

# Het milieu in Europa: de tweede balans

## 6. Chemische stoffen

European Environment Agency



## 6. Chemische stoffen

De chemische industrie in West-Europa is sinds het Dobris-rapport verder gegroeid, waarbij de productie sinds 1993 sneller toeneemt dan het BBP. In de LMOE en de NOS is de productie sinds 1989 duidelijk gedaald, hetgeen in de lijn ligt van de daling van het BBP. Sinds 1993 heeft de productie zich in sommige landen echter weer deels hersteld. Het nettoresultaat is dat in heel Europa de stroom van chemische stoffen door de economie is toegenomen.

Gegevens over emissies zijn schaars. Wel is duidelijk dat chemische stoffen in alle submilieu's wijdverspreid voorkomen, inclusief in dierlijk en menselijk weefsel. De Europese inventaris van bestaande chemische stoffen bevat meer dan 100.000 chemische verbindingen. Vanwege het gebrek aan kennis over de concentraties waarin deze stoffen in het milieu voorkomen en over de beweging van deze stoffen door het milieu en de wijze waarop zij daar accumuleren om vervolgens op de mens en op andere levensvormen in te werken, bestaat er over de gevaren van veel van deze stoffen nog steeds onzekerheid.

Desalniettemin is er enige informatie beschikbaar, bijvoorbeeld over zware metalen en persistente organische verontreinigingen. Ofschoon de emissies van enkele van deze stoffen een dalende lijn vertonen, vormen de concentraties ervan in het milieu nog steeds reden tot bezorgdheid, vooral in enkele zwaar verontreinigde gebieden en "sinks" - gebieden waarin de stoffen uiteindelijk neerslaan - zoals de Noordelijke IJszee en de Oostzee. Hoewel de productie van een aantal bekende persistente organische verontreinigingen geleidelijk wordt beëindigd, worden veel andere nog steeds in grote hoeveelheden geproduceerd.

De laatste tijd is er bezorgdheid geuit over zogeheten "endocrine disrupting substances", ofwel stoffen die de werking van endocriene klieren verstoren, waartoe de persistente organische verontreinigingen en enkele organometaalverbindingen behoren. De bezorgdheid betreft vooral het feit dat deze stoffen mogelijk voortplantingsstoornissen bij in het wild levende dieren en bij de mens veroorzaken. Dergelijke effecten zijn bij mariene fauna waargenomen, maar er is tot nog toe onvoldoende bewijs om een oorzakelijk verband te leggen tussen deze stoffen en reproductieve stoornissen bij de mens, waarvan de oorzaken grotendeels onbekend zijn: veranderingen in levensstijl en het soort kleren dat men pleegt te dragen kunnen evengoed een rol spelen als chemische stoffen in het milieu.

Vanwege de moeilijkheden en kosten die zijn verbonden aan het beoordelen van de toxiciteit van het grote aantal in potentie gevaarlijke chemische stoffen, vooral die met mogelijke voortplantings- of neuro-toxicologische effecten, zijn enkele van de huidige bestrijdingsstrategieën - zoals die gekozen tijdens de OSPAR-Convention betreffende de bescherming van de Noordzee - gericht op vermindering van de door chemische stoffen veroorzaakte belasting van het milieu door het gebruik en emissie van deze stoffen te elimineren of te beperken. De Economische Commissie voor Europa zal naar verwachting in 1998 twee nieuwe protocollen afronden over emissies in de lucht van drie zware metalen en zestien persistente organische verontreinigingen. Deze protocollen vallen onder de werkingssfeer van het Verdrag betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand.

Sinds het *Dobris-rapport* zijn enkele nieuwe nationale en internationale initiatieven genomen tot vermindering van de mogelijke milieueffecten van chemische stoffen. Daartoe behoren onder meer de uitvoering van programma's voor vrijwillige reductie, heffingen op productie en gebruik van bepaalde chemische stoffen, en het toegankelijk maken voor het publiek van soortgelijke gegevens als die van de 'US Toxic Release Inventory'. In de EU gebeurt dit in het kader van de Richtlijn inzake geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging. Overal in Europa bestaan mogelijkheden voor een ruimere toepassing van dergelijke instrumenten.

### 6.1. Inleiding

Sinds het begin van de industriële revolutie is in laboratoria langs synthetische weg een groot aantal nieuwe chemische verbindingen gemaakt, die in sommige gevallen door de chemische industrie in zeer grote hoeveelheden worden geproduceerd. Daarvan worden er vele gebruikt voor de fabricage en bereiding van een breed scala van producten.

Het aantal chemische stoffen dat in gebruik is, is onbekend. In 1981 werd de industrie in de EU echter gevraagd om een inventarisatie te maken van de stoffen die op de markt zijn. De Europese inventaris van bestaande chemische handelsstoffen (EINECS) die daaruit voortvloeide, bevat 100.116 chemische verbindingen. Schattingen over het aantal daarvan dat op dit moment feitelijk verhandeld wordt, lopen uiteen van 20.000 tot 70.000 (Teknologi-Radet,

1996). Daarnaast worden elk jaar weer honderden nieuwe stoffen op de markt gebracht.

Een aanzienlijk aantal van de chemische stoffen die in gebruik zijn, komt terecht in miljoenen consumptie- en andere goederen, en van daaruit in het milieu. Van veel van die producten is ofwel bekend dat zij gevaarlijk zijn voor het milieu of de gezondheid van de mens, of bestaat het vermoeden dat zij dat zijn.

Sommige van de meer indrukwekkende gevaren die samenhangen met de fabricage en het gebruik van chemische stoffen, zoals explosies, branden en acute vergiftiging, zijn algemeen bekend (hoofdstuk 13). Hetzelfde geldt voor sommige problemen die in verband worden gebracht met de emissie van chemicaliën naar water (hoofdstukken 9 en 10), lucht (hoofdstukken 2, 3, 4, 5 en 12), bodem (hoofdstuk 11) en de verwijdering ervan (hoofdstuk 7). Van een beperkt aantal chemische stoffen is redelijk veel bekend over hun chronische (langetermijn-) effecten op de gezondheid van personen die in de verwerkende industrie werkzaam zijn en die van personen die enkele andere beroepen uitoefenen. Maar van de meeste stoffen is de kennis over de mogelijke effecten op mens en milieu en van de verspreiding van deze stoffen in het milieu, nog steeds beperkt.

Sinds de milieueffecten van chemische stoffen in de jaren zeventig voor het eerst tot ongerustheid onder het grote publiek leidden, zijn de onderwerpen waarnaar onderzoek wordt verricht en de wijze waarop beleidsmakers en de onderzoekswereld over de belangrijkste vraagstukken denken, op een aantal manieren veranderd. In tabel 6.1 wordt een overzicht gegeven van enkele van die veranderingen. Een van de belangrijkste verschillen ten opzichte van de jaren zeventig is de toegenomen aandacht voor consumptiegoederen, zoals voedingsmiddelen, die voor de meeste mensen de belangrijkste bron van blootstelling aan gevaarlijke stoffen vormen.

In dit hoofdstuk worden de belangrijkste vraagstukken van de jaren negentig behandeld, waarbij wordt getracht een antwoord te geven op de volgende vier hoofdvragen van dit rapport:

1. Welke trends kunnen worden waargenomen in de productie van chemische stoffen in Europa?
2. Hoe bewegen deze stoffen zich door het milieu en hoe accumuleren zij daar?
3. Wat zijn de effecten ervan op mens en milieu?
4. Hoe reageren beleidsmakers?

De reikwijdte van het hoofdstuk is groot, omdat zowel bronnen van chemische stoffen bij de fabrikant als bij de eindverbruiker eronder vallen. Twee groepen van gevaarlijke stoffen, te weten zware metalen en persistente organische verontreinigingen, zullen als voorbeeld dienen van de problemen die door dergelijke stoffen worden veroorzaakt en van de wijze waarop deze problemen zijn aangepakt.

**Tabel 6.1 Onderwerpen waarnaar onderzoek is verricht en hoe over vraagstukken die verband houden met chemische verontreiniging wordt gedacht: jaren zeventig - jaren negentig**

jaren zeventig	jaren negentig
een enkel medium (voornamelijk lucht en oppervlaktewater)	meerdere media (inclusief bodem, sediment en grondwater)
puntbronnen van verontreiniging, bijv. schoorstenen	diffuse bronnen, bijv. landbouw, producten, goederen

concentraties in de lucht	totale blootstelling via voedsel, lucht, water, bodem, producten
gezondheid op het werk	gezondheid van de consument, gezondheid van ecosystemen
in de eerste plaats aandacht voor lokale/regionale situatie	aandacht voor situatie op internationaal/mondiaal niveau
beperkte, niet gekwantificeerde economische schade	grote, kwantificeerbare economische schade
aanpak van alle effecten afzonderlijk, bijv. leukemie	aanpak van meerdere effecten tegelijk, bijv. voortplantingseffecten
aanpak van alle stoffen afzonderlijk	aanpak van meerdere stoffen tegelijk/mengsels
aanpak in het eindstation van producten	schone productie en geïntegreerde bestrijding van verontreiniging, LCA
etikettering en gebruiksinstructies	informereren van publiek over het vrijkomen van chemische stoffen en het transport ervan
productieprocessen	processen & producten
eenmaal verkocht is er geen bemoeienis meer met het product	productondersteuning
specifieke voorschriften	kaderwetgeving, heffingen, overeenkomsten op basis van vrijwilligheid, verantwoord gedrag, enz.

Bron: uitgebreide EMA-versie van tabel 3, blz. 248, in Van Leeuwen e.a. (1996).

## 6.2. Trends in productie

De wereldwijde productie van de chemische industrie is sinds 1945 enorm toegenomen, en bedroeg in 1995 meer dan 400 miljoen ton. De mondiale omzet werd in 1994 geschat op 1.540 miljard US-dollar, waarvan de helft in de Verenigde Staten, Japan en Duitsland werd gerealiseerd. Als regio is Europa met 38% van de mondiale omzet de grootste producent van chemische stoffen ter wereld (West-Europa is verantwoordelijk voor 33%), op de voeten gevolgd door de Aziatisch-Pacifische regio, inclusief Japan, die goed is voor 31% (ECE, 1997).

In 1996 exporteerde Europa voor een bedrag van 54,3 miljard ecu aan chemische stoffen, waarvan 19,5 miljard naar Azië, 5,7 miljard naar Japan, 14,3 miljard naar de Verenigde Staten, 5,9 miljard naar Latijns-Amerika en 8,9 miljard naar Oost-Europa. Daartegenover stond een import van chemische stoffen ter waarde van 22 miljard ecu (CEFIC, 1997). De groei van de chemische industrie heeft in het verleden steeds de groei van het BBP gevolgd. Sinds 1993 groeit de industrie echter sneller dan het BBP (fig. 6.1).

Een dergelijke groei heeft niet in de LMOE plaatsgevonden, die, in overeenstemming met een belangrijke daling van het BBP (tussen 1989 en 1995 met 35%), hun chemische productie aanzienlijk zagen afnemen. Sinds 1993 heeft de productie van chemische stoffen zich in verschillende van deze landen, zoals Bulgarije, Kroatië, Tsjechië, Estland, Hongarije, Polen en Slovenië, echter hersteld.

De belangrijkste klanten van de chemische industrie zijn behalve de chemische industrie zelf, andere verwerkende industrieën, met name de rubber- en plasticindustrie, de dienstensector en producenten van consumptiegoederen (figuur 6.2).

De twee belangrijkste drijvende krachten achter de groei van de chemische industrie, zijn de aanhoudende vraag naar nieuwe consumentenproducten, hetgeen nieuwe chemische stoffen met zich mee kan brengen, en de noodzaak om nieuwe toepassingen en markten voor de producten en bijproducten van de olie-industrie te vinden, hetgeen weer gestimuleerd wordt door de toenemende vraag naar brandstoffen. Zo produceert een typische olieraffinaderij die per jaar circa 2,5 miljoen ton olie verwerkt bijvoorbeeld jaarlijks duizenden kilo's aan bijproducten zoals benzeen, ethyleen en propyleen, die als basismateriaal voor de chemische industrie worden gebruikt (Friedlander, 1994). Op eenzelfde manier zijn chloor en cadmium, bijproducten van respectievelijk de productie van natriumhydroxide en zinkzuivering, belangrijke chemische grondstoffen voor secundaire industriële productie.

Vanwege de bijproducten die bij tal van productieprocessen in de chemische industrie ontstaan, is een bevredigende aanpak van de milieuproblemen die voortvloeien uit chemische productie alleen mogelijk via een volledig geïntegreerde evaluatie van effecten en maatregelen. Een voorbeeld: vermindering van het gebruik van het giftige cadmium in batterijen betekent dat voor cadmium, dat voornamelijk een bijproduct van zinkzuivering is, een andere markt moet worden gevonden; zo niet dan verandert het in afval. In beide gevallen kunnen de schadelijke milieueffecten groter zijn dan wanneer het cadmium in batterijen wordt gebruikt (Stigliani and Anderberg, 1994).

## 6.3 Zware metalen

De zware metalen die uit het oogpunt van volksgezondheid de grootste zorg baren, zijn cadmium, kwik en lood. Cadmium wordt zowel in verven en plastics als in

**Figuur 6.1 Productie van de chemische industrie en BBP in West-Europa**

Index  
BBP EU (index 1991=100)  
chemische productie (index 1990=100)

Bron: CEFIC, 1996

**Figuur 6.2 Afnemers van chemische stoffen, 1991**

```
graph TD; A[eindverbruik] --- B[diensten]; A --- C[landbouw]; B --- D[textiel en kleding]; B --- E[metalen, werktuigbouw en elektrotechniek]; C --- F[bouw]; D --- G[auto-industrie]; E --- H[papier]; E --- I[overige];
```

eindverbruik  
diensten  
landbouw  
textiel en kleding  
metalen, werktuigbouw en elektrotechniek  
bouw  
auto-industrie  
papier  
overige

Bron: CEFIC, 1996

batterijen gebruikt. Kwik wordt door tandartsen gebruikt alsmede in batterijen. De belangrijkste toepassing van lood is uit milieuoogpunt het gebruik ervan als antiklop middel in benzine. Alledrie zijn ze giftig voor de mens en kunnen ze bij de huidige achtergrondconcentraties schadelijke effecten veroorzaken. Hun potentiële schadelijke effecten kunnen als gevolg van bioaccumulatie nog worden vergroot.

### ***Emissies en concentraties***

In figuur 6.3 wordt voor 32 landen in Europa een schatting gegeven van de emissies in de lucht van enkele zware metalen zoals die in het verleden hebben plaatsgevonden alsook van vermoedelijke toekomstige emissies. Voor de emissiescenario's is ervan uitgegaan dat in toenemende mate gebruik wordt gemaakt van de best beschikbare technologie en dat wordt doorgegaan met het verwijderen van lood uit benzine. De huidige cadmium- en loodemissies liggen ongeveer 65% onder de piekniveaus van 1965.

Kwikemissies in de lucht zijn voornamelijk afkomstig van kolenverbranding, productieprocessen in de cement- en non-ferrometaalindustrie, en de verbranding van stedelijk afval. De producten in het stedelijk afval met het hoogste kwikgehalte zijn batterijen, tl-buizen, kwikthermometers en amalgaam afkomstig van tandartspraktijken (Umweltbundesamt en TNO, 1997). De totale kwikemissie in de lucht (afkomstig van de EMEP-regio als weergegeven in kaart 6.1) werd geschat op 462 ton in 1990, waarvan de helft afkomstig was van energieopwekking en 38% van industriële bronnen. Bronnen in West-Europa waren verantwoordelijk voor iets meer dan de helft van de totale emissies, de LMOE en de NOS elk voor ongeveer een kwart. De emissiepatronen corresponderen min of meer met de populatiedichtheid.

Figuur 6.4 geeft de reducties in de loodemissies die als gevolg van het toenemend gebruik van ongelode benzine hebben plaatsgevonden (zie paragraaf 4.6.2, kaart 4.7).

Zware metalen kunnen over nationale grenzen worden getransporteerd alvorens zij in de bodem, in zeesediment of in biota terecht komen. Kaart 6.2 toont het depositiepatroon van cadmium in Noord-Europa, zoals dat naar voren komt uit de biomonitoring van mossen. Cadmium komt wijdverspreid in het milieu voor en is hoofdzakelijk afkomstig van diffuse bronnen. Puntbronnen zijn over het algemeen minder belangrijk dan bij andere zware metalen. Cadmiumconcentraties vertonen van zuid naar noord een dalende tendens, met verhoogde concentraties in industriële gebieden (Rühling, 1994).

In de meeste Europese rivieren worden verhoogde concentraties van zware metalen aangetroffen. De gemiddelde cadmiumconcentraties waren tussen 1991 en 1993 in verontreinigde rivieren 50 keer zo hoog als in schone rivieren. De loodconcentraties waren 9 keer zo hoog, de chroomconcentraties 11 keer en de koperconcentraties 4 keer (tabel 6.2). In het algemeen zijn de concentraties sinds 1985 gedaald. De daling van cadmiumconcentraties in sommige rivieren is een gevolg van strengere regelgeving. De vermindering van de concentraties van andere metalen in een aantal rivieren wordt toegeschreven aan een betere afvalwaterbehandeling. Zelfs in de rivieren



**Figuur 6.3 Geschatte emissie in de lucht van enkele zware metalen in Europa, 1955-2010**

kiloton  
lood  
zink  
  
kiloton  
arseen  
cadmium

Bron: Pacyna, 1996

**Figuur 6.4 Reductie in loodemissie afkomstig van benzine, 1990-96**

Noorwegen  
Wit-Rusland  
Zweden\*  
Finland  
Denemarken\*  
Duitsland\*  
Nederland  
Slovenië  
Oekraïne  
Estland  
Zwitserland  
Georgië  
Verenigd Koninkrijk\*  
Litouwen  
Kroatië  
Bulgarije

Opmerking: \* Gegevens betreffen veranderingen tussen 1990 en 1995.

In Turkije is de loodemissie van voertuigen in de periode 1990-96 verdubbeld

Bron: Deens EPA, 1998

waar de situatie is verbeterd, zijn de concentraties nog steeds ongeveer vijf keer zo hoog als in een schone rivier. Omdat het moeilijk is een niveau aan te geven waaronder geen schadelijke effecten optreden, is onduidelijk of de gerealiseerde verbeteringen voldoende zijn voor het herstel van de aangetaste ecosystemen (OESO, 1996).

### **Effecten**

Een aantal mijnen, smeltovens en fabrieksinstallaties heeft lokaal een ernstige verontreiniging door zware metalen veroorzaakt. Zo hebben smeltovens die vijftig jaar geleden in de toenmalige Sovjet-Unie zijn gebouwd bijvoorbeeld industriële woestijnen veroorzaakt, gebieden binnen een straal van 15 km waar alle, of bijna alle, vegetatie is vernietigd. Tot op een afstand van 200 km van deze smeltovens worden in mossen verhoogde nikkel-, koper- en loodniveaus gevonden. En binnen een straal van 30 km rond de grote ertssmelterijen in de regio Moermansk, bevinden de concentraties van koper en nikkel in oppervlaktewater zich mogelijk ruim boven de voor de mens giftige niveaus, aangezien de ecosystemen van ten minste vijf waterlichamen in dit gebied volledig zijn vernietigd.

Schadelijke effecten op ecosystemen als gevolg van zware metalen worden gewoonlijk geconstateerd rond smeltovens, stortplaatsen voor mijnafval en op andere vormen van verontreinigde grond. Vaak is het echter moeilijk om vast te stellen of een effect het gevolg is van verzuring of van de depositie van zware metalen.

Er bestaat geen duidelijk bewijs voor grootschalige effecten van zware metalen op biosystemen. Op de helft

### **Kaart 6.1 Emissies in de lucht: kwik, 1990**

Emissies in de lucht: kwik  
1:30 000 000  
Emissie in ton, in EMEP-rastercellen van 50 x 50 km

Noordelijke IJzee  
Barentsz-zee  
Noorse zee  
Oostzee  
Noordzee  
Atlantische Oceaan  
Golf van Biscaje  
Middellandse Zee  
Tyrreense Zee  
Ionische Zee  
Zwarte Zee  
Kaspische Zee

Bron: Umweltbundesamt en TNO, 1997

van het Zweedse grondoppervlak is het gehalte van lood, cadmium en kwik in de humuslaag van bosbodems sinds het pre-industriële tijdperk echter met een factor tussen 3 en 10 gestegen; de concentraties vertonen van zuid naar noord een dalende tendens (Zweeds EPA, 1993).

Er zijn maar weinig monitoringactiviteiten die op grootschalige effecten van zware metalen op zoetwater- en kustwater-ecosystemen zijn gericht. Dat neemt niet weg dat er een nauw verband bestaat tussen het verzurings- en eutrofiëringsprobleem en de lozing van zware metalen in binnenwateren en kustgebieden.

**Kaart 6.2 Cadmium in mossen, begin jaren negentig**

Cadmium in mos  
1.30 000 000

Cd in µg/g  
meer dan 0,8  
minder dan 0,2  
onbepaald

Noordelijke IJszee  
Barentsz-zee  
Witte zee  
Noorse zee  
Botnische Golf  
Finse Golf  
Oostzee  
Noordzee  
Het Kanaal  
Atlantische Oceaan  
Keltische Zee  
Golf van Biscaje  
Straat van Gibraltar  
Middellandse Zee  
Golfe du Lion  
Ligurische Zee  
Tyrreense Zee  
Adriatische Zee  
Ionische Zee  
Zee van Kreta  
Egeïsche Zee  
Zwarte Zee

Bron: Rühling, 1994

## Chemische stoffen 115

Met een daling van de pH van 7 naar 4 neemt het weglekken van mangaan, cadmium en zink met ongeveer een factor tien toe (Zweeds EPA, 1993a). De beschikbaarheid van deze metalen voor waterorganismen en de sedimentatie ervan in het water, is afhankelijk van de mate van eutrofiëring.

Hoge concentraties van zware metalen kunnen de druk op biota doen toenemen en daarmee hun kwetsbaarheid voor infecties.

De kwikgehalten in vis zijn met name in Scandinavië hoger dan uit het oogpunt van volksgezondheid aanvaardbaar wordt geacht. Naar schatting bevindt zich in circa 40.000 Zweedse meren snoek waarin het kwikgehalte hoger is dan de streefwaarde voor de bescherming van de gezondheid van de consument, te weten, 0,5 mg/kg. Ondanks de enorme daling van de emissieniveaus in Zweden, nemen de kwikgehalten in vis er niet af, hetgeen waarschijnlijk een gevolg is van de aanvoer van kwik van elders en het lokaal weglekken van kwik (Zweeds EPA, 1993a).

Een goed gedocumenteerd effect van een toxische chemische stof op mariene ecosystemen, is het effect van tributyltin (TBT) op oesters en kinkhoorns. In de jaren tachtig kwam men tot de ontdekking dat oesters op diverse locaties groeiafwijkingen vertoonden, waaronder een verdikking van de schelp, en dat bij buikpotigen veel gevallen van imposex voorkwamen (de vorming van mannelijke geslachtsorganen in dieren van het vrouwelijk geslacht). Oesters en buikpotigen met deze symptomen bleken in de nabijheid van havens te leven en vertoonden een hoog gehalte aan tin in hun weefsel, afkomstig van aangroeiwerende scheepsverf. Een onderzoek naar de omvang en ernst van imposex als gevolg van TBT, liet wijdverbreide effecten langs de Britse kust zien (UK Environment Agency, 1996).

### **Conclusie**

De emissies van zware metalen nemen af. Dit is een rechtstreeks gevolg van de verwijdering van lood uit benzine, verbeteringen in afvalwaterbehandeling en vuilverbrandingsovens, de toepassing van schonere technologieën in de metaalindustrie en vermindering van het gebruik van cadmium en kwik in stationaire bronnen. Diffuse emissies van cadmium en kwik zijn echter moeilijker terug te dringen en blijven een probleem. Als de beschikbare technieken in alle landen werden toegepast, zou een aanzienlijke verdere verbetering kunnen worden bereikt. De effecten op mariene ecosystemen, de mogelijkheid van bioconcentratie en de hoge concentraties die in sommige gebieden worden gevonden, wijzen op de noodzaak om voortdurend aandacht te blijven besteden aan de mogelijke effecten van zware metalen op de gezondheid van de mens.

**Tabel 6.2 Gemiddelde waarden voor een aantal metalen in rivierwater, in µg/l, voor 1995**

	<u>Cadmium</u>	<u>Lood</u>	<u>Chroom</u>	<u>Koper</u>
Betrekkelijk schone rivieren				
Finland	0,03	0,1	0,5	0,7
Luxemburg	0,1	5,8	1,0	2,5
Zweden	0,01 - 0,02	0,3	-	1,5-1,9
Zwitserland	0,02 <sup>1</sup>	1,3 <sup>3</sup>	0,5 <sup>1</sup>	1,3 <sup>3</sup>

#### Betrekkelijk verontreinigde rivieren

Portugal	5,0 <sup>2</sup>	30 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	5,0 <sup>2</sup>
Spanje	1,3	14 <sup>1</sup>	5,0 <sup>1</sup>	5-10 <sup>1</sup>
Polen	0,2	3-9	7.8 <sup>1</sup>	4

1 Gegevens hebben betrekking op 1993. 2 Gegevens hebben betrekking op 1992. 3 Gegevens hebben betrekking op 1994. Bron: OESO, geactualiseerd in 1997

#### 6.4. Persistente organische verontreinigingen

Aangezien persistente organische verontreinigingen (POP's) (zie tabel 6.3) wijdverbreid toepassing vinden en door wind en oceaanstromingen alsook via biota ruim worden verspreid, worden zij overal ter wereld aangetroffen en kan accumulatie van deze stoffen in het weefsel van mens en dier plaatsvinden. Sommige van deze verontreinigende stoffen ontstaan als ongewenste bijproducten, waarvan de aanwezigheid moeilijk kan zijn vast te stellen en het uitvoeren van controle hierop kan derhalve lastig zijn. Andere worden doelbewust geproduceerd voor toepassingen als pesticiden of industriechemicaliën. Sommige POP's waarvan de productie en toepassing in Europa geleidelijk zijn beëindigd, worden in een aantal ontwikkelingslanden nog steeds geproduceerd en gebruikt. Deze stoffen kunnen zowel een gevaar vormen voor de biosfeer in de desbetreffende ontwikkelingslanden als voor Europa en het noordpoolgebied, die aan deze stoffen blootgesteld zouden kunnen worden via verhandelde goederen en mondiale verspreiding.

Inzicht in de grensoverschrijdende bewegingen over grote afstand van POP's en van hun accumulatie in het milieu vereist kennis van de regionale en mondiale klimaatverschillen die bijdragen aan "mondiale distillatie". De atmosferische concentraties van DDT en DDE, lindaan en andere pesticiden, bijvoorbeeld, zijn soms groter in gebieden waar deze stoffen weinig worden gebruikt dan in tropische landen waar zij uitgebreid toepassing vinden als bestrijdingsmiddel tegen plagen (Wania and McKay, 1996). Sommige gebieden kunnen afwisselend fungeren als verdwijnsplaats en bron van POP's. Zo vindt er in de Grote Meren van Noord-Amerika een seizoenmatige depositie en emissie van POP's plaats (CCEC, 1997), en mogelijk ook in de Oostzee.

#### *POP's in het mariene milieu*

Er zijn wereldwijd tal van voorbeelden van hoge concentraties van POP's in het mariene

**Tabel 6.3 Enkele persistente organische verontreinigingen**

Acroniem	Verbinding	Toepassing
PAK	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen	In ruwe olie - komen vrij bij onvolledige verbranding van brandstof en hout - houtconserveringsmiddelen op basis van creosoot - koolteer
PAC (Polycyclic Aromatic Compounds)	Polycyclische aromatische verbindingen	Heterocyclische aromatische verbindingen, verkregen uit PAK's (zoals nitro-, chloor- en broom-PAK's)
HAC (Halogenated Aliphatic Compounds)	Gehalogeneerde alifatische verbindingen	Vluchtige gehalogeneerde solvents, zoals tri- en tetrachloorethyleen en EDC-teer
CP (Chlorinated paraffins)	Gechloreerde paraffine	C10-C30-alkanen met 30-70% chloor
PCB	Polychloorbifenylen	Meer dan 200 verschillende stoffen. Isolatievloeistoffen in condensatoren en transformatoren, kabels, weekmakers, olieadditieven, verfadditieven, papier voor het maken van doorslagen, hydraulische olie
PBB	Polybroombifenylen Difenyloethers	Het elimineren van tussenproducten in de chemisch industrie. Gebromeerde brandvertragende middelen
PCN	Polycyaniden	Isolatievloeistoffen in condensatoren, brandvertragende middelen, olieadditieven, houtconserveringsmiddelen, pesticiden, ongewenste verbrandingsproducten
PCDE	Polychloordifenyloethers	Bijproducten van PCP, vervangingsmiddel voor PCB, additief voor pesticiden
PCS	Polychloorstyrenen	Bijproducten van chemische processen
PCT	Polychloorterfenylen	Vervangingsmiddel voor PCB
ACB	Alkylchloorbifenylen	Vervangingsmiddel voor PCB
PCP (Pentachlorophenol)	Pentachloorfenol	Fungicide, bactericide, houtconserveringsmiddel
	Chloorguajacolen	Bijproduct van het bleken van papierpulp
PCDD/F	Polychloordibenzodioxinen/ dibenzofuranen	Meer dan 200 stoffen. Onbedoelde bijproducten in diverse chemische processen, onzuiverheden in PCB-olie en in producten van chloorfenol (herbiciden op basis van fenoxo), verbrandingsproducten (verbrandingsovens), bleken van papierpulp
PAE (Phthalatic Acid Esters)	Ftalaatesters (ftalaten)	Weekmakers in polymeer (PVC), verfadditieven, vernissen, cosmetica, smeermiddelen
	Organometaalverbindingen	Hoofdzakelijk kwik, lood en tin; kwik in verven, zaaizaadontsmettingsmiddelen, anti-

		slijmmiddelen, lood in benzine, tin in aangroeiwerende middelen voor schepen
DDT	Dichloordifenyiltrichloorethaan	Insecticide dat in ontwikkelingslanden in de tropen nog steeds wordt gebruikt
DDE	Dichloordifenyldichlooretheen	Afbraakproduct van DDT
HCH	Hexachloorcyclohexaan	Pesticide. Diverse persistente isomeren. Bestanddeel van lindaan (gamma-isomeer), waarin het HCH-gehalte varieert van 1%-90%
Cyclodienen	Aldrin, endrin, dieldrin, endosulfan, chloordaan, heptachloor	Pesticiden
PCC (Polychlorinated camphenes)	Polychloorkamfenen	Pesticiden, bijv. toxafeen, camfechloor
NPN (Nonylphenol)	Nonylfenol	Onafbreekbaar afbraak-/tussenproduct van nonylfenoethoxylaat (NPEO) in reinigingsmiddelen

Opmerkingen: Productie en gebruik van de pesticiden DDT en DDE - het afbraakproduct van DDT - lindaan, aldrin, dieldrin en endrin, is verboden of beperkt. Ook is besloten de productie en het gebruik van PCB's, PBB (hexabroombifenyyl) PCT, PCP, PCCD/F en PCC te beperken. Aldrin, chloordaan, DDT, dieldrin, endrin, mirex, pentachloorfenol (PCP), toxafeen, dioxinen, furanen, hexabroombifenyyl, HCB, PAK's, PCB's en gechlloreerde paraffine met korte ketens, zijn opgenomen in het POP-protocol bij het ECE-Verdrag over de bestrijding van grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand. Bron: Zweeds EPA, 1993b

milieu. In de Noordzee, bijvoorbeeld, (Greenpeace, 1993):

- In de lever van vissen afkomstig van het zuidelijk deel van de Noordzee zijn hoge concentraties gevonden van pesticiden uit de groep van de organochloorverbindingen en van PCB's, maar deze concentraties lijken af te nemen. De concentratie van PCB-153 in de lever van kabeljauwen daalde bijvoorbeeld van 1.100 mg/kg in 1987 tot 470 mg/kg in 1991.
- In de Rijn en Maas overschreden de PCB-concentraties in paling het vastgestelde aanvaardbare niveau voor menselijke consumptie. Hoewel de productie van PCB's is gestopt, kan nog geen duidelijke daling van deze concentraties worden waargenomen.
- De concentraties van linaan zijn het hoogst in het kustgebied dat zich uitstrekt van Zuid-Engeland tot Noorwegen. Linaan kan overal in de Noordzee worden gevonden. Het is aangetroffen in sediment en vooral in het Skagerrak zijn hoge concentraties gemeten.

Blijkens vergelijkingen van de concentraties van verontreinigende stoffen in de speeklaag van drie zeehondensoorten uit de Oostzee, het Skagerrak, het Kattegat en de Noordzee, zijn de PCB-concentraties in zeehonden die in de buurt van havens in de Oostzee leven, twee keer zo hoog als in dezelfde soorten in het Skagerrak, terwijl de gecumuleerde concentratie van DDT, DDE en DDD in zeehonden in de Oostzee, ongeveer vier keer zo hoog is als in zeehonden in het Skagerrak. In geringde zeehonden afkomstig uit de Oostzee zijn vergelijkbare PCB-concentraties gevonden als in zeehonden die bij havens in het Skagerrak leven, maar de DDT-concentraties in de eerstgenoemde groep zijn drie keer zo hoog. Grijs zeehonden uit de Oostzee laten zowel voor PCB's als voor DDT de hoogste concentraties zien (figuur 6.5). Blijkens een vergelijking van deze resultaten met eerdere studies, zijn de DDT-concentraties vanaf begin jaren zeventig aanzienlijk gedaald. In geringde zeehonden zijn zowel de concentraties van DDT als die van PCB's afgenomen. In Noordoost-Schotland zijn de gemeten concentraties echter 10 keer zo laag als in de Oostzee (Blomkvist e.a. 1992).

De concentraties van POP's in het Europese mariene milieu worden in hoofdstuk 10, paragraaf 10.3.2, behandeld. Metingen die sinds 1967 op meer dan 40 verschillende locaties in het Oostzeegebied zijn verricht, en die betrekking hebben op een periode van extensief gebruik van POP's, gevolgd door een periode van internationale wetgeving en maatregelen voor de bescherming van het milieu en een periode van herstel (Bignert, 1997), laten zien dat de gecumuleerde concentratie van DDT, DDE en DDD in mariene biota, tussen 1968 en 1996 jaarlijks met circa 11% daalde. De daling van de PCB-concentratie verliep langzamer, waarschijnlijk als gevolg van het weglekken van PCB's. Figuur 6.6 toont een daling van de concentraties in zeekoeteieren. De populaties van diverse bedreigde soorten, zoals otters in de Scandinavische regio en het noordpoolgebied, hebben zich hersteld, hetgeen in de lijn ligt van de dalende concentraties van POP's in hun vetweefsel (AMAP, 1997).

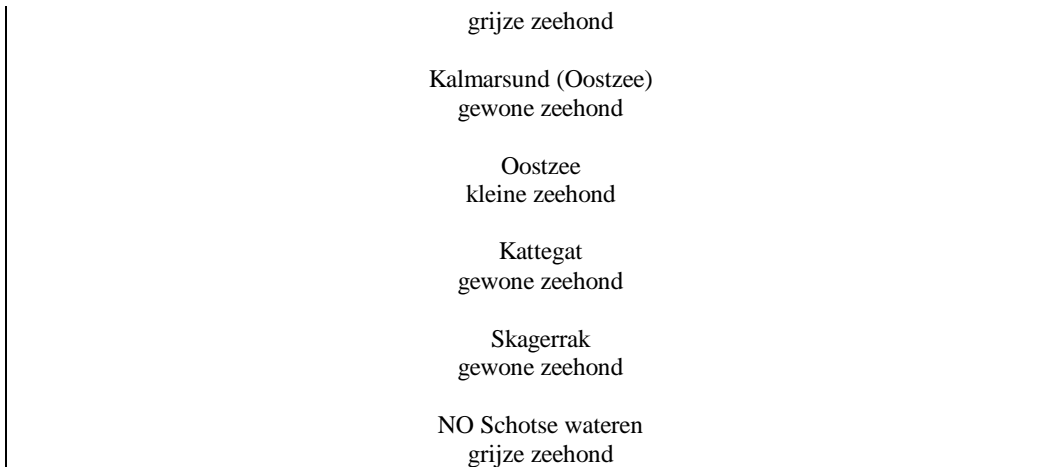
De mate waarin POP's in verschillende soorten worden geaccumuleerd, wordt mede bepaald door het proces van biomagnificatie, dat afhankelijk is van het dieet en foeragegedrag van de desbetreffende soort. In veel delen van de wereld is melding gemaakt van de biomagnificatie van PCB's, DDT en andere POP's in voedselketens: de Grote Meren van Noord-Amerika (jaren zestig) en de Oostzee (jaren zeventig). Biomagnificatie van PCB's en DDT is ook bij zoogdieren in het Europese deel van het noordpoolgebied geconstateerd. PCB's, DDT, DDE en DDD worden daar in zeer hoge concentraties aangetroffen in de ijsbeer, een roofdier dat zich aan het einde van de voedselketen bevindt (EMA, 1996).

De Donau en haar uitgestrekte delta vormen voor een breed scala van watervogels een van de beste broedgebieden

**Figuur 6.5 Organische verontreinigingen in de speeklaag van zeehonden, eind jaren tachtig**

Oostzee





Bron: Blomkvist e.a. 1992

**Figuur 6.6 DDT en PCB in zeezoeteieren, 1969-95**

$\mu\text{g/g}$  gewicht aan lipiden

Bron: Bignert e.a., geactualiseerd in 1997

**Tabel 6.4 Chloorkoolwaterstoffen in eieren van watervogels afkomstig van de Donau-delta**

Foerageergedrag	Soort	HCB	Lindaan	DDT DDE DDD	PCB	
g/g droog gewicht						
Primaire consument	Wilde eend	0,18	0,27	1,27	0,98	
Secundaire consument (ongewervelden)	Zwarte ibis	0,16	0,28	4,00	2,40	
Secundaire consumenten (ongewervelden + vissen)	Blauwe reiger	0,17	0,65	7,35	2,04	
	Kwak	0,19	0,52	6,25	2,33	
Tertiaire consumenten (vissen)	in delta	Dwergaal- scholver	0,47	0,46	19,31	14,95
	aan oppervlak	Pelikaan	0,32	1,15	18,75	5,38
	Aalscholver	Aalscholver	1,30	2,01	59,9	23,6

Bron: Walker en Livingstone, 1992

ter wereld. Een in dit gebied verrichte gezamenlijke studie van het UNDP en het UNEP, biedt een illustratie van het proces van biomagnificatie: in de keten die loopt van primaire consumenten (bijv. wilde eenden), via secundaire consumenten die van vis leven (bijv. reigers), tot tertiaire consumenten die uitsluitend van vis leven (bijv. aalscholvers en pelikanen), werden toenemende concentraties van chloorkoolwaterstoffen gevonden (Walker en Livingstone, 1992) (zie tabel 6.4).

#### *Ecologische effecten van POP's*

Er is een grote hoeveelheid gegevens en kennis over de ecotoxicologische effecten van POP's. Tabel 6.5 geeft een schematisch overzicht van deze effecten, voornamelijk gebaseerd op waarnemingen in het stroomgebied van de Oostzee.

Het belangrijkste gedocumenteerde effect van POP's lijkt het effect op de voortplanting te zijn. Het rapport van het Zweeds EPA geeft een overzicht van voortplantingsstoornissen bij verscheidene vissoorten in het Oostzeegebied. Ook wordt een verband vermoed tussen POP's en voortplantingsstoornissen bij vogels en zeezoogdieren, zoals zeehonden en dolfinen, die zich aan het einde van de mariene voedselketen bevinden. Een voorbeeld van een dergelijke stoornis waarvan wordt vermoed dat zij aan het toxisch effect van POP's kan worden toegeschreven, is een vernauwing van de baarmoeder bij zeehonden, een afwijking waarvan de incidentie tussen 1965 en 1979 duidelijk toenam. Daarna heeft zich een gedeeltelijk herstel voorgedaan (fig. 6.7). Een soortgelijk effect is waargenomen bij populaties van grijze zeehonden in verontreinigde gebieden in de Ierse Zee (Baker, 1989) en in het Nederlandse deel van de Waddenzee (Reijnders, 1986).

In 1990 en 1991 werd onder de populatie van gestreepte dolfinen in de Middellandse Zee een massale sterfte geconstateerd. De dieren stierven tengevolge van een virusinfectie, maar de sterfte hield ook verband met extreem hoge PCB-concentraties in de speeklaag en lever. Waarschijnlijk tastten de PCB's het weerstandsvermogen van de dieren tegen virusinfecties en ectoparasieten aan (Aguilar en Borrell 1994, Borrell e.a.1996).

Blijkens meetgegevens van embryo's van op de bodem van de Noordzee levende vissen, bedraagt het percentage van deze embryo's dat misvormd is, in het binnenste deel van de Duitse Bocht 30%, een percentage dat richting kust afneemt tot 9% maar bij de afgelegen Doggersbank weer een piek bereikt van 31%. Het is duidelijk dat de Doggersbank als een verdwijnsplaats voor door de mens veroorzaakte stoffen fungeert (Stebbing e.a. 1992).

**Figuur 6.7 Vernauwing van de baarmoeder bij zeehonden in de Oostzee, 1965-95**  
percentage van het totaal aantal wijfjes per leeftijdsgroep

Leeftijd van zeehondwijfjes in jaren  
5-10  
11-20  
meer dan 20

Bron: Helle, 1997

**Tabel 6.5 Ecologische effecten, en stoffen die deze effecten mogelijk veroorzaken**

Het verband/de causaliteit wordt beoordeeld op de volgende schaal: 1 = geen waarneembaar verband, 2 = vermoedelijk verband, 3 = zwak verband, 4 = duidelijk verband, 5 = significant verband

Waarneming/effect	Gevoelige soorten	Stof	Versand/ causaliteit
Grootschalig			
Dunnere eierschaal	zeehoet, arend, visarend slechtvalk	DDT	5
Voortplanting	zeehond, otter	PCB	4
Misvormd skelet	grijze zeehond	DDT, PCB	2
Pathologische veranderingen	zeehond	PCB, DDT metabolielen	3
Voortplanting	nerts	PCB	5
Voortplantingsstoornissen	visarend	DDT, PCB	4-5
Voortplantingsstoornissen	arend	DDT, PCB	2-3
Voortplanting (M74)	zalm	gechloreerde stoffen	2
Grootschalig - pulp- en papierindustrie			
Inductie van stofwisselingsenzymen	rivierbaars	gechloreerd/ niet-gechloreerd organisch mengsel/ PCCD/F	3
Lokaal/regionaal - pulp- en papierindustrie			

Inductie van stofwisselingsenzymen	rivierbaars	gechloreerd/ niet-gechloreerd organisch mengsel/ PCCD/F	3-4
Ruggengraatsmisvormingen	vierhoornige zeedonderpad	gechloreerd/ niet-gechloreerd organisch mengsel	3-4
Lokaal - houtsector			
Inductie van stofwisselingsenzymen	rivierbaars	gechloreerd/ niet-gechloreerd organisch mengsel/ PCCD/F	4-5
Ruggengraatsmisvormingen	vierhoornige zeedonderpad	gechloreerd/ niet-gechloreerd organisch mengsel	4-5
Schade aan larven	zeemossel	gechloreerd/ niet-gechloreerd organisch mengsel	3

Bron: Zweeds EPA, 1996

### ***POP's in moedermelk***

Een aantal POP's, zoals PCB's, DDT en dioxinen, hopen zich op in het vetweefsel van de mens en worden hoofdzakelijk via de moedermelk uitgescheiden. Vandaar dat stoffen die voor zoogdieren uitermate giftig zijn, zoals polychloordibenzodioxinen (PCDD) en polychloordibenzofuranen (PCDF), voor baby's die borstvoeding krijgen een groot risico kunnen vormen. Blijkens een studie van de Wereldgezondheidsorganisatie nemen de PCDD- en PCDF-concentraties in moedermelk over het algemeen niet toe. In enkele landen zijn de concentraties gedaald, in sommige wel met 50% ten opzichte van 1988 (fig. 6.8).

De concentraties van verontreinigende stoffen verschillen van land tot land en veranderen met de tijd. Een deel van de waargenomen variatie komt voort uit verschillen in de technieken die voor het nemen van steekproeven en het uitvoeren van analyses worden gebruikt. Andere factoren zijn onder meer het vetgehalte in de melk,

de leeftijd waarop vrouwen doorgaans kinderen krijgen, eetgewoonten en beroep. In moedermelk worden tien keer hogere concentraties van POP's gevonden dan in koeienmelk of melksubstituten. Figuur 6.9 geeft voor Europese landen de gemiddelde concentratie van DDT+DDE in moedermelk. De DDT-concentraties zijn in de regel hoger in monsters van landen waar nu of in het recente verleden persistente pesticiden worden of zijn gebruikt (Jensen, 1996).

Dioxinen behoren tot een groep van stoffen die in verband worden gebracht met verschillende effecten. Het laagste niveau waarbij waarneembare negatieve effecten op geestelijke en lichamelijke ontwikkeling, neurologisch gedrag en voortplanting optreden, ligt mogelijk in de buurt van de huidige achtergrondconcentraties zoals die in het lichaam van bepaalde delen van de bevolking worden gemeten. Gezien de resultaten van de WHO-studie dient borstvoeding in het algemeen echter te worden gestimuleerd, vanwege de voordelen ervan voor de gezondheid en ontwikkeling van zuigelingen.

### **Conclusie**

Hoewel er tal van aanwijzingen zijn dat de emissies van een aantal POP's zijn gedaald, hetgeen overeenkomt met algemene reducties in productie en gebruik, zijn er geen paneuropese gegevens die dit bevestigen. Pas onlangs is een inventaris afgerond van de totale uitstoot van PCB in 1990. Kaart 6.1 is gebaseerd op gegevens van deze inventaris. Van de totale PCB-emissie (voor de EMEP-regio, zie kaart 6.1) van 119 ton, was 80% van bronnen in West-Europa afkomstig; 94% van de totale emissie was afkomstig van elektrische apparatuur. Er zijn geen gegevens voor de emissie in water.

Nog steeds bevinden zich in het grootste deel van het noordpool- en Oostzeegebied en andere regio's residuen van het vroegere wereldwijde gebruik van POP's. Tussen 1948 en 1993 werd 2,6 miljoen ton DDT gebruikt. PCB's vonden wijdverbreid toepassing in transformatoren en condensatoren op militaire radarstations en in tijdens oorlogen gebruikte tijdelijke elektriciteitscentrales, vanwaar PCB's in vloeibare vorm in het milieu werden geloosd. Andere historische bronnen zijn lekkages van transformatoren, hydraulische oliën en boorvloeistoffen afkomstig van mijnen en olieboorplatforms, en stortplaatsen waar afval is gestort dat PCB's bevat (AMAP, 1997). Vanwege de persistentie van POP's in het milieu (zie paragraaf 6.5) is het des te belangrijker dat blijvend aandacht aan dit probleem wordt besteed.

### **6.5. Effecten van chemische stoffen op de gezondheid van de mens**

Lage concentraties van een breed scala van industriële chemische stoffen worden overal in het milieu aangetroffen, maar het aantonen van enigerlei effect

#### **Figuur 6.8 Dioxineconcentraties in moedermelk, 1988/93**

België - Luik  
België - Brussel  
Nederland - 17 afzonderlijke monsters  
Finland - Helsinki  
België - Brabant  
Verenigd Koninkrijk - Birmingham  
Duitsland - Berlijn  
Verenigd Koninkrijk - Glasgow  
Denemarken - 7 verschillende steden  
Kroatië - Zagreb  
Noorwegen - Skien  
Finland - Kuopio  
Oostenrijk - Tulln  
Oostenrijk - Wenen  
Noorwegen - Tromsø  
Noorwegen - Hamar

Hongarije - Boedapest

Kroatië - Krk

Hongarije - Zentes

pg TEQ/g vet

Bron: WHO,1996

**Figuur 6.9 Gemiddelde concentratie van DDT+DDE in moedermelk in Europese landen**

Turkije 1987 (47)  
Italië 1984 (46)  
Frankrijk 1980 (45)  
Tsjecho-Slowakije 1989 (44)  
Polen 1986 (43)  
Kroatië 1991 (42)  
Duitsland 1986 (41)  
Noorwegen 1988 (40)  
Nederland 1988 (39)  
Finland 1988 (38)  
Denemarken 1987 (37)  
Spanje 1991 (36)  
Zweden 1988 (35)

Opmerking: Tussen haakjes staat het aantal personen waarbij monsters zijn genomen. Bron: Jensen, 1996

**Kaart 6.3 Emissie van PCB's naar de lucht, 1990**

Emissie van PCB's naar de lucht  
1:30 000 000  
Emissie in ton per EMEP-rastercel van 50 x 50 km

Noordelijke IJzee  
Barentsz-zee  
Noorse zee  
Oostzee  
Noordzee  
Atlantische Oceaan  
Golf van Biscaje  
Middellandse Zee  
Tyrreense Zee  
Adriatische Zee  
Ionische Zee  
Zwarte Zee  
Kaspische Zee

Bron: Umweltbundesamt en TNO, 1997

van deze stoffen op de gezondheid van de mens is behalve voor enkele beroepsmatige blootstellingen en in het geval van het vrijkomen van stoffen als gevolg van een ongeval, bijzonder moeilijk. Dit komt voornamelijk doordat mensen worden blootgesteld aan velerlei stoffen en hun afbraakproducten, en langs verschillende wegen (lucht, water, voedsel en overige consumptiegoederen, enz.) Bovendien kan het effect op de gezondheid ook het gevolg zijn van blootstelling aan stoffen die van nature in het milieu aanwezig zijn. Daar komt nog bij dat er gewoonlijk een grote afstand in de tijd is tussen blootstelling aan chemische stoffen en waarneming van mogelijke nadelige effecten alsmede een gebrek aan kennis over het verband daartussen (kader 6.1).

Hoewel er tal van manieren zijn waarop chemische verontreinigingen in het lichaam kunnen worden afgebroken of juist opgebouwd, beperkt de chemische "belasting" zich voornamelijk tot een klein aantal onderdelen van het menselijk lichaam, te weten:

- de lever, waar via complexe enzymatische processen een poging wordt ondernomen tot ontgiftiging van de stoffen, maar waar bijvoorbeeld ook uit bepaalde stoffen (zoals PAK's) zeer reactieve vrije radicalen, met een kankerverwekkende werking, kunnen worden gevormd;
- celmembranen, waar zich lipofiele (in vet oplosbare) stoffen kunnen concentreren en de processen in de cellen kunnen vertragen of verhinderen;
- het hormonale systeem, dat via endocriene klieren en andere mechanismen tal van regelsystemen in het lichaam, zoals het voortplantingssysteem, activeert;



**Kader 6.1: Verband en causaliteit**

In sommige gevallen is het vrij gemakkelijk te laten zien dat er een verband bestaat tussen een bepaalde maatstaf voor de slechte gezondheid van een populatie, bijvoorbeeld het aantal ziekenhuisopnamen per dag, en een mogelijk oorzaak, bijvoorbeeld de dagelijkse variatie in luchtverontreinigingsniveaus. Voor het aantonen van een causaal verband zijn een aantal richtlijnen of criteria ontwikkeld. Daartoe behoren onder meer de consistentie tussen de resultaten van verschillende studies, de wijze waarop de resultaten van verschillende studies met elkaar samenhangen (coherentie), of er al dan niet sprake is van een dosis-effectrelatie tussen de voorgestelde causale factor en het effect, en of de volgorde van de gebeurtenissen logisch is, m.a.w. of de oorzaak altijd aan het effect vooraf gaat.

Het bewijzen van een causale relatie is vaak zeer moeilijk. Aan de hand van bovengenoemde en andere criteria kan echter vaak een deskundig oordeel over de waarschijnlijkheid van een dergelijke relatie worden gegeven. Wanneer het bestaan van ernstige en/of niet meer ongedaan te maken effecten waarschijnlijk is, dan kan een gering bewijs, zoals in het preventiebeginsel, al voldoende rechtvaardiging vormen voor maatregelen om de vermoedelijke oorzaken weg te nemen of te verminderen. (WHO, ECEH & EMA, 1996)

**Kader 6.2: Effecten van milieuverontreiniging op de gezondheid van de mens**

Dit overzicht van effecten op de gezondheid die met chemische stoffen en verontreiniging in verband kunnen worden gebracht, is gebaseerd op mechanistisch toxicologisch onderzoek en milieuepidemiologie, vaak onder populaties die aan hoge doses zijn blootgesteld. De mate van bevestiging varieert van bekende causale relaties tussen straling en kanker tot onduidelijke verbanden met betrekking tot de verhoogde gevoeligheid voor bepaalde chemische stoffen. De tabel illustreert ook de noodzaak van het vaststellen van de mate waarin een chemische stof aan een bepaald effect op de gezondheid of zelfs een bepaalde ziekte bijdraagt; van het vergelijken van de bijdrage van een stof met die van andere oorzaken; en van het maken van een schatting van het relatieve belang van de verschillende wegen waarlangs de stof in het lichaam komt. De meeste schadelijke effecten zijn het resultaat van het gezamenlijk effect van tal van factoren, zoals genetische opbouw, levensstijl, straling, eetgewoonten, geneesmiddelen, chemische stoffen (van industriële en natuurlijke herkomst), roken en luchtverontreiniging, inclusief blootstelling binnens- en buitenshuis. Tot slot is het belangrijk om rekening te houden met gevoelige groepen, zoals ouderen, kinderen en zieken.

Effect op gezondheid	Gevoelige groep	Voornaamste chemische stoffen/verontreinigende stoffen
Kanker  klieren verstoren	vooral ouderen, en kinderen (leukemie)	asbest PAK's benzeen een aantal metalen radon natuurlijke toxinen stoffen die werking van endocriene
Hart- en vaatziekten	vooral ouderen	koolmonoxide arseen lood cadmium

			kobalt
Aandoeningen van de luchtwegen	kinderen astmatici	inhaleerbare deeltjes zwaveldioxide stikstofdioxide ozon koolwaterstoffen oplosmiddelen terpenen	
Allergieën en hypergevoeligheid	kinderen	deeltjes ozon nikkel chrom	
stoornissen	Voortplantings-	foetus, jongeren DDT ftalaten lood kwik andere stoffen die werking van endocriene klieren verstoren	PCB
Aandoeningen aan het zenuwstelsel	foetus, kinderen	methylkwik lood mangaan aluminium organische oplosmiddelen	
Osteoporose	ouderen	lood cadmium aluminium seleen	
Verhoogde gevoeligheid voor chemische stoffen	30-40-jarigen?, vrouwen?	oplosmiddelen?, pesticiden?, medicijnen?	

Bron: EMA, gebaseerd op het door het Zweeds EPA opgestelde rapport 'Environment and public health'; 'WHO Concern for tomorrow; Environmentally-mediated intellectual decline', Cambridge University, 1996; en 'Environmental Health Perspectives Supplement Chemical Sensitivity', geactualiseerd in 1997

- het immuunsysteem, dat het lichaam verdedigt tegen vreemde indringers en daarbij te sterk kan reageren, met als gevolg een allergische reactie.

Effecten op de gezondheid van de mens die kunnen worden veroorzaakt of versterkt door de verontreiniging van het milieu door chemische stoffen, zijn onder meer kanker, hart- en vaatziekten, aandoeningen van de luchtwegen, allergieën en hypergevoeligheid, voortplantingsstoornissen, osteoporose, en aandoeningen van het centraal en perifeer zenuwstelsel. Kader 6.2 geeft een overzicht van een deel van de huidige kennis over gevoelige groepen, oorzaken en milieufactoren en de chemische verontreinigende stoffen die kunnen bijdragen aan effecten op de gezondheid van de mens.

De afgelopen paar decennia is het aantal gevallen van aandoeningen van de luchtwegen en allergieën in Europa toegenomen. Dat geldt in het bijzonder voor astma, bronchitis, emfyseem and rinitis. Chemische verontreiniging, vooral via de lucht, heeft daarbij een rol gespeeld (CEG, COM( 97) 266 final).

In veel landen is een toename van de incidentie van zaadbal- en borstkanker geconstateerd en diverse studies in industrielanden laten bij de man een achteruitgang van de kwaliteit van het sperma zien. De oorzaken van deze trends zijn grotendeels onbekend, maar mogelijk zijn zowel veranderingen in het milieu als in de levensstijl hiervoor verantwoordelijk (EU, WHO-ECEH en EMA, 1996, het rapport 'Weybridge' - zie kader 6.3). Tot de verontreinigende stoffen die voortplantingsstoornissen kunnen veroorzaken en schadelijke effecten op het nageslacht kunnen hebben, behoren onder meer metalen (lood en methylkwik), oplosmiddelen, pesticiden, PCB's, DDT en andere stoffen die de placenta kunnen passeren en via moedermelk kunnen worden uitgescheiden. Deze stoffen kunnen de geestelijke en lichamelijke ontwikkeling en groei van de foetus en het kind beïnvloeden. Er is mogelijk een verband tussen blootstelling van de foetus in het beginstadium van zijn ontwikkeling aan chemische stoffen die de werking van endocriene klieren kunnen verstoren, de zogeheten 'endocrine-disrupting substances', en voortplantingsstoornissen bij volwassen mannen. In verscheidene studies onder in het wild levende dieren, zijn voortplantingsstoornissen waargenomen die met blootstelling aan deze 'endocrine-disrupting substances', waartoe onder meer enkele PCB's behoren, in verband kunnen worden gebracht.

Neurotoxicologische effecten vormen een steeds grotere bron van bezorgdheid, maar de huidige schattingen betreffende de gevaren geven geen goed beeld van de gevaren die zijn verbonden aan blootstelling aan giftige stoffen met dit soort effecten (National Research Council, 1992). Studies die in Polen en Tsjechië en in steden in de voormalige Sovjet-Unie zijn verricht, duiden erop dat het aantal kinderen dat speciaal onderwijs moet volgen of geestelijke achterstand heeft, in verontreinigde gebieden groter is dan op het platteland (Global Environmental Change Programme,

#### **Kader 6.3: Het rapport 'Weybridge'**

Het EMA heeft de bevindingen van het rapport van de Europese workshop over de effecten op de gezondheid van de mens en de wilde fauna van chemische stoffen die de werking van endocriene klieren kunnen verstoren ('Report from the European Workshop on the Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife'), het zogeheten rapport 'Weybridge', als volgt samengevat:

Er is in toenemende mate bezorgdheid over een mogelijk stijgende trend in de incidentie van voortplantingsstoornissen bij in het wild levende dieren en de mens, een toename waarvoor steeds meer aanwijzingen zijn. Een aantal stoffen wordt hiermee in verband gebracht, maar over de precieze oorzaken van voortplantingsstoornissen bestaat grote onduidelijkheid.

De belangrijkste conclusies zijn:

- Er zijn voldoende aanwijzingen dat de incidentie van zaadbalkanker toeneemt.

- De in sommige landen geconstateerde afname van de hoeveelheid zaadcellen is waarschijnlijk reëel en geen gevolg van verschillen in gebruikte methodiek.
- Er is onvoldoende bewijs voor een causaal verband tussen effecten op de gezondheid van de mens en blootstelling aan chemische stoffen.
- De belangrijkste weg waarlangs stoffen die de werking van endocriene klieren verstoren, in het lichaam terechtkomen, is gewoonlijk via de opname van voedsel en, in geringere mate, water. Dit geldt voor vogels en zoogdieren op het land, waaronder de mens.
  - Vergeleken met de Verenigde Staten zijn er in de EU maar weinig gevallen van voortplantingsstoornissen bij in het wild levende dieren die onomstotelijk in verband kunnen worden gebracht met stoffen die de werking van endocriene klieren verstoren.
- In de EU zijn echter een aantal gevallen bekend waarin nadelige endocriene effecten of reproductietoxiciteit bij vogels en zoogdieren samenvallen met hoge concentraties van industriële stoffen waarvan bij sommige tests is gebleken dat zij de werking van endocriene klieren kunnen verstoren.
- De grote onzekerheden en de leemten in de beschikbare gegevens zouden kunnen worden teruggebracht wanneer de aanbevelingen werden gevolgd met betrekking tot onderzoek naar en monitoring van blootstelling en effecten bij in het wild levende dieren en de mens.
- De huidige ecotoxicologische tests, studies en risicoanalyses zijn niet geschikt voor het ontdekken van een verstoring van endocriene klieren door chemische stoffen.
- Ondertussen moet overeenkomstig het preventiebeginsel aandacht worden besteed aan het verminderen van de blootstelling van de mens en de in het wild levende dieren aan chemische stoffen die een verstoring van de endocriene klieren tot gevolg kunnen hebben.

Bron: rapport 'Weybridge', 1996

1997). Dierproeven duiden erop dat wanneer de neonatale hersenen tijdens de snelle ontwikkeling ervan aan lage doses (d.w.z. doses waarbij bij volwassen dieren geen effecten optreden) van in het milieu voorkomende agentia worden blootgesteld, dit bij het volwassen dier kan leiden tot onherroepelijke veranderingen in de hersenfunctie en tot versterkte effecten van een toxische agens die tijdens de neonatale periode was toegediend (Eriksson, 1992). Net als bij veel andere effecten op de gezondheid, bestaan er tussen diverse mogelijke oorzaken duidelijke verbanden. Zo versterkt een tekort aan ijzer bijvoorbeeld de neurotoxiciteit van sommige agentia, zoals lood (Williams, C. 1997).

### **6.6. Maatregelen en mogelijkheden**

De alomtegenwoordigheid van chemische stoffen en de verschillende effecten ervan op mens en milieu, hebben op beleidsgebied tot velerlei reacties geleid. Aanvankelijk waren beleidsplannen voor chemische stoffen gericht op de effecten van acute verontreiniging en explosies op gespecificeerde locaties. Later verschoof de aandacht naar chronische verontreiniging en andere gevaren van diffuse bronnen en het vervoer. Als gevolg hiervan bestaan er nu meer dan twaalf belangrijke communautaire richtlijnen over de controle op chemische stoffen, waarvan de belangrijkste in tabel 6.6 staan opgesomd. De uitvoering van deze richtlijnen geschiedt op het niveau van de lidstaten, die deze eventueel met eigen wetgeving kunnen aanvullen. Wanneer bijvoorbeeld de Britse wetgeving wordt beoordeeld met betrekking tot de controle op chemische producten (exclusief geneesmiddelen en vergiften), bevat deze 25 relevante wetten, op de uitvoering waarvan werd toegezien door 7 ministeries en die nog eens werden aangevuld met meer dan 50 groepen van regels. In veel andere EU-landen hebben beleidsmakers op een soortgelijke wijze gereageerd (Haigh, IEEP, 1995).

De mate van naleving en handhaving van deze regels is niet overal gelijk, deels omdat het in sommige gevallen moeilijk is om vast te stellen hoe naleving kan worden bewerkstelligd. Uit een recente studie betreffende de richtlijn voor de aanmelding van nieuwe stoffen (het NONS-project, 1996) bleek bijvoorbeeld dat in de verfindustrie - een uitermate concurrerende industrie waarin veel vernieuwende en mogelijk gevaarlijke chemische stoffen omgaan - van veel nieuwe stoffen die in gebruik worden genomen, geen aangifte werd gedaan. Zij werden soms zelfs niet geïdentificeerd. Hun gebruik werd niet op behoorlijke wijze vastgelegd en in sommige gevallen waren zij niet naar behoren geëtiketteerd. Ongeveer 45% van de 96 betrokken bedrijven handelde niet volgens de bepalingen van de richtlijn.

#### ***Risicoanalyse en testen van toxiciteit***

Het huidige EU-beleid inzake risicoanalyse en risicobeheer voor chemische stoffen, is gebaseerd op het beginsel dat het zwaartepunt bij regelgeving moet liggen bij die chemische stoffen die een aanzienlijk gevaar voor mens en milieu vormen. Om te kunnen beoordelen of een stof een gevaar vormt, is een adequaat testmechanisme nodig. Risicoanalyse gebeurt deels door de EU en deels door de lidstaten en vereist uitgebreide informatie en gegevens, die echter vaak niet voorhanden zijn. In tabel 6.7 is weergegeven hoe het staat met de beschikbaarheid van gegevens betreffende circa 2.500 chemische stoffen die in grote hoeveelheden worden geproduceerd (HPV-stoffen) en momenteel door het Europees Bureau voor chemische producten worden beoordeeld.

Gezien de omvang en aard van de taak, worden met risicoanalyse en toxiciteitsproeven begrijpelijkerwijs maar langzaam vorderingen geboekt. Tegen juni 1995 waren door het Europees Bureau voor chemische producten (ECB) circa 10.750 diskettes met gegevens over 2.500 HPV-stoffen verzameld, en verwacht wordt dat tegen 1998 gegevens zullen zijn verzameld over nog eens 10.000 stoffen die in de EU worden geproduceerd of geïmporteerd in hoeveelheden van meer dan 10 ton per jaar. Het verrichten van uitvoerige risicoanalyses en het komen tot internationale overeenkomsten over deze stoffen zal echter langer duren. In het kader van het programma voor risicoanalyse van bestaande chemische stoffen in de EU, was in december 1997 de technische beoordeling van tien stoffen afgerond en was de beoordeling van 52 andere nog aan de gang.

Er wordt weliswaar meer vooruitgang geboekt met betrekking tot pesticiden, cosmetica, voedseladditieven en geneesmiddelen (een groep die zo'n 20.000 chemische producten omvat), maar sinds de invoering in 1993 van Richtlijn nr. 91/414 betreffende het gebruik, op de markt brengen en laten registreren van gewasbeschermingsmiddelen, zijn nog geen nieuwe werkzame bestanddelen in de positieve lijst van Bijlage 1 van de richtlijn opgenomen. Bovendien zijn in het kader van het lopende, officiële twaalfjarige beoordelingsprogramma voor de eerste 90 bestaande werkzame bestanddelen, nog geen beoordelingen afgerond.

Het verzamelen van de ontbrekende gegevens heeft prioriteit, maar brengt hoge kosten met zich mee. De kosten variëren van 100.000 ecu voor een reeks van elementaire gegevens, tot gemiddeld zo'n 5 miljoen ecu voor het uitgebreid testen van een stof. In het laatste geval kan het bedrag in uitzonderlijke gevallen, wanneer veldproeven en monitoring nodig zijn, zelfs oplopen tot 15 miljoen ecu (Teknologiradet, 1997).

Ook de doeltreffendheid van de proeven wordt onderzocht. Veel van de 'targets' die op schadelijke effecten worden onderzocht, zijn mogelijk niet de 'targets' die op dit moment de meeste zorg baren (Johnston e.a. 1996).

### ***Initiatieven voor effectreductie***

De effecten van chemische stoffen kunnen worden verminderd door maatregelen te nemen op verschillende punten waarlangs deze stoffen door het milieu bewegen. Het gebrek aan kennis over de toxiciteit van stoffen

en het feit dat de risicoanalyses zo traag verlopen (normaal gesproken kunnen maatregelen voor het terugbrengen van risico's pas worden overeengekomen wanneer de desbetreffende beoordelingen zijn afgerond), zijn onder andere reden geweest om het zwaartepunt van maatregelen in toenemende mate te verleggen naar de algemene preventie van het gebruik van en de blootstelling aan gevaarlijke chemische stoffen, in plaats van het uitvoeren van nauwgezette controles op de plaats van gebruik en verwijdering. Ook gaat de aandacht steeds meer uit naar de chemische eigenschappen van groepen van chemische stoffen, zoals die welke niet in het milieu worden afgebroken en zich ophopen in organismen, en minder naar de specifieke toxiciteit van afzonderlijke stoffen.

Deze aandacht voor "upstream"-preventie, in tegenstelling tot "downstream"-bestrijding wordt gestimuleerd middels de EU-richtlijn betreffende de geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging (96/61/EG), alsook door de levenscyclusanalyse en het milieuvriendelijk ontwerpen.

Methoden gericht op vermindering van blootstelling, die het resultaat zijn van het afwegen van het preventiebeginsel tegen de tijd, kosten en onzekerheid die aan een risicoanalyse van afzonderlijke stoffen zijn verbonden, worden ook in het kader van internationale verdragen gehanteerd. Hoofddoelstelling van deze verdragen is het verminderen van de belasting door chemische stoffen geweest, waarbij begonnen werd met prioritairere stoffen waarover al een groot aantal gegevens met betrekking tot hun toxiciteit beschikbaar was.

In een ministersverklaring van 1990, bijvoorbeeld, verplichtten de regeringen zich ertoe vóór 1995de aanvoer naar de Noordzee van een groep van 36 toxische chemische stoffen afkomstig van rivieren en estuaria, te verminderen tot minder dan 50% van het niveau van 1985. De totale aanvoer van dioxinen, kwik en cadmium moest met zo'n 70% worden verminderd. Van recenter datum is de vierde ministersconferentie inzake de bescherming van de Noordzee, die in 1995 in Esbjerg plaatsvond en waarbij de ondertekenaars zich hebben verplicht tot het dusdanig verminderen van de lozingen, emissies en verspillingen van gevaarlijke stoffen dat de emissies in het milieu binnen één generatie (25 jaar) worden beëindigd, met als uiteindelijk doel het terugbrengen van de concentraties in het milieu van stoffen die van nature in het milieu voorkomen, tot om en nabij achtergrondconcentraties, en van de concentraties van industriële synthetische stoffen, tot nagenoeg nul (Deens EPA, 1995).

In 1979 werd door de ECE een verdrag aangenomen betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand (CLRTAP), dat Europa, de Verenigde Staten en Canada bestrijkt. Het verdrag omvat onder meer maatregelen voor het uitsluiten, beperken van het gebruik en verminderen van de consumptie van chemische stoffen, voor het terugdringen van de onbedoelde emissie van en verontreiniging door deze stoffen, en voor het verwijderen en beheren van chemisch afval. Momenteel wordt in het kader van het verdrag gewerkt aan een protocol voor persistente organische verontreinigingen, dat betrekking zal hebben op een voorlopige lijst van 18 stoffen (waaronder 11 pesticiden), geselecteerd uit 105 kandidaatstoffen (zie opmerkingen bij tabel

<b>Tabel 6.6 Belangrijke EU-richtlijnen en -instrumenten voor de controle op chemische stoffen</b>
--

- Richtlijn nr. 76/769 van de Raad betreffende regels inzake het op de markt brengen en gebruiken van gevaarlijke stoffen en preparaten

---

- Richtlijn nr. 67/548 van de Raad betreffende indeling en etikettering enz. (en als gewijzigd bij de richtlijnen nr. 79/831 en nr. 92/32, de 6<sup>de</sup> en 7<sup>de</sup> wijziging)

---

- Besluit nr. 81/437 van de Commissie betreffende EINECS - Registratie van bestaande chemische stoffen

- 
- EU/DG XI/IPS, september 1992: vaststellen van prioriteiten op inofficiële basis
- 
- Richtlijn nr. 76/464 van de Raad betreffende gevaarlijke stoffen in het aquatisch milieu
- 
- Verordening nr. 793/93 van de Raad en Verordening nr. 1488/94 van de Commissie betreffende beoordeling van de risico's van bestaande chemische stoffen
- 
- Richtlijn nr. 91/414 van de Commissie inzake gewasbeschermingsmiddelen
- 
- Richtlijn nr. 93/67 van de Commissie betreffende beoordeling van de risico's van nieuwe chemische stoffen
- 
- Technische handleidingen, 16 april 1996, voor de beoordeling van de risico's van nieuwe en bestaande chemische stoffen
- 

<p><b>Tabel 6.7 Beschikbaarheid van gegevens over 2.472 HPV-chemicaliën, als verzameld door het ECB, 1996</b></p>
---

Eigenschappen en toxiciteit	Beschikbaarheid van gegevens
Fysisch-chemische eigenschappen	30-60%
Acute toxiciteit bij opname via de mond	70%
Acute toxiciteit bij opname via de huid	45%
Acute toxiciteit bij inademing	30%
Chronische toxiciteit	55%
Carcinogene werking	10%
Genotoxiciteit/mutageniciteit	62%
In vivo genotoxiciteit	32%
Vruchtbaarheid	20%
Teratogene werking	30%
<hr/>	
Ecotoxiciteiten	
<hr/>	
Vissen of schaaldieren - acuut	30-50%
Algen - acuut	25%



Landorganismen - acuut	5%
Chronische aquatische toxiciteit	5-20%
Biodegradatie	30%

---

Bron: C. J. van Leeuwen e.a. 1996

6.3). Ook zijn op dit moment onderhandelingen gaande over een protocol voor zware metalen, waaronder kwik, cadmium en lood.

Voor een overzicht van deze en andere nationale en internationale initiatieven voor het terugdringen van de productie en het gebruik van chemische stoffen, zie tabel 6.8.

**Reductieprogramma's op vrijwillige basis**

In veel landen worden de effecten ook verminderd door vrijwillige initiatieven van de chemische industrie. In Nederland hebben een aantal bedrijven bijvoorbeeld op vrijwillige basis overeenkomsten met de regelgevende instanties gesloten op basis waarvan vervolgens met reductieprogramma's is gestart. In 1989 is aan het Nederlandse parlement een strategie voorgelegd voor een vermindering van VOS-emissies afkomstig van de industrie, kleine ondernemingen en huishoudens. Met deze strategie werd een vóór 2000 te realiseren reductie van 63% ten opzichte van 1981 beoogd. In zijn evaluatie van de vrijwillige overeenkomst die de chemische industrie met de Nederlandse regering is aangegaan, kwam het Europees Milieuagentschap tot de conclusie dat deze overeenkomst wezenlijk heeft bijgedragen aan milieuverbetering en de ontwikkeling van milieubeheerssystemen heeft bevorderd (EMA, 1997).

In 21 Europese landen is een programma aangenomen voor "verantwoorde zorg", dat moet helpen bij de gunstige wisselwerking tussen ideeën en beste werkwijzen (CEFIC, 1996). Het programma, dat is gebaseerd op een Amerikaans initiatief, is bedoeld voor het verbeteren van de prestaties van de chemische industrie op het gebied van gezondheid, veiligheid, milieu en productkwaliteit alsook het verbeteren van het contact met het publiek met betrekking tot producten en bedrijfsactiviteiten.

**Internaliseren van externe kosten**

Sommige van de maatschappelijke en milieukosten van chemische stoffen (de zogeheten externe kosten van productie en gebruik van chemische stoffen) worden niet door de chemische ondernemingen zelf gedragen en niet doorberekend in hun marktprijs. Als voorbeeld wordt in kader 6.4 een schatting gegeven van enkele externe kosten van creosoot. Dergelijke externe kosten zijn in sommige landen via belastingen in de productprijs opgenomen. Enkele voorbeelden zijn pesticiden, kunstmest, stoffen die de ozonlaag afbreken, zwaveldioxide, stikstofoxiden, gechloreerde oplosmiddelen (bijv. tetrachloorethyleen, trichloorethyleen en dichloormethaan in

<b>Tabel 6.8 Enkele initiatieven van dit moment voor de vermindering van chemische stoffen</b>
--

<b>Instrument/voorstel/ locatie</b>	<b>Jaar</b>	<b>Doelstellingen</b>
Verklaring van Esbjerg betreffende de Noordzee toxische stoffen in de Noordzee	1995	Het binnen 25 jaar verwijderen van persistente, bioaccumulerende en
Verdrag van Basel betreffende bron gevaarlijke afvalstoffen van	1997	Een van de doelstellingen is het bij de verminderen/tot een minimum beperken gevaarlijke afvalstoffen
ECE-protocol betreffende POP's	1998	Verminderen van POP-emissies in de lucht
ECE-Protocol betreffende zware metalen	1998	Verminderen van de emissies van zware metalen naar de lucht

OSPAR-overeenkomst Esbjerg	1998	Realiseren van de doelstelling van
UNEP-overeenkomst betreffende POP's	1997-1998	Evalueren van strategieën voor het verminderen/beëindigen van emissies/verspillingen
Protocol van Montreal	1987-2040	Geleidelijk beëindigen van de productie en toepassing van bepaalde stoffen die de ozonlaag afbreken
Vijfde Milieuactieprogramma van de EU pesticidegebruik	1991-1994	Aanzienlijke beperking van per eenheid land
Deens ministersrapport betreffende 1997 productie toekomstige initiatieven inzake chemische lijst stoffen geselecteerd		Het geleidelijk beëindigen van de en het gebruik van 25 stoffen die uit een van 100 ongewenste stoffen zijn en in dit verband als prioritaire stoffen zijn aangewezen
Zweeds overheidsrapport betreffende beëindigen het beleid inzake chemische stoffen	1997-2007	Het binnen een periode van tien jaar van de fabricage en toepassing van alle producten die persistente en bioaccumulerende stoffen bevatten, ernstige/niet ongedaan te maken effecten veroorzaken, of lood, kwik of cadmium bevatten
Noorse doelstellingen voor geldt als prioritaire chemische stoffen vóór	1996-2010	Voor gevaarlijke chemische stoffen doelstelling, dat de lozing daarvan ofwel 2010 aanzienlijk moet zijn gereduceerd (bijv. lood, cadmium, kwik, dioxinen, PAK's), of dat de productie en het gebruik ervan vóór 2005 geleidelijk moet zijn beëindigd (bijv. halonen, PCB's, PCP's)
Litouwse wet inzake beheer van waaronder afvalstoffen gebruik van	1998	Wet inzake beheer van afvalstoffen, het terugdringen van productie en chemische stoffen

---

Bron: Europees Milieuagentschap

Denemarken) en toxische afvalstoffen, alsook ongelode benzine en “vuile” dieselbrandstof.

Milieuheffingen kunnen doeltreffend zijn als zij goed zijn ontworpen en deel uitmaken van een pakket van maatregelen, waaronder het aanwenden van belastinginkomsten voor het stimuleren van acties gericht op het verminderen van de toepassing van een stof (EMA, 1996). Stoffen en producten die op dit moment in aanmerking komen voor een ecotax, zijn onder meer zware metalen, gechloreerde producten, POP's, kunstmest en pesticiden.

Andere beleidsmaatregelen waarmee het gebruik van chemische stoffen aan banden kan worden gelegd, zijn onder meer het milieubeheer- en milieuauditsysteem van de EU (EMAS), milieukeurmerken, specifiek beleid voor verontreinigde grond, en wetgeving en civiele acties op het gebied van milieuaansprakelijkheid.

#### ***Informatieverstrekking als beleidsinstrument***

Informatieverstrekking wordt bij het terugdringen van verontreiniging door chemische stoffen steeds belangrijker, niet alleen als bijkomstigheid van beleidsmaatregelen zoals regelgeving en heffingen, maar ook als afzonderlijk beleidsinstrument. Volgens de Seveso-richtlijn betreffende gevaarlijke installaties (paragraaf 13.3.1) bijvoorbeeld, moeten bedrijven aan het omwonende publiek informatie verstrekken, en de Richtlijn betreffende indeling en etikettering vereist het geven van productinformatie. De voorgestelde Europese geïntegreerde emissie-inventaris, waarvan de toegang voor het publiek is geregeld in de Richtlijn voor de geïntegreerde preventie en bestrijding van verontreiniging, zal gegevens bevatten over de chemische stoffen die bij productiefaciliteiten vrijkomen. In een aantal Europese landen (het Verenigd Koninkrijk, Nederland, Zweden, Denemarken en Frankrijk) is al het een en ander geregeld om het publiek toegang te verschaffen tot dit soort gegevens.

De OESO (OESO,1996) stimuleert initiatieven die in hun aard overeenkomen met de Amerikaanse wetgeving inzake de inventarisatie van vrijgekomen toxische stoffen, die heeft geleid tot belangrijke vrijwillige initiatieven tot reductie alsook tot een algehele vermindering van het gebruik van toxische chemicaliën in productieprocessen (Naimon, 1996).

Een ander instrument op informatiegebied is een register voor chemische producten zoals Zweden, Noorwegen, Denemarken, Finland en Frankrijk dat kennen, en dat vooral van nut kan zijn bij het opsporen van chemische stoffen in consumptiegoederen (KEMI, 1994).

#### ***Literatuuropgave***

Aguilar, A., Borrell, A. (1994). Abnormally high PCB levels in striped dolphins affected by the 1990-1992 Mediterranean epizootic. In *The Science of the Total Environment*, Vol. 154, p. 237-247.

AMAP (1997). *Persistent Organic Pollutants and Heavy Metals. Arctic Monitoring and Assessment Programme.*

Baker, J.R (1989). Pollution - associated uterine lesions in grey seals from the Liverpool Bay area of the Irish Sea. In *Veterinary Record*, Vol. 125, p. 303.

Bignert, A., Litzen, K., Odsjo, T., Olsson, M., Persson, W. en Reutergardh, L. (1995). Time-related factors influence the concentrations of sDDT, PCBs and shell parameters in eggs of Baltic Guillemot. In *Environmental Pollution*, Vol. 89, p. 27-36.

Bignert, A (1997). Comments concerning the National Swedish Contaminant Monitoring Programme in marine biota. Contaminant research group at the Swedish Museum of Natural History.

Blomkvist, G. e.a., (1992). Concentrations of sDDT and PCB in Seals from Swedish and Scottish waters. In AMBIO, Vol 21, No 8.

Borrell, A., Aguilar, A., Corsolini, S. en Focardi, S. (1996). Evaluation of toxicity and sex-related variation of PCB levels in Mediterranean striped dolphins affected by an epizootic. In Chemosphere, Vol. 32, No 12 p.2359-2369.

<b>Kader 6.4: Kosten van verontreiniging door creosoot</b>
--

<p>Houtconserveringsmiddelen worden gewoonlijk op basis van creosoot of koolteervernis gemaakt, die voor ongeveer 30% uit PAK's bestaan, of een impregnering met zwaarmetaalzouten. Voor beide typen producten geldt dat uit hout dat ermee is behandeld, verontreinigende stoffen vrijkomen die in water, bodem en sediment terechtkomen. Over het algemeen worden de externe kosten die voortvloeien uit deze verontreiniging echter niet via belastingen in de productprijs doorberekend, hoewel deze kosten aanzienlijk kunnen zijn. In Nederland worden de totale extra kosten van het verwijderen van sediment als gevolg van verontreiniging met PAK's en zware metalen geschat op circa 50 ecu/m<sup>3</sup> opgebaggerd sediment. Het verwijderen van de gecumuleerde hoeveelheid zou 1,5 miljard ecu boven de normale onderhoudskosten vergen. Uitgaande van de grenswaarde van 10 mg PAK/kg sediment kost verontreiniging met elke kilogram PAK de gemeenschap 5000 ecu. Als het gecumuleerde sediment over een periode van 20 jaar zou worden verwijderd, en voor het berekenen van de kosten uitsluitend werd uitgegaan van de 10.000 kg creosoot en teerkoolvernis die per jaar wordt gebruikt, dan zouden de kosten 7500 ecu per kg van deze producten bedragen. Zelfs een bescheiden belasting op creosoot zou al nuttig zijn voor het verrekenen van tenminste een deel van de externe kosten. Een gedeelte van deze belastinginkomsten zou dan voor het stimuleren van de ontwikkeling van alternatieven gebruikt kunnen worden. Maar ook zonder een dergelijke steun is recentelijk al een alternatief voor houtconserveringsmiddelen gevonden: stomen bij hoge druk en hoge temperatuur (Zuylen, 1995).</p>
---

CCEC, Continental Pollution Pathways (1997). An Agenda for Cooperation to address Long Range Transport of Air Pollution in North America. Council of the Commission for Environmental Cooperation, Montreal, Canada.

Commissie van de Europese Gemeenschappen (1997). Mededeling van de Commissie betreffende een communautair actieprogramma inzake met milieuverontreiniging samenhangende ziekten binnen het actiekader op het gebied van de volksgezondheid. Voorstel voor een besluit van het Europees Parlement en de Raad tot vaststelling van een communautair actieprogramma (1999-2003) inzake met milieuverontreiniging samenhangende ziekten binnen het actiekader op het gebied van de volksgezondheid (ingediend door de Commissie). COM(97) 226 def.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1996b). The European chemical industry in a worldwide perspective. Brussel.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1996c) Basic economic statistics of the European Chemical Industry 1994-1995. Brussel.

CEFIC, The European Chemical Industry Council (1997). Facts & figures - the European Chemical Industry in a Worldwide Perspective. Brussel.

Danish EPA (1998). Fourth Meeting of the Task Force on the Phase-out of Lead in Gasoline. Country Assessment Report. Final. Ministry of Environment and Energy. The Danish Environmental Protection Agency.

Danish EPA (1995). North Sea Conference, Esbjerg Declaration. 4th International Conference on the Protection of the North Sea. Esbjerg, Denemarken, juni 1995.

EMA, Europees Milieuagentschap (1996). Environmental Taxes Implementation and Environmental Effectiveness. Environmental Issues series No 1. EMA, Kopenhagen, ISBN 92-9167-000-6.

EMA, Europees Milieuagentschap (1996). The State of the European Arctic Environment. Environmental Monograph No 3. EMA, Kopenhagen.

EMA, Europees Milieuagentschap (1997). Environmental Agreements, Environmental Effectiveness: Case Studies. Environmental Issues series No 3, Vol. 2, EMA, Kopenhagen, ISBN 92-9167-055-3.

Environmental Health Perspectives Supplement Chemical Sensitivity, Vol 105, Supplement 2, 1997

Eriksson, Per (1992). Neuroreceptor and Behavioural effects of DDT and pyrethroids in immature and adult animals. In *The Vulnerable Brain and Environmental Risks*. Red.: R.L. Iassacson en K.F. Jensen. Plenum Press, New York.

European Workshop on the Impact of Endocrine Disrupters on Human Health and Wildlife, Report of Proceedings. Weybridge, Verenigd Koninkrijk, 24 december 1996. EUR 17549, 1996.

Friedlander, S. (1994). The two faces of Technology: changing perspectives in design for the environment. In *The Greening of Industrial Ecosystems*. Red.: B.R. Allenby en D.J. Richards. National Academy Press, Washington.

Global Environmental Change Programme Briefings, The Environmental Threat to Human Intelligence, C. Williams, No 13, juni 1997. Universiteit van Sussex, Brighton, Verenigd Koninkrijk.

Greenpeace (december 1993). The North Sea Invisible Decline \_ environmental problems in the North Sea. Greenpeace International European Unit, Brussel, België.

Haigh, N. (1994). Legislation for the control of chemicals. Institute for European Environment Policy, Londen, Verenigd Koninkrijk.

Helle, E. (1997). Numbers and reproduction of the ringed seal in the Bothnian Bay, Northern Baltic Sea. Baltic Seals 94 Conference, 1994. Updated information received by personal communication (1997).

Jensen, A.A. (1996). Environmental and occupational chemicals. Drugs and human lactation. Elsevier Science Publishers B.V.

Johnston, P.A., Stringer, R.L. en Santillo, D. (1996). Effluent Complexity and Ecotoxicology: Regulating the variable within varied systems. In Toxicology and Ecotoxicology News, Vol. 3 (4), p. 115-120.

KEMI (1994). Chemical Substances Lists. the Swedish National Chemicals Inspectorate, Sunset project, Report No 10.

Naimon, J.S. (ter perse). Toxic chemical information programs: Lessons from the USA Experience.

OESO (1996). Statistics Inland Water 1996.

Pacyna, J.M. (1996). Atmospheric emissions of heavy metals for Europe. International Institute for Applied Systems Analysis, Hagan, Noorwegen.

Reijnders, P.J.H. (1986). Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters. In *Nature*, Vol. 324, p. 457-457.

Rühling, Å. (red.) (1994). Atmospheric heavy metal deposition in Europe - estimations based on moss analysis. Nordic Council of Ministers. Nord 1994:9.

Stebbing, A.R.D. e.a. (1992). Overall summary and some conclusions from the Bremerhafen workshop. Marine Ecology Progress Series 91.

Stigliani & Anderberg (1994). Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development. Red.: Ayres & Simonis, UN University.

Swedish EPA (1993a). Environment and Public Health. Report 4182.

Swedish EPA (1993b). Persistent organic pollutants and the environment. The environment in Sweden Status and trends. Solna, Zweden.

Swedish EPA (1996). POP Stabila Organiska Miljögifter, Stort eller litet problem, Report 4563.

Teknologi-radet (1997). The non-assessed chemicals in EU. Presentations from the conference 30 October 1996. Report of the Danish Board of Technology 1997/1. ISBN 87-90221-19-2.

UK Environment Agency (1996). Viewpoints on the Environment. Developing a national environmental monitoring and assessment framework.

Umweltbundesamt and TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation (1997). The European Emission Inventory of Heavy Metals and Persistent Organic Pollutants for 1990.

ECE (1997). Annual Review - the Chemical Industry in 1995 Production and Trade Statistics 1992-1994.

van Leeuwen, J.C. e.a. (1996). Risk assessment and management of new and existing chemicals. In *Environmental Toxicology and Pharmacology* 2.

Walker, C.H. en Livingstone, D.R. (1992). Persistent pollutants in marine ecosystems. A special publication of SETAC. Pergamon Press, Oxford.

Wania, F. en Mackay, D. (1996). Tracking the distribution of persistent organic pollutants. In *Environmental Science & Technology News*, Vol. 30, No 9.

WHO (1995a). Concern for Europe's tomorrow, health and the environment in the WHO European Region. World Health Organisation, European Centre for Environment and Health, Wiss. Verl.-Ges., Stuttgart, Germany.

WHO (1996b). Levels of PCBs, PCDDs and PCDFs in human milk. *Environmental Health in Europe*, No 3,



WHO (1996). Environment and Health 1 Overview and Main European Issues. World Health Organisation, European Centre for Environment and Health and European Environment Agency, ISBN 92-890-1332-X.

Williams, C. (1997). Terminus Brain: the environmental threats to human intelligence. Cassel, Londen, Verenigd Koninkrijk.