht met een aandeel van 98% van het totaal van alle emissies naar het milieu ruimschoots de grootste is.<sup>3</sup>

Tas *et al.* Laten zien dat de 10 hoogst gemeten concentraties van bestrijdingsmiddelen in de atmosfeer (regen) variëren tussen de ruwweg 0.003 µg/l en de 12 µg/l.<sup>4</sup>

#### 5.2.2 Oppervlakte- en grondwater

Oppervlaktewater en grondwater zijn de meest onderzochte compartimenten vanwege het functionele aspect van drinkwaterbereiding. De hoogste concentraties aan bestrijdingsmiddelen zijn gevonden in regionale plassen en meren en kanalen. Rivieren laten over het algemeen lage concentraties zien van bestrijdingsmiddelen waarschijnlijk vanwege de hoge doorstroming en verdunningsgraad. De 10 hoogst gemeten gemiddelde concentraties van bestrijdingsmiddelen in het *oppervlaktewater* variëren tussen de ruwweg 2 µg/l en 8 µg/l.<sup>5</sup> Voor *grondwater* variëren de hoogst gemeten gemiddelde concentraties van bestrijdingsmiddelen tussen de 0.5 µg/l en 33 µg/l.<sup>6</sup>



## Hoofdstuk 5

### 5.2.3 Sediment en bodem

Voor bodem, sediment en gesuspendeerd materiaal zijn weinig gegevens bekend wat betreft vóórkomen en concentraties van bestrijdingsmiddelen. De betreffende meetprogramma's zijn hoofdzakelijk ingericht voor de oude in onbruik geraakte bestrijdingsmiddelen (DDT en de drins). De moderne bestrijdingsmiddelen worden nauwelijks bepaald. De 10 hoogst gemeten gemiddelde concentraties van bestrijdingsmiddelen in *sediment* variëren tussen de ruwweg 10 µg/l en 1300 µg /l.<sup>7</sup> De 10 hoogst gemeten *maximale* concentraties van bestrijdingsmiddelen in *bodem* variëren tussen de ruwweg 4 µg/l en 2400 µg /l.<sup>8</sup>

Ten aanzien van de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in het milieu concluderen Tas *et al.* dat er alleen voor de compartimenten oppervlakte- en grondwater er een redelijk dataset bestaat wat betreft het vóórkomen en de concentraties van bestrijdingsmiddelen. Wat betreft het grondwater is gebleken dat van alle gemeten stoffen slechts 2 onder de drinkwaternorm van 0.1 µg/l blijven. Of dat iets zegt over een volksgezondheid risico zal verderop aan bod komen.

## 5.3 Ecologische Consequenties

### 5.3.1 Algemeen

De effecten op natuur en milieu kunnen worden ingedeeld in directe, toxische effecten en meer indirecte effecten. Bij directe effecten moet gedacht worden aan effecten die in het laboratorium en in het veld relatief snel te onderkennen zijn. De meer indirecte effecten kunnen zeer verschillend van aard zijn en het zijn met name deze effecten die van het individuele niveau tot op het niveau van het complete ecosysteem door kunnen werken. Voorbeelden zijn de soortgrenzen-overschrijdende effecten op groepen van organismen, accumulatie in voedselketens en veranderingen in samenstelling van en verhouding binnen levensgemeenschappen. Voor het functioneren van ecosystemen zijn eventuele indirecte en lange termijn effecten van bestrijdingsmiddelen buiten het cultuurland (op (semi-)natuurlijke populaties) veel belangrijker dan de kortdurende directe effecten in het cultuurland.

### 5.3.2 Toxiciteit voor algen

Algen zijn erg gevoelig voor herbiciden. Toxiciteitsgegevens zijn beschikbaar uit het verplicht milieuonderzoek van het CTB.<sup>9</sup> De algenpopulatie in Nederland is echter omvangrijk in Nederland als gevolg van fosfaateutrofiëring. In een aantal gevallen kunnen bij ecosysteembeheersing zelfs bestrijdingsmiddelen worden gebruikt om de algenpopulatie te reduceren.<sup>10</sup> In die zin is de toxiciteit voor algen in Nederland weinig van belang. Waarneembare effecten op de algenpopulatie echter kunnen indicatief zijn voor de toxicologisch relevante aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen.

### 5.3.3 Toxiciteit voor kreeftachtigen

De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt vaak getoetst met de watervlooiëntoets, waarbij watervlooiën worden uitgezet en het aantal overlevenden per monsterpunt bepaald wordt. Het blijkt dat de overleving in oppervlaktewateren in glastuinbouwgebieden veel lager is dan in oppervlaktewateren in niet-glastuinbouwgebieden. De oorzaak wordt gezocht in de hogere concentraties gechloreerde koolwaterstoffen en organische fosforverbindingen.<sup>11</sup>

#### 5.3.4 Toxiciteit voor vissen

Van de grootste emissie van bestrijdingsmiddelen, die naar lucht gevolgd door de natte en droge depositie, alsmede de effecten hiervan, is nauwelijks iets bekend. Een eerste analyse van vluchtige middelen gaf aan dat de concentraties die gevonden waren acuut toxisch zouden moeten zijn voor aquatische organismen.<sup>12</sup> Vissterfte is meestal het gevolg van een lozing van insecticiden of fungiciden. Bekende stoffen waren endosulfan, dinoseb, de organofosfaat tolclofos en gechloteerde koolwaterstoffen als pentachloorfenol en endrin. Een groot aantal van deze giftige stoffen is van de markt gehaald maar toch komt er plaatselijk nog wel eens vissterfte voor. De verdenking gaat dan naar organische fosforverbindingen, synthetische pyrethroiden of carbamaten. Verder zijn veel subletale effecten bij vissen beschreven, met name van organische fosforverbindingen als parathion en malathion.<sup>13</sup>

#### 5.3.5 Toxiciteit voor bodemfauna

Uit onderzoek met platwormen, regenwormen, landslakken, springstaarten, kevers en roofmijten is bekend dat insecticiden maar ook fungiciden als carbamaten en verbindingen met zware metalen en herbiciden, met name dinitro-alkylfenolen, giftig zijn voor niet-doelorganismen.<sup>14</sup>

#### 5.3.6 Toxiciteit voor insecten

Over de effecten van bestrijdingsmiddelen op wilde insectenpopulaties is niet veel bekend. Uit laboratoriumonderzoek blijkt dat organofosfaten al bij enkele nanogrammen per kubieke meter ( $\text{ng}/\text{m}^3$ ) de dood van vliegen kunnen teweerkstellen terwijl kevers pas reageren bij enkele milligrammen per dier. Veldgegevens zijn alleen bekend van vlinders.<sup>15</sup>

#### 5.3.7 Toxiciteit voor amfibieën en reptielen

Amfibieën en reptielen vallen helemaal buiten het aandachtsgebied en zijn niet opgenomen in het verplicht milieuonderzoek van het CTB. Deze diergroepen zijn over het algemeen gevoeliger dan slakken, schelpdieren, bootsmannetjes en vissen voor het desinfecterende middel formaline. Ook zijn ze gevoeliger dan bijvoorbeeld vogels voor carbamaten, organische fosforverbindingen en oude middelen als strychnine en DDT. Effecten van organofosfaten zijn de vertraagde eiontwikkeling, lichamelijke afwijkingen, gedragsverandering, vertraagde zwemsnelheid en verkleuring bij amfibieën.<sup>16</sup>

#### 5.3.8 Toxiciteit voor vogels

De effecten op vogels staan al lang in de belangstelling. Door het gebruik van persistente gechloteerde koolwaterstoffen zoals DDT, dieldrin en aldrin ging de vogelstand in de zestiger jaren sterk achteruit. De schade was het grootst bij vogels aan de top van de voedselpiramide, zoals roofvogels.<sup>17</sup>

Na het verbod op DDT en drins is de roofvogelstand weer hersteld en de vergiftigingen die zich hedentendage zijn toe te schrijven aan incidenten, waarschijnlijk opzettelijke toediening van middelen als fosforverbindingen en carbamaten. Massale vogelsterfte is niet echt meer aan de orde en wordt ook niet verwacht bij normaal gebruik van toegelaten middelen. Er kunnen echter wel effecten optreden die minder duidelijk zichtbaar zijn, zoals de conditie van de vogels, het broedsucces en het dunner worden van de

## Hoofdstuk 5

eischalen. Dit laatste fenomeen is bijvoorbeeld waargenomen na blootstelling aan de gechloreerde koolwaterstof dicofol.<sup>18</sup>

Een manco bij het onderzoek naar de effecten van bestrijdingsmiddelen is in de eerste plaats het feit dat kleinere vogels bijna nooit voor onderzoek worden aangeboden terwijl uit onderzoek in andere landen blijkt dat de sterfte onder kleinere vogels bij normaal gebruik van bestrijdingsmiddelen, als organofosfaten en carbamaten, op kan treden. Een tweede manco is dat alleen sterftegevallen geregistreerd worden en er weinig informatie is over subletale effecten na langdurige blootstelling.<sup>19</sup>

### 5.3.9 Toxiciteit voor ecosystemen

Op ecosysteemniveau zijn enkel wat acute effecten onderzocht. De schaarse ecologische onderzoeksgegevens duiden op ingrijpende effecten van bestrijdingsmiddelen op de biodiversiteit van aquatische ecosystemen. Zo was er massale vissterfte in het Rijnwater als gevolg van vervuiling met het middel endosulfan in 1967 door een ongeval op de productielocatie bij Hoechst en waren er eveneens gevallen van vissterfte door endosulfan in Nederland in de jaren 80 en zouden sommige wateren in Zuid-Holland zelfs acuut dodelijk voor watervlooiën zijn.<sup>20</sup>

De effecten op langere termijn zijn veel moeilijker in te schatten. Hydrobiologisch onderzoek wijst uit dat in gebieden waar veel bestrijdingsmiddelen in het oppervlakte water voorkomen verschillende soorten waterorganismen ontbreken of slechts weinig worden gevonden. Dit in tegenstelling tot schone wateren in deze gebieden, waar deze soorten nog wel voorkomen.<sup>21</sup> Als gevolg van het verschil in gevoeligheid tussen soorten kunnen in ieder geval verschuivingen in de soortensamenstelling optreden. Deze effecten zijn echter moeilijk te onderscheiden van effecten veroorzaakt door andere stoffen.<sup>22</sup>

De achteruitgang van vlinders is een van de klassiek aangehaalde voorbeelden van mogelijk indirecte gevolgen van bestrijdingsmiddelen. In dit geval betreft het herbiciden. Herbicide gebruik is echter niet het enige dat effect heeft op de vlinderstand. Veranderende landschappen, verstedelijking etc. spelen daarin evenzeer een rol. Ook bemesting, intensief grondgebruik en bestrijding van rupsen met insecticiden kunnen effecten hebben op de vlinderstand.<sup>23</sup> Indirecte effecten kunnen in zijn algemeenheid ingrijpender en grootschaliger en moeilijker meetbaar zijn dan de directe effecten.

Een ander indirect effect is bio-accumulatie oftewel doorvergiftiging. Dit proces geeft het doorgeven en ophopen van bestrijdingsmiddelen aan in voedselketens, vooral bekend van slecht oplosbare en vetminnende stoffen met een lange afbraaktijd. Ten aanzien van de doorvergiftigingshypothese kan worden opgemerkt dat deze onwerkbaar wordt als zou blijken dat slechts één organisme in de voedselketen in staat is een geaccumuleerde toxische stof uit te scheiden.

Bestrijdingsmiddelen kunnen ook indirecte effecten veroorzaken zoals de verstoringen van relaties in de natuur omdat effecten op een organisme gevolgen kunnen hebben op andere organismen in het voedselweb. Hoewel voor individuele organismen toxiciteitsgegevens bekend zijn zegt dit nog weinig over de effecten die verwacht kunnen worden in de veldsituatie. Herstelmechanismen van ecosystemen worden bijvoorbeeld niet meegenomen in de beoordeling in hoeverre middelen wel of niet bruikbaar zijn.

Een van de telkens terugkerende facetten van de problematiek rond normstelling, is het grote gebrek aan kennis ter onderbouwing van de gestelde normen. Het Gezondheidsraadrapport *Ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen* stelde in 1988 al dat:<sup>24</sup>

'De kennis op het gebied van de effecten van toxische stoffen op levensgemeenschappen van planten en dieren is nog zeer beperkt. Toch wil de overheid reeds nu deze beperkte kennis zoveel mogelijk inzetten voor de bescherming van ecosystemen. ...'

Een van de aanbevelingen die de commissie dan ook heeft gedaan is dat:

'Voor een verantwoorde bescherming van ecosystemen tegen de risico's van toxische stoffen beveelt de commissie aan dat nader inzichtverwervend onderzoek verricht wordt op het gebied van structuur en functioneren van ecosystemen en de reacties van deze systemen op verstoringen door toxische stoffen, inclusief het optreden van herstel. ...

Een procedure voor risico-evaluatie van toxische stoffen op ecosystemen, ..., moet met kennis van zaken toegepast worden, voortdurend gevalideerd en geëvalueerd worden, en aangepast aan nieuwe inzichten. ...'

De *MILBOWA* constateert ten aanzien van de beschikbaarheid van toxiciteitsgegevens het volgende:<sup>25</sup>

'Bij de ecotoxicologische risico-evaluatie die ten behoeve van deze notitie is uitgevoerd is gebleken dat voor vele stoffen nauwelijks toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn. Voor het terrestrische ecosysteem is de situatie zeer problematisch, ook omdat er nog weinig gestandaardiseerde testen voorhanden zijn. ...'

Kennis omtrent het functioneren van ecosystemen is zeer beperkt. De effecten van bestrijdingsmiddelen op ecosystemen maakt onderdeel uit van een scala aan effecten zoals weer, klimaat, temperatuur, chemische samenstelling van de bodem, etc. In hoeverre de aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in bepaalde concentraties daadwerkelijk een overheersende invloed heeft op de gezondheid en het functioneren van ecosystemen is niet duidelijk. Het vereist op z'n minst een duidelijk beeld van het functioneren van ecosystemen. Dat beeld ontbreekt. Korte termijn effecten kunnen niet maatgevend zijn in de beoordeling van bestrijdingsmiddelen aangezien bestrijdingsmiddelen per definitie een biologisch effect hebben bij gebruik en daarvoor ook worden ingezet.

---

*Hoofdstuk 5*

---

**Referenties**

- 1 *Meerjarenplan Gewasbescherming*, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677, nrs. 3-4, **1991**. Ministerie van LNV, SDU-Uitgeverij, Den Haag.
- 2 Poorte, de, J.; Leeuwen, van, C. J. *H<sub>2</sub>O*, **1997**, 30 (6), 168-171.
- 3 Leeuwen, van, C. J.; Faasen, R.; *Milieu*, **1997/2**, 12, 69-79.
- 4 Tas, J. W.; Tibosch, H.; Linders, J. B. H. J. *Concentrations of agricultural pesticides in the environment*, **1996**, RIVM Report nr. 679101023. Het betreft de volgende 10 bestrijdingsmiddelen in een oplopende reeks (regen): methylisocyanat, 1,3-dichloropropeen, atrazine, dichlorvos, chloorthalonil, propachlor, dimethoat, chlorpropham, metoxuron, captan.
- 5 Zie noot 4. Het betreft de volgende 10 bestrijdingsmiddelen in een oplopende reeks (oppervlaktewater): heptenofos, cyanazin, dithiocarbamaten, mevinfos, carbendazim, MCPP, dichlorvos, parathion, metolachloor, MCPA.
- 6 Zie noot 4. Het betreft de volgende 10 bestrijdingsmiddelen in een oplopende reeks (grondwater): simazine, metolachloor, diuron, MCPA, dichlobenyl, MCPP, amitrol, 1,3-dichloropropeen, atrazine, bentazon.
- 7 Zie noot 4. Het betreft de volgende 10 bestrijdingsmiddelen in een oplopende reeks (sediment): fenvaleraat, prochloraz, pirimicarb, diuron, fenbutatinoxide, cyhexatin, triphenyltin, lindaan, organotin.
- 8 Zie noot 4. Het betreft de volgende 10 bestrijdingsmiddelen in een oplopende reeks (bodem): terbutryn, simazine, pirimifos, chloorfenvinfos, fenpropimorf, parathion, atrazine, 1,3-dichloropropeen.
- 9 Rijn, van, J. P.; Straalen, van, N. M.; Willems, J. *Handboek bestrijdingsmiddelen. Gebruik en milieu-effecten*, **1995**, VU Uitgeverij, Amsterdam.
- 10 Shapiro, J. *The need for more biology in lake restoration*. Lake restoration: Proceedings of a national conference, Augustus 22-24, **1978**, Minneapolis. EPA 440/5-79-001. Zie verder Hanekamp, J. C. *Fosfaat in Nederland: een Nutriënt in Surplus*, stichting HAN, **1998**.
- 11 Zie noot 9.
- 12 Zie noot 3.
- 13 Zie noot 9.
- 14 Zie noot 9.
- 15 Zie noot 9.
- 16 Zie noot 9.
- 17 Zie noot 9.
- 18 Zie noot 9.
- 19 Zie noot 9.
- 20 Teunissen-Ordelman, H. G. K.; Schrap, S. M. *Watersysteemverkenningen 1996*.
- 21 Zie noot 20.
- 22 Zie noot 20.
- 23 Zie noot 9.
- 24 *Ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen*, **1988**, Gezondheidsraad, rapportnummer 28.
- 25 *Notitie Milieukwaliteitsdoelstellingen Bodem en Water (MILBOWA)*, Ministerie van VROM, 21 990, **1990-1991**.

## 6 Een Risico-evaluatie

### 6.1 Inleiding

Chemische gewasbescherming en chemische bestrijdingsmiddelen vormen steeds weer een punt van discussie. Hierbij worden vele argumenten vóór en tegen het gebruik genoemd, al dan niet onderbouwd. Een eenduidige standpuntbepaling vóór of tegen zou tekort doen aan beide zijden van de medaille. Belangrijker dan een keuze vóór of tegen is een probleembenadering van de verschillende zijden en de onderbouwde argumenten te scheiden van loze kreten.

Verder is het van belang te weten dat elke keuze een risico met zich meebrengt. Dat geldt op elk gebied van menselijk handelen. Zo zijn aan het *gebruik* van bestrijdingsmiddelen risico's verbonden. Deze risico's hebben betrekking op het leefmilieu van de mens en de natuur. Ook aan het *niet gebruiken* van bestrijdingsmiddelen zitten echter risico's verbonden. Risico's kunnen betrekking hebben op verstoring van (agro-)ecosystemen door insectenvraat, schimmelinfecties, etc., op de volksgezondheid, op productkwaliteit en -kwantiteit etc. Telkens zal er een afweging gemaakt moeten worden waarin verschillende aspecten meegewogen worden om dan per landbouwsector, per product en per bestrijdingsmiddelmiddel tot een goede afweging te komen niet alleen over het wel dan niet gebruiken van chemische bestrijdingsmiddelen maar ook welke middelen, wanneer en in welke hoeveelheid. Op deze wijze zal optimaal aan alle belangen voldaan kunnen worden.

Vaststaand feit is op dit moment dat chemische gewasbescherming een essentieel onderdeel van de moderne landbouwmethoden is geworden. Enerzijds wordt dit door sommigen als een gegeven beschouwd vanwege de talloze voordelen die het met zich meebrengt. Anderzijds wordt dit door anderen aangeduid als een slechte zaak vanwege alle nadelen die hieraan verbonden zijn. In dit rapport is geprobeerd hier op een aantal fronten duidelijkheid te scheppen en alle voors en tegens, voor zover mogelijk, te belichten.

In dit afsluitende hoofdstuk zullen wij drie onderdelen bespreken die een risico-evaluatie kunnen verhelderen:

- Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in humaan toxicologisch perspectief
- Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in ecologisch perspectief: normstelling en normonderbouwing.
- Het gebruik van bestrijdingsmiddelen in relatie tot de voedselvoorziening

### 6.2 Volksgezondheid

In hoofdstuk 4 is dit onderwerp besproken. Ons inziens kunnen wij kort zijn over de gezondheidsrisico's verbonden aan het gebruik van bestrijdingsmiddelen. De volksgezondheidsrisico's als gevolg van de belasting met bestrijdingsmiddelen en residuen daarvan in voedsel en in drinkwater zijn irrelevant. Dagelijks worden mensen via het dieet met ongeveer 0.09 mg synthetische bestrijdingsmiddelen belast.<sup>1</sup> Gemiddeld worden mensen dagelijks belast met tussen de 5000 en 10,000 verschillende natuurlijke bestrijdingsmiddelen en residuen; dat staat ongeveer gelijk met 1500 mg natuurlijke bestrijdingsmiddelen per persoon per dag. Deze hoeveelheid ligt minstens een factor

## Hoofdstuk 6

---

10,000 hoger in vergelijking met de dagelijkse belasting met synthetische bestrijdingsmiddelen.

Ten aanzien van de volksgezondheid is het gebruik van DDT een interessante geschiedenis. DDT staat in de publieke opinie model voor 'alles wat slecht' is aan bestrijdingsmiddelen. Het is echter zo dat DDT verantwoordelijk is voor de permanente verdwijning van malaria in de VS en grote delen van Europa. Malaria is een infectieziekte die door muskieten wordt verspreid. DDT bleek een zeer effectief middel te zijn tegen muskieten zodat de verspreiding van malaria beperkt of zelfs verhinderd kon worden. De World Health Organization (WHO) besloot daarom tot een wereldwijde campagne tegen malaria met behulp van DDT met initieel groot succes. De National Academy of Sciences van de VS oordeelde over de campagne tegen malaria met behulp van DDT in de volgende bewoording:<sup>2</sup>

'In little more than two decades DDT has prevented 500 million deaths due to malaria, that would otherwise have been inevitable.'

Of een dergelijk getal correct is, is moeilijk na te gaan. Het is echter volstrekt helder dat in een groot aantal gebieden in de wereld malaria tot het verleden behoort. En als zodanig heeft het gebruik van DDT rechtstreeks bijgedragen aan de volksgezondheid en de kwaliteit van leven in de wereld. Dat daarbij helaas ecologische schade is aangericht bleek later uit wetenschappelijk onderzoek.

Daarnaast kent het gebruik van bestrijdingsmiddelen in zijn algemeenheid een indirect volksgezondheidvoordeel. Het eten van groente en fruit wordt geassocieerd, blijkens een toenemend aantal epidemiologische, toxicologische en farmacologische studies, met een verminderd risico op een aantal vormen van kanker.<sup>3</sup> De grotere beschikbaarheid van groente en fruit voor alle lagen van de (wereld)bevolking zal op de lange duur de volksgezondheid bevorderen. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen heeft een grote bijdrage geleverd aan de grotere beschikbaarheid van goedkope groente en fruit.<sup>4</sup> De risico's (hoofdzakelijk van theoretische aard) van restanten bestrijdingsmiddelen in voedsel weegt in geen geval op tegen de voordelen van de consumptie van groente en fruit geteeld met gebruik van bestrijdingsmiddelen.

De gezondheidsvoordelen van het consumeren van groente en fruit is recentelijk bevestigd door een studie van de Landbouwniversiteit Wageningen.<sup>5</sup> Het rapport 'Fruit and Vegetables in chronic disease prevention' is een uitgebreide compilatie van onder andere epidemiologische onderzoeksgegevens. Het rapport stelt op basis van vele datasets de volgende risicoreductiepercentages vast bij een 'hoge' versus een 'lage' consumptie van groente en fruit:

**Tabel 6.2.1 Kankerrisicoreductiepercentages als gevolg van een 'hoge' groente en fruit consumptie volgens Klerk et al.**

Soort kanker	Risicoreductie
Long	35-55%
Colon/rectum	25-45%
Maag	40-50%
Slokdarm	40-55%
Keelholte	45-55%
Blaas	25-50%
Nier	15-25%
Borst	5-30%
Baarmoederslijmvlies	5-50%
Baarmoederhals	10-20%
Prostaat	0-25%
Alvleesklier	25-55%

Een hoge consumptie van groente en fruit veroorzaakt niet alleen een daling in de kankerincidentie. Indien de Nederlandse bevolking in voldoende mate groente en fruit zou consumeren zou dit leiden tot een forse daling van het aantal gevallen van kanker en hart- en vaatziekten Dit gegeven is vertaald in termen van een drietal preventiescenario's:<sup>6</sup>

**Tabel 6.2.2 Preventief effect van een hoge consumptie van groente en fruit ten aanzien van kanker en cardio-vasculaire ziekten volgens Klerk et al.**

Scenario's	Totale kanker-incidentie	Kankerpreventie	Totale CV mortaliteit	CV bescherming
I		12,221		8,100
II	63,653	17,377	52,323	11,427
III		4,646		3,055

De drie scenario's worden respectievelijk omschreven als 'beste schatting' (I), 'optimistische schatting' (II) en 'conservatieve schatting' (III). Ten aanzien van kanker bijvoorbeeld blijkt dat bij een voldoende groente en fruit consumptie de daling van het aantal gevallen van kanker (op jaarbasis) ligt tussen de 4644 en 17377 op een jaarlijkse hoeveelheid van 63653 nieuwe gevallen van kanker.

De gezondheidseffecten als gevolg van een hoge consumptie van groente en fruit blijken dus overduidelijk uit bovenstaande tabel. Bestrijdingsmiddelen dragen dus indirect bij aan de volksgezondheid door de kosten van de productie en aanschaf van groente en fruit laag te houden.

### 6.3 Ecologie

De ecologische consequenties van het gebruik van bestrijdingsmiddelen zijn van een andere orde in vergelijking met de volksgezondheidsrisico's. Het moge duidelijk zijn dat

## Hoofdstuk 6

aan het gebruik van bestrijdingsmiddelen bepaalde ecologische risico's zijn verbonden. Dat is inherent aan de biocide werking van gebruikte middelen. Vooral nog is de kennis omtrent het functioneren van gehele ecosystemen zeer beperkt en dus is het moeilijk de risico's voor ecosystemen goed te schatten.<sup>7</sup>

Bestrijdingsmiddelen worden doelbewust ingezet ter bescherming van het gewas. Volledige selectiviteit van middelen echter zal hoogstwaarschijnlijk nooit worden bereikt. Bestrijdingsmiddelen veroorzaken dus per definitie altijd ecologische schade. Daarmee is echter nog niets gezegd. Men zou er vanuit kunnen gaan dat schade tot op zekere hoogte toelaatbaar is indien er mogelijkheden zijn tot herstel van het aangetaste ecosysteem. Risico-evaluatiesystemen van bestrijdingsmiddelen behoren dus niet alleen de toxische effecten op doelsoort en niet-doelsoorten in beschouwing te nemen maar tevens de herstelmechanismen van de getroffen ecosystemen in kaart te brengen:<sup>8</sup>

'... For chemicals that are emitted at intervals and degrade quickly, one would like to base the ecological risk not only on the damage done, but also on the potential for ecological recovery following degradation of the substance. This is especially true for pesticides, which cause an unavoidable ecological effect, since no pesticide is 100% selective to the target organism. However, one might consider this damage acceptable if recovery is attained within a certain period.

A necessary, but not sufficient, condition for recovery of an ecosystem after perturbation by a toxicant is that the toxicant itself must disappear. ...

Although degradation of pesticides may be necessary for complete, i.e., ecological recovery, under some conditions it may not be sufficient. One would expect ecological recovery to lag behind disappearance of the chemical.

... In pesticide field studies, recovery in terms of convergence of treatment plots to control plots is often observed. ... Toxicity tests in the laboratory can give a good indication of effects to be expected in the field. This could imply that the impact of pesticides on the fauna of agricultural soils is usually not so radical as to completely overturn the soil community. Degradation of the chemical seems always to be followed by ecological recovery, although the latter will lag behind. One must, however, take into account that, even without pesticides, an agro-ecosystem is already subjected to great perturbations from cultivation, manuring, crop removal etc. The communities present are continuously subjected to factors selecting for recovery potential. This has reduced their diversity to a limited set of species. ...'

Van Straalen *et al.* laten zien dat ecosysteemherstel in het algemeen volgt op het verdwijnen van het gebruikte bestrijdingsmiddel daarbij aantekend dat agro-ecosystemen sowieso onder sterke invloed staan van allerlei factoren zoals bemesting, cultivering etc. In die zin lijkt de invloed van bestrijdingsmiddelen beperkt en omkeerbaar.

Vooralsnog zijn de ecotoxicologische methoden ter afleiding van normen allesbehalve toereikend.<sup>9</sup> Laboratoriumexperimenten geven echter wel een redelijke indicatie van de *toxische niveaus* waarboven organismen effecten vertonen. De ecologische gevolgen van het overschrijden van dergelijke niveaus blijft een moeilijk te onderzoeken fenomeen.<sup>10</sup> Een groot probleem is dat als er al veldgegevens bekend zijn deze gegevens vaak betrekking hebben op een enkele meting op een bepaalde plaats en er daarom ook moeilijk harde conclusies aan te verbinden zijn. Veldvalidatie is dan ook een belangrijk onderwerp in de projecten van veel onderzoeksinstanties. Hierbij zijn de effecten op

individuele parameters van belang maar nog veel belangrijker zijn de effecten op populaties en hele ecosystemen. Omdat gestandaardiseerde enkelsoortstoetsen voor veel chemicaliën de enige bron van toxiciteitsgegevens zijn, is het van belang een schatting te maken van de fouten die kunnen optreden als dergelijke gegevens naar de veldsituatie geëxtrapoleerd worden. Hierbij is de discussie of de veldpopulatie gevoeliger is voor een stof dan het individu.<sup>11</sup> Populatiemodellen suggereren dat twee vragen van wezenlijk belang zijn namelijk:

- Welke componenten van de levenscyclus worden het meest door de stof beïnvloed?
- Door welke factoren wordt de populatie in zijn natuurlijke milieu het meest beperkt?<sup>12</sup>

Dergelijke vragen behoeven grondig wetenschappelijk onderzoek om tot antwoorden te komen.

Dat normoverschrijding plaatsvindt in Nederland is duidelijk.<sup>13</sup> Reus en Faassen constateerden echter dat slechts 5% van de gebruikte stoffen in Nederland circa 95% van de milieuvervuiling veroorzaakt.<sup>14</sup> Dat houdt in dat het overgrote deel van de bestrijdingsmiddelen die zijn toegelaten in Nederland zonder problemen kunnen worden toegepast. Saneringsprioriteit is dan in wezen beperkt tot 5% van de toegelaten middelen.

Het feit dat veel middelen zich via de lucht en het regenwater verspreiden geeft aan dat er veel aandacht voor risicovolle middelen moet zijn omdat ze mogelijk snel buiten het gebied van toepassing te vinden zullen zijn. Wat wel in overweging wordt genomen is de gebiedsgerichte normstelling die er in feite op neer komt dat men de normen in landbouwgebieden (tijdelijk) naar boven toe bij wil stellen. Het idee hierachter is het gegeven dat direct na toepassing van het middel het middel, bijvoorbeeld in kavelsloten, tot boven de norm wordt aangetroffen maar omdat dit maar van tijdelijke aard is ('puntbelasting') treden er verder vaak geen langdurige ecologische effecten op. Het hanteren van de normale norm zou leiden tot een onwerkbaar situatie waarbij verschillende middelen in feite niet meer toegepast zouden kunnen worden. Voorwaarde hierbij is dan wel dat de overschrijding maar van korte duur is en dat de hoofdwaterlopen wel aan de normen blijven voldoen.

#### **6.4 Voedselproductieniveaus en Bestrijdingsmiddelen: Risico's Afwegen**

Is het gebruik van bestrijdingsmiddelen nuttig? Is het zinvol om ondanks de ecologische problematiek die aan gebruik verbonden is toch dergelijke middelen in te zetten bij gewasteelt? Ter illustratie het volgende:<sup>15</sup>

## Hoofdstuk 6

Tabel 6.4.1 Gewasopbrengsten met en zonder bestrijdingsmiddelen

Gewas	Potentieel pro- ductieniveau (1988-1990)	Met gewasbescherming (1988-1990)		Zonder gewasbescherming (1988-1990)	
	Milj. ton	Milj. ton	Percentage	Milj. ton	Percentage
Rijst	1,047.1	508.9	49	184.0	18
Tarwe	830.7	547.9	66	399.6	48
Gerst	243.5	171.9	71	128.8	53
Mais	728.6	448.8	62	294.6	40
Aardappel	464.4	272.6	59	122.6	26
Soja	152.0	102.7	68	63	41
Katoen	84,095	52,405	62	13,877	17
Koffie	9,841	5,902	60	3,004	31

Wat betreft voedselproductie is er een forse winst te behalen bij gebruik van bestrijdingsmiddelen wat betreft de oogstomvang. De oogstverliezen zonder gebruik van bestrijdingsmiddelen kunnen oplopen tot tientallen procenten en mogelijk fataal zijn voor de voedselvoorziening van de wereldbevolking. Hieraan gekoppeld zullen de prijzen voor voedsel omhoog gaan.

Het zeker stellen van oogsten, zowel kwalitatief als kwantitatief, is in hoge mate afhankelijk van het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Dat wordt misschien door sommigen beschouwd als een vorm van 'verslaving'; een noodzakelijk kwaad wellicht. Het is echter zo dat de beschikbaarheid van kwalitatief hoogwaardig voedsel voorziet in een primaire levensbehoefte is die in eerste instantie mogelijke beperkte ecologische schade ons inziens verre overstijgt. Dat is geen onderschatting van het ecologisch probleem. Het betreft hier een zo volledig mogelijke risico-afweging namelijk:

- De risico's verbonden aan de voedselproductie (en de daaraan gekoppelde volksgezondheidsproblematiek) versus mogelijke ecologische risico's

Behalve deze humane en economische aspecten spelen ook de fyto-sanitaire aspecten een belangrijke rol omdat zonder chemische middelen allerlei ziekten en plagen op zullen komen. Deze organismen kunnen verantwoordelijk zijn voor natuurlijke toxines in het voedsel die een aanzienlijk risico kunnen opleveren; zeker als men bedenkt dat de risico's van residuen van bestrijdingsmiddelen op voedsel verwaarloosbaar zijn.

Risico's zijn een integraal onderdeel van ons leven. Risico's zijn dus onvermijdelijk. Maar risico's zijn ook relatief. De mens wordt in zijn of haar leven omringd door talrijke typen risico's; de risico's van het gebruik van technologie is daar slechts een onderdeel van. Risico's verbonden aan technologie zijn hoofdzakelijk vertaald in termen van milieuschade: in dit geval ecologische schade bij gebruik van bestrijdingsmiddelen. Het blijft echter noodzakelijk om volledige risico-afwegingen te maken. De eenzijdigheid van de problematiekbenadering maakt dat de mogelijk negatieve gevolgen van een stringent milieubeleid niet in beeld worden gebracht. Het kan ertoe leiden dat de noodzakelijke prikkel ontbreekt om zich blijvend te bezinnen op nieuwe ontwikkelingen en

ideeën en het doen van het noodzakelijke onderzoek teneinde de veelvuldig voorkomende lacunes enigszins op te vullen.

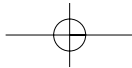
Wat belangrijk is om te realiseren is dat een reductie van een risico op een bepaald gebied meestal tot gevolg heeft dat ergens anders een of meerdere risico's toenemen. De afweging zal dus altijd moeten plaats vinden op een hoger niveau waarbij gekeken wordt of de reductie van risico's op een bepaald vlak opweegt tegen de toegenomen risico's op andere vlakken. Bij bestrijdingsmiddelen houdt dit bijvoorbeeld in dat de nevenwerkingen van bestrijdingsmiddelen afgewogen moeten worden tegen de economische en gezondheidsaspecten bij het niet gebruiken (hogere kosten door lagere opbrengst en toegenomen gevaar van natuurlijke toxines). Uit veel studies blijkt dat sommige middelen de milieunormen in grote of kleinere mate overschrijden. Het feit dat er desondanks (nog) geen rampzalige effecten op natuur en milieu gevonden zijn die duidelijk aan deze stoffen te wijten zouden zijn is een indicatie dat de draagkracht van het milieu groter is dan wel eens wordt verondersteld. Anderzijds kan het ook betekenen dat de modellen te voorzichtig zijn dan wel de veiligheidsfactoren te groot zijn, zoals al eerder beschreven. Samenvattend:

### **Belangrijkste conclusies**

- Vanwege de inherente biocide activiteit brengt het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen in zijn algemeenheid een zekere mate van risico met zich mee voor natuur en milieu.
- De gevolgen van de dagelijkse humane opname van bestrijdingsmiddelen en residuen daarvan in voedsel en drinkwater zijn in toxicologisch en volksgezondheidstechnisch opzicht verwaarloosbaar.
- Indirect levert het gebruik van bestrijdingsmiddelen een positieve bijdrage aan de volksgezondheid door de kostprijs van groente en fruit laag te houden. De consumptie van groente en fruit levert een substantiële positieve bijdrage aan de volksgezondheid in termen van verminderde hart- en vaatziekten en een lagere kankerincidentie.
- Het MTR als normeringsbasis voor bestrijdingsmiddelen behoeft een aanzienlijk solidere wetenschappelijke onderbouwing dan tot nu toe het geval is.

### **Ecosystemen**

- Het functioneren van ecosystemen als geheel is tot op heden nog nauwelijks in kaart gebracht. Ecosystemen, vooral agro-ecosystemen, ondervinden een scala aan invloeden. Het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is slechts één van de vele invloeden op de natuur en het milieu.
- De grootte van de ecologische risico's als gevolg van het inzetten van bestrijdingsmiddelen moet bezien worden in het geheel van de agrarische praktijk en het gebruik van Nederlands grondgebied in het algemeen.
- De ecologische effecten van bestrijdingsmiddelen zijn over het algemeen omkeerbaar gebleken.

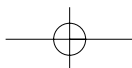


## *Hoofdstuk 6*

---

### **Toekomst**

- De tendens om steeds lagere -dan door de fabrikanten voorgeschreven- doseringen (systemische) bestrijdingsmiddelen toe te passen kan leiden tot een versnelde resistentieopbouw van de te bestrijden organismen.
- De voedselvoorziening kan gevaar lopen in afwezigheid van adequaat werkende moderne gewasbeschermingsmiddelen.



## Referenties

- 1 Ames, B. N.; Gold, L. S. *FASEB J.* **1997**, *11*, 1041-1052.
- 2 National Academy of Sciences U.S.A., *The Life Sciences: Recent progress and Application to Human Affairs, the World of Biological Research, Requirements for the Future, Committee on Research in the Life Sciences*, **1970**, Washington DC.
- 3 Zie noot 1.
- 4 Oerke, E-C.; Dehne, H-W.; Schönbeck, F.; Weber, A. *Crop production and crop protection. Estimated losses in major food and cash crops*, **1994**, Elsevier, Amsterdam, Lausanne, New York, Oxford, Shannon, Tokyo.
- 5 Klerk, M.; Jansen, M. C. J. F.; Veer, van 't, P.; Kok, F. J. *Fruits and Vegetables in chronic disease prevention*, **1998**, Division of Human Nutrition and Epidemiology, Wageningen Agricultural University, the Netherlands.
- 6 Zie noot 5.
- 7 *Ecotoxicologische risico-evaluatie van stoffen*, **1988**, Gezondheidsraad, rapportnummer 28.
- 8 Straalen, van, N. M.; Schobben, J. H. M.; Traas, T. P. *Pestic. Sci.* **1992**, *34*, 227-231.
- 9 Leeuwen, van, C. J.; Faasen, R.; *Milieu*, **1997/2**, *12*, 69-79.
- 10 Zie noot 7.
- 11 Straalen, van, N. M. *Milieu* **1988**, *2*, 40-45.
- 12 Zie noot 11.
- 13 Zie noot 9.
- 14 Reus, J. A. W. A.; Faasen, R. *Kilo's of milieubelasting? II Berekening van doelgerichte reductiepercentages voor bestrijdingsmiddelen*. **1995**, Utrecht: CLM en RIZA.
- 15 Zie noot 4.

## Appendix I: Afkortingen

### Instanties, Wetgeving en Overige Terminologie

ACT	Advies Centrum Toxicologie
AID	Algemene Inspectiedienst
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
Arbo-wet	Arbidsomstandigheden-wet
Bmb	Besluit milieutoelatingseisen bestrijdingsmiddelen
Bmw	Bestrijdingsmiddelenwet
CIW	Commissie Integraal Waterbeheer
CLM	Centrum voor Landbouw en Milieu
CML	Centrum voor Milieukunde Leiden
CPRO	Centrum voor Plantenveredelingsonderzoek
CTB	College/Commissie (voor de) Toelating (van) Bestrijdingsmiddelen
CUWVO	Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater
DLO	Dienst Landbouwkundig Onderzoek
EC	Europese Commissie
EG	Europese Gemeenschap
EPA	Environmental Protection Agency
EU	Europese Unie
HAN	(Stichting) Heidelberg Appeal Nederland
IBN	Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek
IGB	Inspectie Gezondheidsbescherming
ID	Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid
IFPRI	International Food Policy Research Institute
IMAG	Instituut voor Milieu- en Agritechniek
INS	Integrale Normstelling Stoffen
IPO	Instituut voor Plantenziektkundig Onderzoek
ISBEST	Informatiesysteem Bestrijdingsmiddelen
KUN	Katholieke Universiteit Nijmegen
LEI	Landbouweconomisch Instituut
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
LTO (Nederland)	Land- en Tuinbouworganisatie (Nederland)
LUW	Landbouwuniversiteit Wageningen
MCN	Milieucriteria-Notitie
MJP-G	Meerjarenplan Gewasbescherming
NAP	Noordzeeactieplan
Nefyto	Nederlandse stichting voor fytofarmacie
NMP	Nationaal Milieubeleidsplan
NW3/4	Derde/Vierde Nota Waterhuishouding
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OmR	Omgaan met Risico's, beleidsnotitie
PAGV	Stichting Proefstation voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond
PD	Planteziektkundige Dienst

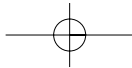
*Appendix I*

PESTLA	Pesticide Leaching and Accumulation, model
RAP	Rijnactieplan
RIKZ	Rijks Instituut voor Kust en Zee
RIVM	Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu(hygiëne)
RIWA	Samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven
RIZA	Rijks instituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling
RUL	Rijksuniversiteit Leiden
RWS	Rijkswaterstaat
SC	Staring Centrum
SNL	Structuurnota Landbouw
STOWA	Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
SZW	Sociale Zaken en Werkgelegenheid
TNO	Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
UU	Universiteit Utrecht
UvA	Universiteit van Amsterdam
VEWIN	Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland
VROM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu
VN	Verenigde Naties Verenigde Staten
VU	Vrije Universiteit
V&W	Verkeer en Waterstaat
VWS	Volksgezondheid, Welzijn en Sport
WNF	Wereld Natuur Fonds
WSV	Watersysteemverkenningen
WVC	Welzijn, Volksgezondheid en Cultuur
WVO	Wet Verontreiniging Oppervlaktewater
WWF	World Wildlife Fund

**Wetenschappelijke Termen**

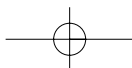
A&S	Methode van Aldenberg & Slob
ADI	Acceptable Daily Intake
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
BCF	Bioconcentreringsfactor: de concentratie van een milieuvreemde stof in een dier, plant of ander organisme, gedeeld door de concentratie in het water
Dm <sup>3</sup>	Kubieke decimeter (liter)
DNA	Desoxyribonucleic acid (genetisch materiaal)
DT <sub>50</sub>	Halfwaardetijd: degradatietijd waarbij 50% van de stof afgebroken is
EC	Effect concentratie: concentratie van een stof waarbij een effect van een bepaalde omvang optreedt op een vooraf bepaalde parameter
EC <sub>50</sub>	EC waarbij bij 50% van de toetsorganismen/populatie een effect optreedt
EP	Evenwichtpartitie
fMTR	Fractionele opvulling van het MTR: blootstelling/MTR

g	Gram
GAP	Good Agricultural Practice
ha	Hectare
HC <sub>5</sub>	Hazardous Concentration for 5% of the species
HC <sub>p</sub>	Hazardous Concentration for p% of the species
HC <sub>S</sub>	Hazardous Concentration for the most sensitive species
HI	Hazard Index
iMTR	indicatief Maximaal Toelaatbare Risico(niveau)
K	Adsorptiecoëfficiënt (bodem/water verdelingscoëfficiënt): factor die aangeeft hoe sterk een stof aan bodemdeeltjes wordt gebonden
K <sub>g</sub>	Kilogram
K <sub>oc</sub>	Adsorptiecoëfficiënt gerelateerd aan het gehalte organische koolstof in de bodem
K <sub>om</sub>	Adsorptiecoëfficiënt gerelateerd aan het gehalte organisch materiaal in de bodem
K <sub>ow</sub>	Octanol-watervedelingscoëfficiënt: factor die aangeeft hoe sterk een stof oplost in vet als indicator voor het bioaccumulerend vermogen
LC	Letale concentratie
LC <sub>50</sub>	LC van de werkzame stof waarbij 50% van de toetsorganismen/populatie wordt gedood (binnen een bepaalde tijd)
LD	Letale Dosis
LD <sub>50</sub>	LD van de werkzame stof waarbij 50% van de toetsorganismen/populatie wordt gedood (binnen een bepaalde tijd)
m <sup>3</sup>	Kubieke meter (1000 liter)
mg	Milligram: 0.001 gram
µg	Microgram: 0.000001 gram
MITC	Methyl isothiocyanaat
ml	Milliliter: 0.001 liter
µl	Microliter: 0.000001 liter
MTC	Maximum Tolerated Concentration
MTR	Maximaal Toelaatbare Risico(niveau): niveau waarbij het voortbestaan van 95% van de soorten binnen een ecosysteem volledig wordt gewaarborgd
MTR <sub>b</sub>	MTR voor het bodemcompartiment
MTR <sub>w</sub>	MTR voor het watercompartiment
NEC <sub>f</sub>	No Effect Concentration factor
ng	Nanogram: 0.000000001 gram
NOEC	No Observed Effect Concentration: de hoogste concentratie van een stof waarbij in een experiment geen zichtbaar effect optreedt bij een onderzocht organisme
NOAEL	No Observed Adverse Effect Level: de hoogste concentratie van een stof waarbij in een experiment geen (negatief) effect optreedt/ wordt waargenomen bij een onderzocht organisme
O <sub>2</sub>	Zuurstof
PADI	Provisional Acceptable Daily Intake

*Appendix I*

---

PAK (PAH)	Polycyclische Aromatische Koolwaterstof (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon)
PCB	Polychlorinated Biphenyl (Polychloorbifenyl)
PEC	Predicted Environmental Concentration
pH	Zuurgraad (in waterige oplossing)
PNEC	Predicted No Effect Concentration
ppm	Parts per million
QSAR	Quantitative Structure-Activity Relation: relatie met behulp waarvan op basis van de chemische structuur van de stof het effect wordt berekend. Bruikbaar voor stoffen met een non-specifieke werking
$R_f$	Retardatiefactor: de snelheid van een stof gedeeld door de stroomsnelheid van het water door een kolom
RfD	Reference dose
UF	Uncertainty Factor
VR	Verwaarloosbaar Risico(niveau) (MTR/100 werkzame stof(fen))



## Appendix II: Begrippenlijst

**Acaricide** (Ministerie van LNV, 1991): Middel gebruikt voor de bestrijding van mijten.

**Adaptatie** (Ministerie van LNV, 1991): Aanpassing van micro-organismen aan de toegediende bestrijdingsmiddelen, zodat deze versneld worden afgebroken.

**Aquatisch ecosysteem** (Gezondheidsraad, 1988): Systeem bestaande uit (groepen van) organismen en abiotische elementen in een bepaald (deel van een) water.

**Bestrijdingsmiddel** = Gewasbeschermingsmiddel = Pesticide (*Bestrijdingsmiddelenwet*, 1962).

**Bioaccumulatie** (Van Rijn *et al.*, 1995): Doorvergiftiging oftewel het doorgeven en ophopen van bestrijdingsmiddelen in voedselketens, vooral bekend van slecht oplosbare en vetminnende middelen met een lange afbraaktijd.

**Ecologische norm** (Gezondheidsraad, 1988): Algemene regel m.b.t. een ecologische grootte met een bepaalde mate van bindendheid, al dan niet mede in kwantitatieve termen uitgedrukt.

**Emissie** (Ministerie van LNV, 1991): Emissie is de uitstoot van bestrijdingsmiddelen uit een al of niet overdekt perceel cultuurgrond of een ander doelobject zoals een erf of bedrijfsgebouw naar de omgeving voor, tijdens en na de toepassing.

**Fungicide** (Ministerie van LNV, 1991): Middel gebruikt voor de bestrijding van schimmels.

**Geïntegreerde bestrijding** (*Bestrijdingsmiddelenwet*, 1962): Rationele toepassing van een combinatie van biologische, biotechnologische, chemische, mechanische en fysische bestrijding, teelt- of gewasverbeteringsmaatregelen, waarbij het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen wordt beperkt tot het strikte minimum dat noodzakelijk is om populaties van organismen onder de niveaus te houden waarbij in economisch opzicht onaanvaardbare schade of verliezen optreden.

**Gesloten teelt** (beschermde teelt; kasteelt) (Ministerie van LNV, 1991): Teelt van een gewas waarbij kunstmatig het klimaat en de vochtvoorziening kan worden geregeld.

**Gewasbescherming** (Ministerie van LNV, 1991): Het geheel van maatregelen, gericht op het beneden aanvaardbare grenzen houden of brengen van ziekten, plagen en andere schadelijke factoren bij de teelt van gewassen of het beheer van (andere) vegetaties.

**Gewasbeschermingsmiddel** = Bestrijdingsmiddel = Pesticide (*Bestrijdingsmiddelenwet*, 1962; Ministerie van LNV, 1991; van Rijn *et al.*, 1995): Werkzame stof of mengsel van één of meerdere werkzame stoffen, alsmede micro-organismen en virussen, bestemd om te worden gebruikt om:

- planten of plantaardige producten te beschermen tegen organismen of de werking daarvan te voorkomen
- levensprocessen van planten te beïnvloeden, voor zover niet zijnde meststoffen in de zin van de Meststoffenwet 1947 of van de Meststoffenwet
- plantaardige producten te bewaren
- ongewenste planten te doden
- delen van planten te vernietigen of een ongewenste groei van planten te remmen of te voorkomen

*Appendix II*

**Meststoffen** (middelen ter bevordering van de groei van planten) en **middelen ter bestrijding van dieren die ziekten kunnen veroorzaken bij mensen** vallen resp. onder de Meststoffen- en Geneesmiddelenwet (Van Rijn *et al.*, 1995).

**Good Agricultural Practice (GAP;** goed landbouwkundig gebruik) (Ministerie van LNV, 1991): Het nationaal aanbevolen of geregistreerde veilige gebruik van bestrijdingsmiddelen onder relevante omstandigheden tijdens het productieproces, opslag, distributie en verwerking van landbouwproducten om ziekten en plagen effectief en betrouwbaar te bestrijden.

**Groeieregulator** (Ministerie van LNV, 1991): Een middel dat aangrijpt op de groei en ontwikkeling van de gewassen.

**Grondontsmetting** (Ministerie van LNV, 1991): Het behandelen van de bodem volgens een fysisch proces (stomen) of met een chemisch bestrijdingsmiddel om de erin aanwezige schadelijke organismen te doden of ter vermindering en beperking van hun populatieniveau.

**Grondwater** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*): Water beneden het grondoppervlak, beperkt tot water beneden de grondwaterspiegel, niet zijnde een schijnspiegel.

**Herbicide** (Ministerie van LNV, 1991): Middel gebruikt voor de bestrijding van onkruiden.

**Indicator** (Gezondheidsraad, 1988): Eigenschap of object van een systeem welke informatie geeft over een aantal andere niet afzonderlijk beschouwde eigenschappen of objecten van dat systeem.

**Insecticide** (Ministerie van LNV, 1991): Middel gebruikt voor de bestrijding van insecten.

**Kruisresistentie** (Ministerie van LNV, 1991): Resistentie van een organisme tegen een bepaald bestrijdingsmiddel die tevens optreedt tegen andere, meestal verwante bestrijdingsmiddelen.

**Metabooliet** (Ministerie van LNV, 1991): Omzettingsproduct van een chemisch bestrijdingsmiddel.

**Milieu** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*): Water, bodem, lucht en wilde soorten van dieren en planten alsmede hun onderlinge relatie en hun relatie met levende organismen.

**Molluscicide** (Ministerie van LNV, 1991): Middel gebruikt ter bestrijding van slakken.

**Mycotoxine:** Door schimmels geproduceerd toxine.

**Nematicide** (Ministerie van LNV, 1991): Middel gebruikt ter bestrijding van aaltjes

**Niet-landbouwbestrijdingsmiddel** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*): Werkzame stof of mengsel van één of meerdere werkzame stoffen, alsmede micro-organismen en virussen, bestemd om te worden gebruikt bij:

het bestrijden of afweren van organismen welke schade kunnen aanbrengen aan plantaardige voortbrengselen, voor zover niet zijnde plantaardige producten (van planten afkomstige producten die geen of slechts een eenvoudige bewerking hebben ondergaan, zoals malen, drogen of persen, voor zover het geen planten zijn) of aan door de minister van VROM aangewezen voortbrengselen van dierlijke oorsprong het bestrijden of afweren van organismen in of op:

- gebouwen en andere opstallen, niet dienende tot verblijfplaats voor dieren of kweekplaatsen voor planten

- waterleidingbedrijven, zweminrichtingen en wateren waarin wordt gebaad en gezwommen, alsmede kampeerplaatsen, kampeerwagens en tenten
- vuilstortplaatsen;
- voer-, vaar- en vliegtuigen, niet zijnde transportmiddelen voor dieren
- materialen, apparaten en gebruiksvoorwerpen
- het bestrijden of afweren van dieren welke ziekten kunnen veroorzaken bij dan wel overbrengen op de mens, voor zover de Wet op de geneesmiddelenvoorziening niet van toepassing is
- het bestrijden of afweren van andere dieren dan bedoeld onder 3 ter voorkoming van overlast voor de mens

**Normdoelstelling** (Gezondheidsraad, 1988): Samenhangend geheel van normen met betrekking tot een systeem of categorie systemen.

**Nultolerantie** (Ministerie van LNV, 1991): De eis dat een bepaald organisme in geen geval in een gewas of product mag voorkomen.

**Onverzadigde Fase van de grond** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*): Deel van de grond boven de grondwaterspiegel, waarin de poriën zowel water als lucht bevatten.

**Open teelt** (Ministerie van LNV, 1991): Teelt van een gewas in de volle grond waarbij het klimaat niet kan worden beïnvloed.

**Perceel** (Ministerie van LNV, 1991): Een begrensd stuk cultuurgrond waarvan de grondwaterspiegel de ondergrens vormt. Deze wordt in het toelatingsbeleid geacht te liggen op 1 m beneden het maaiveld.

**Persistentie** (Ministerie van LNV, 1991): De verblijfsduur van een bestrijdingsmiddel in een bepaald milieucompartiment.

**Planten** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*): Levende planten en levende delen van planten met inbegrip van vers fruit en zaden.

**Residu** (Ministerie van LNV, 1991): Een stof die als reststof ten gevolge van het gebruik van een bestrijdingsmiddel in of op planten of producten van plantaardige oorsprong, producten van dierlijke oorsprong, of elders in het milieu aanwezig zijn, met inbegrip van de metabolieten en de producten die bij afbraak of de reactie worden gevormd.

**Resistentie** (Ministerie van LNV, 1991): Mate waarin een gewas niet vatbaar is voor een pathogeen; mate waarin een pathogeen niet meer door een bepaald bestrijdingsmiddel kan worden bestreden.

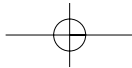
**Schadedrempel** (Ministerie van LNV, 1991): Populatie-dichtheid van een pathogeen, waarbij onaanvaardbare schade aan het gewas gaat optreden.

**Secundaire plaag** (Ministerie van LNV, 1991): Plaag welke pas optreedt nadat een gewas verzwakt is door een primaire plaag of abiotische factoren; organismen die uitgroeien tot een plaag na uitschakeling van de natuurlijke vijanden door toepassing van bestrijdingsmiddelen.

**Stof** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*): Chemisch element of verbinding daarvan, zoals dat of zoals deze in de natuur voorkomt of industrieel wordt vervaardigd, met inbegrip van verontreinigingen die onvermijdelijk bij het fabricageproces ontstaan.

**Substraatteelt** (Ministerie van LNV, 1991): Teeltsysteem waarbij grond vervangen is door een kunstmatig groeimedium (b.v. steenwol).

**Systeem** (Gezondheidsraad, 1988): Verzameling van objecten te zamen met relaties tussen de objecten en hun eigenschappen een samenhangend geheel vormend.

*Appendix II*

---

**Tolerantie** (Ministerie van LNV, 1991): Beperkte gevoeligheid van een gewas om door een pathogeen te worden aangetast.

**Toxiciteit** (giftigheid): Het vermogen van een chemische stof om een toxisch (schadelijk) effect te veroorzaken in een levend wezen bij een bepaalde concentratie.

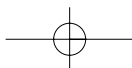
**Toxicologie**: Wetenschap die zich bezig houdt met de schadelijke werking van chemische stoffen in levende organismen.

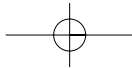
**Uitspoeling** (Brouwer; de Heer, 1992): Het verplaatsen van het middel vanuit de bouwvoor naar het grondwater in diepere lagen in de bodem.

**Verzadigde Fase van de grond** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*):

Deel van de grond waarin de poriën geheel gevuld zijn met water, inclusief de capillaire zoom.

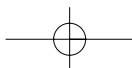
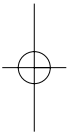
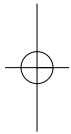
**Werkzame stof** (*Bestrijdingsmiddelenwet, 1962*; Ministerie van LNV, 1991): Stof of micro-organisme, met inbegrip van virussen, in een bestrijdingsmiddel met een algemene of specifieke biologische werking tegen organismen (**w.s.**).





## **Referenties**

1. Ministerie van LNV, **1991**. *Meerjarenplan Gewasbescherming*, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21677, nrs. 3-4. SDU-Uitgeverij, Den Haag.
2. Gezondheidsraad **1988**. *Ecologische Normen Waterbeheer. Keuze van de Parameters*. Tweede Deeladvies.
3. Rijn, van, J. P.; N. M.; Straalen, van, N. M.; Willems, J. *Handboek Bestrijdingsmiddelen. Gebruik & Milieu-effecten*, **1995**, Amsterdam: VU Uitgeverij.
4. Brouwer, W. W. M.; Heer, de, H. *Gewasbescherming*, **1992**, 23 (3): 66-73.



## Appendix III: Bestrijdingsmiddelennormen en Milieucompartimenten

Stof	Oppervlaktewater			Grondwa ter	Waterbodems (sediment)		
	Sw <sup>1</sup> (µg/l)	Gw <sup>2</sup> (µg/l)	MTR <sup>3</sup> (µg/l)		Sw (µg/l)	Sw (mg/kgds)	Gw (mg/kgds)
<i>1. Organochloor bestrijdingsmiddelen</i>							
Aldrin	—	—	0.018	d	0.0025	—	0.12
Dieldrin	0.00007	0.002	0.018	0.00002	0.0005	0.02	0.67
Endrin	—	—	0.003	d	0.001	0.04	0.0029
Drins-totaal	—	—	—	—	—	—	—
Chloordaan	—	—	0.0015	d	0.01	0.02	0.0024
DDT	—	—	0.00044	0.01	—	—	0.0094
DDE	—	—	0.00044	0.01	—	—	0.0015
DDD	—	—	0.00044	0.01	—	—	0.0018
DDT/DDE/DDD	—	—	—	d	0.0025	0.01	—
α-Endosulfan	—	—	0.0004	d	0.0025	—	0.000026
α-Endosulfan + sulfaat	—	0.01	—	d	—	0.01	—
α-HCH	—	—	2.5	d	0.0025	—	0.22
β-HCH	—	—	0.08	d	0.001	—	0.092
γ-HCH (lindaan)	0.0002	0.01	0.77	0.0002	0.00005	0.001	0.19
HCH-verbindingen	—	—	—	—	—	—	—
Heptachloor	—	—	0.00046	d	0.0025	—	0.00065
Heptachloorepoxide	—	—	0.00046	d	0.0025	—	0.00002
Heptachloor (som)	—	—	—	—	—	0.02	—
Hexachloor-butadiëen	—	0.12	—	d	—	—	—
Totaal	—	—	—	—	—	—	—
<i>2. Organofosfor bestrijdingsmiddelen</i>							
Azinfos-methyl	0.0007	0.02	0.085	0.0007	0.00006	0.0003	0.0059
Azinfos-ethyl	—	0.05	—	d	0.01	—	—
Chloorfenvinfos	—	—	0.0001	0.01	—	—	0.000002
Chloorpyrifos	—	—	0.0028	0.01	—	—	0.0011
Cholinesterase remming	—	0.5	—	—	—	—	—
Cumafos	—	0.002	—	d	—	—	—
Demeton	—	0.4	—	d	—	—	—
Diazinon	0.0009	0.03	0.087	0.0009	0.00007	0.002	0.007
Dichloorvos	—	0.002	—	d	—	—	—

*Bestrijdingsmiddelennormen en Milieucompartimenten*

Stof	Oppervlaktewater			Grondwa	Waterbodems (sediment)		
	<i>Sw</i> <sup>1</sup> ( $\mu\text{g/l}$ )	<i>Gw</i> <sup>2</sup> ( $\mu\text{g/l}$ )	<i>MTR</i> <sup>3</sup> ( $\mu\text{g/l}$ )	<i>Sw</i> ( $\mu\text{g/l}$ )	<i>Sw</i> ( $\text{mg/kgds}$ )	<i>Gw</i> ( $\text{mg/kgds}$ )	<i>MTR</i> ( $\text{mg/kgds}$ )
Dimetheoaat	—	—	2.9	d	—	—	0.001
Disulfoton	—	1.5	—	d	0.01	—	—
Ethoprofos	—	—	0.04	0.01	—	—	0.0001
Fenitrothion	—	0.05	—	d	0.01	—	—
Fention	—	0.02	0.0031	d	—	—	0.00035
Foxim	—	0.2	—	d	—	—	—
Heptenofos	—	—	0.02	0.01	—	—	—
Malathion	0.00004	0.004	0.0043	0.00004	0.00002	0.002	0.0017
Mevinfos	—	0.005	—	d	—	—	—
Oxydemethon-methyl	—	0.1	—	d	—	—	—
Parathion(-methyl)	—	0.2	0.024	d	—	—	—
Parathion(-ethyl)	0.00005	0.005	0.013	0.00005	0.00004	0.004	0.004
Parathion + parathion- methyl	—	—	—	d	0.01	—	—
Pyrazofos	—	0.003	—	d	—	—	—
Tolclofos-methyl	—	—	0.8	0.01	—	—	0.2
Triazofos	—	0.03	—	d	0.01	—	—
Trichloorfon	—	0.005	—	d	—	—	—
<b>3. Carbamaten/ dithiocarbamaten</b>							
Aldicarb	—	0.5	—	d	—	—	—
Benomyl	—	—	1.7	0.01	—	—	—
Carbaryl	—	—	—	0.01	—	—	—
Carbendazim	—	0.03	—	d	—	—	—
Carbofuran	—	—	0.015	0.01	—	—	0.000032
ETU	—	—	264	0.01	—	—	—
Maneb	—	1	—	d	—	—	—
Metham-natrium	—	0.01	—	d	—	—	—
Methomyl	—	—	0.19	0.01	—	—	—
Oxamil	—	0.5	—	d	—	—	—
Pirimicarb	—	—	0.019	0.01	—	—	—
Propoxur	—	—	40	0.01	—	—	—
Thiram	—	0.02	0.032	d	—	—	0.00079
Tri-allaat	—	—	0.11	0.01	—	—	—
Zineb	—	0.6	—	d	—	—	—

*Appendix III*

Stof	Oppervlaktewater			Grondwa ter	Waterbodems (sediment)		
	Sw <sup>1</sup> (µg/l)	Gw <sup>2</sup> (µg/l)	MTR <sup>3</sup> (µg/l)		Sw (µg/l)	Sw (mg/kgds)	Gw (mg/kgds)
<i>4. Organotin bestrijdingsmiddelen</i>							
TBTO	0.0001	0.01	0.003	0.0001	0.0001	0.0015	—
<i>5. Chloorphenoxy- carbonsuren</i>							
Bentazon	—	—	40	0.01	—	—	—
2,4 D	—	11	42	d	—	—	0.05
Dichloorprop	—	—	1300	d	—	—	4.1
Dinoseb	—	0.02	—	d	—	—	—
Dinoterb	—	—	0.0034	0.01	—	—	—
DNOC	—	0.3	21	d	—	—	—
MCPA	—	0.2	250	d	—	—	0.79
Mecoprop	—	0.1	170	d	—	—	—
2,4,5-T	—	—	243	d	—	—	—
<i>6. Triazines, pyridazinen, triazolen</i>							
Anilazine	—	—	0.09	0.01	—	—	—
Atrazine	0.0075	0.1	2.2	0.0075	0.00005	0.002	0.0052
Chloridazon	—	—	0.18	d	—	—	1.08
Cyanazine	—	—	1	0.01	—	—	—
Desmetryn	—	—	0.25	0.01	—	—	—
Metamitron	—	—	—	0.01	—	—	—
Simazine	—	0.4	0.1	d	—	—	—
Triadimefon	—	—	—	0.01	—	—	—
<i>7. Dinitro-anilines</i>							
Trifluralin	—	0.2	0.19	—	0.01	—	—
<i>8. Pyrethroiden</i>							
Bifenthrin	—	—	—	d	—	1.6	—
Cypermethrin	—	—	—	d	—	0.6	—
Deltamethrin	—	—	—	d	—	0.4	—
Permethrin	—	—	—	d	—	0.8	—

*Bestrijdingsmiddelennormen en Milieucompartimenten*

Stof	Oppervlaktewater			Grondwa	Waterbodems (sediment)		
	Sw <sup>1</sup> (µg/l)	Gw <sup>2</sup> (µg/l)	MTR <sup>3</sup> (µg/l)	ter Sw (µg/l)	Sw (mg/kgds)	Gw (mg/kgds)	MTR (mg/kgds)
<i>9. Aniliden</i>							
Propachloor	—	0.1	—	d	—	—	—
Metolachloor	—	—	2	0.01	—	—	—
Metazachloor	—	—	16.3	0.01	—	—	—
<i>10. Aromatische chlooraminen</i>							
Captafol	—	0.2	—	d	—	—	—
Captan	—	0.3	0.034	d	—	—	—
3,3-Dichloor-benzidine	—	0.2	—	0.01	—	—	—
<i>11. Ureum verbindingen</i>							
Diuron							
Isoproturon	—	—	0.35	0.01	—	—	—
Linuron	—	—	—	0.01	—	—	—
Methabenzthiazuron	—	0.1	—	d	—	—	—
Methobromuron	—	—	1.8	0.01	—	—	—
N,N-diethyl-3-methylbenzamide	—	—	4.0	0.01	—	—	—
	—	—	—	0.01	—	—	—

1. Streefwaarden
2. Grenswaarden
3. Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau