



GIF **BLOEDLINK**

HET VERHAAL DAT NIEMAND WIL HOREN



GREENPEACE

GIF  **BLOEDLINK**

HET VERHAAL DAT NIEMAND WIL HOREN

COLOFON

© april 2004
Stichting Greenpeace Nederland
Veemkade 18-20
1019 GZ Amsterdam
0800-422 33 44
www.greenpeace.nl

ISBN 90-73361-84-2

Tekst: Jacqueline Schuiling
Begeleiding: Monique Harthoorn
Met medewerking van: Wytze van der Naald

Ontwerp: Mels grafische vormgeving, Hoorn
Foto's omslag: Image Source; Howard Suzuki

Geproduceerd op chloorvrij gerecycled papier.

***‘Als een stof accumuleert in de voedselketen,
moet er altijd een alarmbelletje gaan rinkelen.’***

Prof. Martin van den Berg

***‘Broomhoudende vlamvertragers hebben we van
hoog tot laag in de voedselketen gevonden.’***

Dr. Jacob de Boer

***‘In Nederlandse wateren zijn purperslak én wulk
vrijwel verdwenen, waarschijnlijk mede door
blootstelling aan organotinverbindingen.’***

Dr. Bert van Hattum

***‘Recent Duits onderzoek toonde aan dat we via
ons voedsel zijn blootgesteld aan nonylfenolen.’***

Dr. Pim de Voogt

***‘De foetus is de zwakke schakel als het gaat om
blootstelling aan schadelijke stoffen.’***

Dr. Vyvyan Howard

***‘We wéten dat het milieu is vervuild, maar nu is
de vraag of de mens zelf ook vervuild is.’***

Prof. Greet Schoeters

***‘Ik ben een felle voorstander van het voorzorgprincipe.
Dat hoort bij mijn vak als arts, vind ik.’***

Dr. Gavin ten Tusscher

INHOUD

SAMENVATTING	7	7 - BAANBREKEND BELEID	26
EXECUTIVE SUMMARY	8	7.1 De zin van regels 26	
INTRODUCTIE	9	7.1.1 Erfenis 26	
		7.1.2 Dalende concentraties 27	
1 - HOE DE CHEMIE DE WERELD VEROVERDE	10	7.2 Nederland: SOMS 27	
1.1 Van fabriek naar sediment 10		7.2.1 Nieuw stoffenbeleid 27	
1.2 Liften op luchtstromen 10		7.2.2 In de ijskast... 27	
1.3 Gif kent geen grenzen 10		7.2.3 ...maar ook weer niet 27	
1.4 Een stoet dieren 11		7.2.4 Vergunningenbeleid 27	
		7.3 Europa: REACH 27	
2 - HORMONEN IN DE WAR	12	7.3.1 Hervorming chemicaliënbeleid 27	
2.1 <i>Dirty dozen</i> : dunne eischalen 12		7.3.2 Afgezwakt voorstel 28	
2.2 'Nieuwe' stoffen: het verkeerde geslacht 13		7.3.3 Stoffen buiten schot 28	
2.3 Zeehondensterfte 13			
		8 - CONCLUSIES EN EISEN	29
3 - VERZAMELAAR EN DOORGEEFLUIK	14		
3.1 Bewoners van de noordpool 14		9 - TOT SLOT: EEN SAMENVATTING IN 4 VRAGEN	30
3.2 Schildklier en hypofyse 14			
3.3 Van moeder op kind 15		10 - INTERVIEWS	31
3.4 Prenataal 15		Dr. Jacob de Boer 32	
3.5 Jonge kinderen 15		Prof. Martin van den Berg 34	
		Dr. Gavin ten Tusscher 36	
4 - ZIEK VAN GIF	16	Dr. Vyvyan Howard 38	
4.1 Niet-infectieziekten 16		Prof. Greet Schoeters 40	
4.2 Trage hersenen, slechte longen 16		Dr. Pim de Voogt 42	
4.3 Schildklierhormoon 16		Dr. Bert van Hattum 43	
4.4 Borstontwikkeling 19			
4.5 Miskramen 19		11 - AFKORTINGEN	44
5 - ONDERZOEK NAAR ONZICHTBARE CHEMIE	20	12 - LITERATUURLIJST	45
5.1 Stoffen in producten 20			
5.2 Huisstof 20		FACTSHEETS	49
5.3 Regenwater 21		Broomhoudende vlamvertragers 50	
5.4 Amerikaanse biomonitoring 22		Ftalaten 52	
5.5 Europese biomonitoring 22		Organotinverbindingen 54	
5.6 Greenpeace en bloedonderzoek 23		Alkylfenolen 56	
		Synthetische muskverbindingen 58	
6 - KOPLOPERS EN ACHTERBLIJVERS IN DE INDUSTRIE	24		
6.1 Groeicijfers 24			
6.2 Onbedoelde effecten 24			
6.3 Alternatieven 24			
6.4 Innovatie 24			
6.5 Koplopers 25			
6.6 Nederlandse bedrijven 25			

SAMENVATTING

De chemische industrie is spectaculair gegroeid sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw. Meer dan 100.000 verschillende chemicaliën zijn inmiddels op de markt, die onder meer worden verwerkt in talloze consumentenproducten. Nuttige en handige artikelen, die het leven makkelijker en aangener maken. Maar veel kunstmatige stoffen hebben een akelig luchtje: ze zijn schadelijk voor mens, dier en milieu.

Schadelijke stoffen zijn overal. Van de Alpen tot het kwetsbare noordpoolgebied vinden we stoffen terug, die in enorme hoeveelheden worden geproduceerd in de geïndustrialiseerde wereld. Op lucht en waterstromen reizen ze over de hele wereld. Ze breken slecht af en hopen zich op in de voedselketen. Onvermijdelijk belanden veel stoffen uiteindelijk in de lichamen van mens en dier.

Greenpeace publiceerde de afgelopen decennia diverse rapporten die op een rij zetten wat de effecten kunnen zijn van chemische stoffen, als ze eenmaal zijn terechtgekomen in milieu, mens en dier. Bij dieren vonden onderzoekers een duidelijke relatie tussen schadelijke stoffen en tal van gezondheidseffecten. Maar ook in de lichamen van mensen troffen ze schadelijke chemicaliën aan.

‘De zwakke schakel’ noemt wetenschapper Vyvyan Howard het ongeboren kind. Moeders kunnen schadelijke stoffen ongewild doorgeven aan hun kind, zowel tijdens de zwangerschap als via de borstvoeding. De onbeschermde foetus is uiterst kwetsbaar voor hormoonverstorende stoffen. Kleine hoeveelheden tijdens de ontwikkeling kunnen grote gevolgen hebben voor de gezondheid als volwassene.

Hoe komen schadelijke stoffen terecht in de lichamen van mens en dier? Greenpeace analyseerde dagelijkse producten, maar ook huisstof en regenwater op ‘nieuwe’, nog weinig onderzochte stoffen als ftalaten en broomhoudende vlamvertragers. De uitkomsten bevestigen het vermoeden dat deze stoffen uit de producten ‘leken’. In een vervolgonderzoek zal Greenpeace Nederland in bloedmonsters van mensen en (huis)dieren onderzoeken of de stoffen waaraan we blootstaan ook

daadwerkelijk terechtkomen in onze lichamen. De chemische industrie produceert schadelijke chemicaliën en tal van bedrijven passen ze toe in producten en productieprocessen. Ook in producten die we dagelijks gebruiken, zoals computers, bankstellen en cosmetica. Nederlandse bedrijven dragen hun steentje bij aan die chemische vervuiling: vier van de vijf schadelijke stoffen die Greenpeace onderzoekt, worden hier geproduceerd.

Substitutie, het vervangen van schadelijke stoffen door onschadelijke alternatieven, is de enige mogelijkheid om ons en generaties na ons te vrijwaren van een giftige erfenis waarvan de gevolgen niet te overzien zijn. Voor veel schadelijke stoffen of toepassingen bestaan al alternatieven. Koplopers in het bedrijfsleven gebruiken ze, of zetten hun innovatieve krachten in om onschadelijke alternatieven te ontwikkelen.

Maar helaas staan veel andere bedrijven niet te trappelen om hun schadelijke stoffen te vervangen. Daarom moeten overheden hen daartoe verplichten. In Nederland én in Europa is recent chemicaliënbeleid ontwikkeld, dat het voorzorgprincipe als uitgangspunt heeft en een belangrijke rol toekent aan substitutie. Greenpeace wil dat politici deze kans aangrijpen om het milieu en onze gezondheid daadwerkelijk te beschermen tegen schadelijke stoffen.

In deze publicatie zet Greenpeace nog eens op een rij waarin schadelijke stoffen zijn aangetroffen en wat de mogelijke effecten zijn op mens, dier en milieu. Wat doen industrie en politiek en wat zou er moeten gebeuren? Zeven wetenschappers geven antwoord op dezelfde vragen, in vijf uitgebreide en twee kortere interviews. Tot slot bieden vijf factsheets gedetailleerde informatie over de vijf stoffen waarop Greenpeace zich concentreert: broomhoudende vlamvertragers, ftalaten, organotinverbindingen, alkylfenolen en synthetische muskverbindingen.

EXECUTIVE SUMMARY

The chemical industry has seen a spectacular growth since the fifties era of the last century. There are now more than 100,000 different chemicals available on the market. They are often incorporated into countless consumer products, useful and handy articles which make life easier and more pleasant. However the many artificial substances they contain leave a nasty after taste: they are harmful to humans, animals and the environment.

Hazardous chemicals can be found everywhere. The presence of chemicals produced in vast quantities in the industrial world can be found from the Alps to the vulnerable North Pole regions. They travel on air and in water streams throughout the world. They do not biodegrade easily and accumulate into food chains. It is therefore unavoidable that a lot of chemical substances eventually end up in the human body or in animals.

Greenpeace has published various reports over the last few decades which clearly state what effects these chemical substances can have if they end up in the environment, in humans or animals. Researchers found a clear relationship between hazardous chemicals and numerous health problems in animals but they also found hazardous chemicals in human bodies too.

The scientist Vyvyan Howard refers to the unborn child as 'the weak link'. Mothers can unwillingly pass on hazardous chemicals to their child during pregnancy and through breastfeeding. The unprotected foetus is extremely vulnerable for such hormone disturbing substances. Exposure to small amounts during early development can lead to serious consequences for an adult's health.

Yet how do such hazardous chemicals enter into the body of a human or animal? Greenpeace analysed not only products in daily use but also house dust and rainwater on 'new' and little researched chemicals such as phthalates and brominated flame retardants. The results confirm the suspicion that these chemicals 'leak' from products. A follow up investigation to be conducted by Greenpeace Netherlands taking blood samples from

humans and (pet) animals will research whether the chemicals to which we are exposed actually end up in our bodies.

The chemical industry produces hazardous chemicals and numerous companies apply them in their products or production processes. They are present in products that we use on a daily basis such as computers, sofas and cosmetics. Dutch companies make their contribution to chemical pollution. Four out of five hazardous chemicals which Greenpeace researched are produced here.

Substitution, the replacement of hazardous chemicals with harmless alternatives, is the only option to rid us and the generations to follow of a poisonous legacy, the consequences of which are incalculable. There are already alternatives available for many hazardous chemicals or applications. Leaders in the field of industry are using them or are using their innovative powers to develop safe alternatives.

However, many other companies are not acting to replace hazardous chemicals. For this reason, it must be made obligatory for them to do so by those in government positions. A chemical policy has recently been developed in the Netherlands and in Europe which uses the precautionary principle as its starting point and recognises the importance of substitution. Greenpeace calls on politicians to grasp this opportunity to literally protect our environment and health against hazardous chemicals.

With this publication Greenpeace will yet again expose where hazardous chemicals are found and the possible effects on humans, animals and the environment. What are politicians and industry doing about the situation and what should be happening? Seven scientists answer the same questions in five extensive and two short interviews. Finally five fact sheets provide detailed information on the five substances on which Greenpeace is focussing: brominated flame retardants, phthalates, organotins, alkylphenols and synthetic musks.

INTRODUCTIE

'Afgaand op wat we weten over de manier waarop chemicaliën inwerken op het milieu, zou je kunnen zeggen dat we een gigantisch experiment uitvoeren op mensen en alle andere levende wezens. Wij vinden dat onacceptabel.'

Sir Tom Blundell, voorzitter van de Britse Royal Commission on Environmental Pollution, juni 2003

Dit rapport vertelt het verhaal dat niemand wil horen. Over chemicaliën die zich verspreiden over de hele wereld en slecht afbreken in het milieu. Hoe ze zich ophopen in de voedselketen. Dat onderzoekers ze dus terugvinden in sedimenten, zeesterren, aalscholvers, walvissen en ijsberen. Het gaat over stoffen als PCB's en dioxinen, waarover we relatief veel weten. Maar ook over 'nieuwe' stoffen als broomhoudende vlamvertragers (hfd. 1).

Het verhaal vertelt over wetenschappers die de chemische stoffen in verband brachten met lege eischalen van vogels, tweeslachtige ijsberen en zieke zeehonden (hfd. 2). En hoe duidelijk werd dat de stoffen ook schadelijk kunnen zijn voor mensen. Logisch, want mensen staan helemaal bovenaan de voedselketen, waarin de stoffen zich hebben opgestapeld. Op het topje daarvan balanceren de (ongeboren) kinderen. Zij krijgen via navelstreng en moedermelk relatief hoge doses binnen, op een moment dat de chemicaliën hun ontwikkeling het meest kunnen schaden (hfd. 3). Stoffen die ervan worden verdacht de immuun- en voortplantings-systemen of de hersenontwikkeling te kunnen verstoren (hfd. 4).

Dát verhaal wil niemand horen. Want de schadelijke stoffen zitten ook nog eens in talloze dagelijkse producten, waarvan we niet meer weten hoe we zónder moeten leven, zoals textiel, elektronica en cosmetica bijvoorbeeld. Greenpeace vond ze terug in kantoor- en huisstof en in Nederlands regenwater: onderzoeken die bevestigen dat de stoffen uit die producten kunnen lekken. Recente Amerikaanse en Europese studies tonen in bloed, urine en vetweefsel van mensen aan, dat deze chemische stoffen in soms verontrustende concentraties zijn terechtgekomen in onze lichamen. Greenpeace Nederland

onderzoekt vanaf april 2004 in hoeverre 'nieuwe' schadelijke stoffen aantoonbaar zijn in het bloed van mens en dier in Nederland (hfd. 5).

Mensen willen dit verhaal pas horen als er ook een *happy end* bij wordt geleverd. Dat kan. Want er bestaan al vele alternatieven voor de veelgebruikte schadelijke stoffen en producten. Koplopers in de (chemische) industrie en producenten van consumentenartikelen gebruiken ze, of ontwikkelen zelf onschadelijke alternatieven (hfd. 6). Nederlandse en Europese overheden ondernemen serieuze pogingen om de achterblijvers te dwingen tot aansluiting bij die kopgroep en substitutie te verplichten. Soms hebben ze daarbij een zetje nodig van verontruste burgers en organisaties, die willen dat hun milieu en gezondheid worden beschermd tegen de effecten van schadelijke stoffen (hfd. 7).

Dit rapport zet de feiten op een rij over vijf 'nieuwe' schadelijke stoffen. En het laat zeven wetenschappers aan het woord, die prikkelende opmerkingen en deskundige nuancerings leveren naar aanleiding van recente onderzoeken. Hoe sterk hun visies soms ook uiteenlopen, over één ding is vrijwel iedereen het eens: dit soort stoffen horen niet thuis in ons milieu en in de lichamen van dieren en mensen. En zeker niet in de lichamen van (ongeboren) kinderen. Daarom is het de moeite waard dit verhaal wél te horen.

1 - HOE DE CHEMIE DE WERELD VEROVERDE



ANP/Heuff

‘We weten van negentig procent van alle gebruikte stoffen vrijwel niets. Het wordt hoog tijd dat we de risico’s in kaart brengen.’

Prof. Dr. Kees van Leeuwen, RIVM (NRC 16/03/2001)

Schadelijke stoffen zijn overal. Van de Alpen tot het kwetsbare noordpoolgebied vinden we stoffen terug, die ooit werden geproduceerd in geïndustrialiseerde landen. Op lucht- en waterstromen reizen ze over de hele wereld. Ze zijn al in kleine hoeveelheden uiterst giftig, breken moeilijk af in het milieu en hopen zich op in de voedselketen. Onvermijdelijk belanden veel stoffen uiteindelijk in milieu, mens en dier. Toch voegt de industrie dagelijks nieuwe stoffen toe aan de lijst met notoir schadelijke chemicaliën.

1.1 VAN FABRIEK NAAR SEDIMENT

De *boom* van de chemische industrie in de afgelopen eeuw is spectaculair. Wereldwijd steeg de productie van door mensen gemaakte chemicaliën van 1 miljoen ton (1930) naar 400 miljoen ton nu (WWF, 2003). Dat leverde de consument veel handige plastic gebruiksartikelen op, zepen en shampoos met lekkere luchtjes, schimmelwerende verven en gordijnen die minder snel in brand vliegen. Maar aan deze nuttige producten blijkt decennia later een

akelig luchtje te kleven. Onze chemische geschiedenis is inmiddels ook af te lezen op plaatsen waar we dat liever niet zien: in het sediment van subarctische meren in Finland bijvoorbeeld. Onderzoekers vonden in de diepere lagen, ontstaan in de jaren twintig en veertig van de vorige eeuw, nauwelijks meetbare concentraties PCB’s en dioxinen. Maar in het sediment aan de oppervlakte troffen ze deze stoffen aan in ‘hedendaagse’ concentraties (Vartiainen et al. 1997).

1.2 LIFTEN OP LUCHTSTROMEN

De noordpool is al decennialang de giftige vergaarbak van de geïndustrialiseerde wereld. De chemicaliën zijn afkomstig van fabriekspijpen, vuilnisbelten, afvalverbranders en vervuilde gebieden elders in de wereld. Als een sprinkhaan of in één grote beweging – daarover zijn wetenschappers het nog niet eens – liften ze mee op lucht- en waterstromen en verspreiden zich over de hele wereld.

Bij voorkeur trekken ze van warme streken als Azië naar koude oorden. Daar slaan de stoffen neer op de bodem en breken door de ijzige kou nog langzamer af dan ze al doen in tropische of gematigde regio’s (Wania & Mackay 1993 en 1996, Bard 1999). Zelfs als we nu zouden stoppen met de uitstoot van schadelijke stoffen, dan zijn ze nog decennialang te vinden in het noordpoolgebied (Bard 1999).

1.3 GIF KENT GEEN GRENZEN

Ook uit andere studies blijkt dat vrijwel geen gebied ter aarde meer vrij is van schadelijke stoffen. Onderzoekers van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) – in opdracht van Greenpeace – vonden in de Alpen schadelijke stoffen als PCB’s, broomhoudende vlamvertragers en ftalaten, onder meer in bergforellen (Krautter et al. 2002). En in drie rapporten (Allsopp et al. 2000a, Allsopp et al. 2000b, Allsopp et al. 2001) vatte Greenpeace bestaand

SCHADELIJKE STOFFEN: OUD EN NIEUW

PCB’s en dioxinen behoren tot de schadelijkste – en meest onderzochte – groep stoffen die de mens ooit in het milieu heeft gebracht. Maar inmiddels heeft de chemische industrie alweer talloze nieuwe stoffen toegevoegd aan dit bekende lijstje. Broomhoudende vlamvertragers, alkylfenolen, muskverbindingen, organotins, ftalaten... Ook deze stoffen verspreiden zich over de hele wereld, via lucht en water. Oude én nieuwe stoffen zijn aangetroffen in de lichamen van ijsberen, wilde valken, krokodillen, potvissen en mensen. Recent onderzoek wijst erop dat deze schadelijke stoffen kunnen ‘leken’ uit tal van dagelijkse producten (Greenpeace Nederland 2001 en 2003, Santillo et al. 2003).

wetenschappelijk onderzoek samen naar de concentraties en effecten van schadelijke stoffen in Azië, Latijns Amerika en in Europa rond de Oostzee. Conclusie: gif kent geen grenzen. Of het nou DDT is afkomstig van de Nicaraguaanse katoenteelt of chloor uit de Scandinavische papierindustrie, de stoffen komen uiteindelijk terecht in het milieu en verspreiden zich vandaar over de hele wereld. Hoogstens verschilt het tempo per regio: in Zuidoost-Azië zorgen hitte en zware regenval voor een snelle uitstoot van schadelijke stoffen naar de atmosfeer (Allsopp et al. 2000a).

1.4 EEN STOET DIEREN

In 'Het topje van de ijsberg' (1999) onderzocht Greenpeace onder meer waar die stoffen terechtkomen. Broomhoudende vlamvertragers zijn bijvoorbeeld aangetroffen in een hele stoet dieren: aangespoelde potvissen en dwergvinvissen, haringen en zeehonden uit de Baltische Zee, rivierzalm, konijnen, elanden, rendieren en Arctische zalmforellen uit Zweden, Scandinavische zeekoeteieren, visarenden en grienden. Hoe hoger het dier in de voedselketen staat, hoe hoger de aangetroffen concentraties (De Boer et al. 1998, Haglund et al. 1997, Sellstrom et al. 1993).

Wrangle conclusie is dat de speklaag, die mensen en dieren juist moet beschermen tegen de extreem lage temperaturen, hen extra gevoelig maakt voor

NIET WEG TE BRANDEN: PERSISTENT

DDT, PCB's en dioxinen behoren tot de zogenoemde *dirty dozen*, een groep zeer schadelijke stoffen. Productie en gebruik van deze twaalf chemicaliën zijn inmiddels wereldwijd verboden of sterk aan banden gelegd in de Stockholm Convention. Dit verdrag van de Verenigde Naties kwam tot stand in 2001 en wordt in mei 2004 van kracht. Maar dit soort stoffen is persistent: ze breken slecht af en zijn dus nog decennialang terug te vinden in het milieu. De voortdurende aanwezigheid van PCB's maakt duidelijk wat ons te wachten staat met 'nieuwe' stoffen als broomhoudende vlamvertragers. In Nederland zijn PCB's al sinds de jaren tachtig verboden, maar nog in 2000 adviseerde de overheid de bevolking geen paling te eten uit de grote rivieren: de hoeveelheid PCB's in de vis bleek te hoog. En in 2003 onderzocht het Wereld Natuur Fonds het bloed van 155 vrijwilligers in Groot-Brittannië, een land dat PCB's ook al uitbande in de jaren zeventig. Hun lichamen bleken één voor één vervuild met onder meer PCB's (WWF 2003).

schadelijke stoffen die makkelijk oplossen in vet. Ze hopen zich op in het vetweefsel: walvissen, ijsberen en andere dieren met een flinke speklaag, die lang leven en hoog in de voedselketen staan, verzamelen de hoogste concentraties in hun lichamen. De karkassen van potvissen die aanspoelen op het Nederlandse strand bevatten zoveel gif, dat ze worden verwerkt als chemisch afval (www.noordzee.org).



EEN OMGEKEERDE PIRAMIDE: BIOACCUMULATIE

Uiteindelijk komen veel schadelijke stoffen terecht in ons lichaam via de voedselketen. De gekweekte Schotse zalm, die Amerikaanse onderzoekers ons begin 2004 ontraadden, laat zien hoe dat in z'n werk gaat (Hites et al. 2004). Het dieet van deze kweekzalm bestaat uit gedroogde brokjes vissen, die via plankton uit de Atlantische Oceaan talloze gifstoffen hebben opgenomen. In dat plankton zit misschien maar een beetje gif, maar een vis eet veel plankton. En de Schotse zalm krijgt weer veel van die vissen voorgeschoteld. Zo komen – ook in de natuur – de meeste schadelijke stoffen terecht in dieren die hoog in de voedselketen staan, zoals ijsberen en walvissen. Het is een soort omgekeerde piramide waarin het gif zich opstapelt, met de mens helemaal bovenaan. Hoe groot de gevolgen kunnen zijn van bioaccumulatie, bleek uit onderzoek naar vogeleieren bij het Ontariomeer in de Verenigde Staten. De concentratie PCB's in de eieren was 25 miljoen maal hoger dan die in het water, waaruit de vogels hun vis haalden (Colborn et al. 1996). De risico's van bioaccumulerende stoffen zijn niet te beheersen: eenmaal in het milieu terechtgekomen is volkomen onduidelijk hoeveel een individu tijdens haar of zijn leven verzamelt – en doorgeeft.

2 - HORMONEN IN DE WAR

‘Eind jaren negentig troffen we broomhoudende vlamvertragers ook aan in potvissen, die hun voedsel vinden in diepe wateren. Dat betekent dus dat deze stoffen wereldwijd zijn verspreid.’

Dr. Jacob de Boer, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (Greenpeace Nederland Magazine 2001-2)

Miljoenen tonnen chemicaliën die in het milieu terecht komen: dat móet wel effecten hebben op het leven op aarde. Maar welke? Bij dieren vonden onderzoekers een duidelijke relatie tussen schadelijke stoffen en tal van gezondheidseffecten. Een van de minst zichtbare, maar zeer ingrijpende effecten is de verstoring van het hormoonstelsel.

2.1 DIRTY DOZEN: DUNNE EISCHALEN

Al sinds de jaren zestig vermoeden onderzoekers een verband tussen de hormoonverstorende werking van stoffen die behoren tot de *dirty dozen* (zie kader ‘Niet weg te branden’ in hfd. 1) en talloze verschijnselen bij in het wild levende dieren. In ‘Poisoning the



GP/Tipton

Future’ – in het Nederlands samengevat onder de titel ‘Kleine hoeveelheden, grote gevolgen’ – zette Greenpeace in 1997 de stand van zaken op een rij. Voortplantingsproblemen bij zeehonden in de Waddenzee en Nederlandse aalscholvers met dunne eischalen en minder kuikens, leken in verband te staan met ernstige waterverontreiniging.

Ook gedragsstoornissen bij meeuwen schreven onderzoekers toe aan mogelijke hormoonverstorende stoffen. En bij Spitsbergen troffen onderzoekers twee ijsberen aan met mannelijke én vrouwelijke geslachtsorganen, en twee ijsberen met misvormde geslachtsorganen. Vermoedelijke oorzaak: hoge doses PCB’s en andere schadelijke stoffen (Wiig et al. 1998).



GP/Beltra



CP/Gleizes

2.2 'NIEUWE' STOFFEN: HET VERKEERDE GESLACHT

'Nieuwe' schadelijke stoffen kunnen vergelijkbare hormoonverstorende effecten hebben. Dat blijkt uit vele onderzoeken onder uiteenlopende dieren over de hele wereld.

- In 1991 trof dr. Cato ten Hallers-Tjabbes in de Noordzee vrouwtjeswulken aan met een penis; in de jaren daarna toonde zij een verband aan met de schadelijke organotinverbinding tributyltin (TBT) die lekt uit scheepsverf (G.C. Cadee et al. 1995).
- Bisfenol-A, een stof die veel wordt toegepast in plastics, leidde – na blootstelling aan concentraties zoals ze ook voorkomen in het milieu - tot geslachtsverandering bij Zuid-Amerikaanse breedbekkaaimannen (C. Stoker et al. 2003).
- Alkylfenolen, gebruikt in onder meer de textielindustrie, leken geslachtsveranderingen te veroorzaken in oesters en zebra-visjes (E.H. Nice et al. 2003). En de hormoonverstorende effecten van nonylfenolen bleken onder meer uit Brits onderzoek, waarbij in de testes van mannelijke vissen cellen werden aangetroffen die eitjes produceerden. De vissen zwommen benedenstrooms in de rivier Aire in 'gereinigd' afvalwater van de textielindustrie (Environment Agency of England and Wales, 1998).

2.3 ZEEHONDENSTERFTE

De massale sterfte onder Europese zeehonden (1988 en 2002) en dolfijnen in de VS en de Middellandse Zee (jaren negentig) werd veroorzaakt door een verwant virus. Onderzoekers maakten aannemelijk dat de dieren op grote schaal werden getroffen, omdat hun immuunsysteem was aangetast. Experimenten wezen uit dat schadelijke stoffen in het zeewater daarvoor verantwoordelijk konden zijn. Zeker is dat de leefomgeving van de zeehonden en de dolfijnen sterk is verontreinigd. Niet alleen met

'oude' schadelijke stoffen als PCB's en dioxinen, waarnaar relatief veel onderzoek is gedaan, maar ook met broomhoudende vlamvertragers en organotinverbindingen. Viroloog professor Ab Osterhaus stelde naar aanleiding van de jongste uitbraak van het zeehondenvirus: 'Als er geen normen worden gesteld met betrekking tot de productie van gebromeerde vlamvertragers zouden deze stoffen in het aquatisch milieu wellicht een vergelijkbaar probleem kunnen veroorzaken als de PCB's.' (Haydar et al. 2002).

HARDE BEWIJZEN?

De werking van chemicaliën is uiterst moeilijk te doorgronden. De factoren die het gedrag van chemische stoffen bepalen zijn complex. En de ecosystemen en levende organismen waarin ze terecht komen zijn al net zo ingewikkeld. Dat maakt harde bewijzen over de schadelijkheid moeilijk. Onderzoekers kunnen in laboratoria vaak wel aangeven wat de effecten zijn van één afzonderlijke chemische stof. Twee stoffen combineren is al een stuk moeilijker (Axelrad et al. 2002, 2003). Maar het effect van de totale chemische cocktail waaraan mensen en dieren blootstaan in *real life*? Bovendien staat veel onderzoek nog in de kinderschoenen.

Pas sinds kort ontrafelen wetenschappers de effecten van blootstelling aan constante, lage doses – in plaats van de hoge doses waarnaar vaak werd gekeken (Dorey, 2003). En ze onderzoeken de effecten van combinaties van chemische stoffen. Duidelijk is dat we meer niet dan wel weten over de effecten van chemicaliën. Maar wát onderzoekers inmiddels hebben bewezen of sterk vermoeden, is zeer verontrustend.

3 - VERZAMELAAR EN DOORGEEFLUIK

‘Berekend is dat elk individu in onze maatschappij, volwassen of kind, rond de 3.000 of meer chemicaliën met zich meedraagt die niet aanwezig waren in de lichamen van hun grootouders.’

Giorgi Tamburlini et al. (WHO/EEA, 2002)

‘De zwakke schakel’ noemt wetenschapper Vyvyan Howard het ongeboren kind. Moeders kunnen schadelijke stoffen ongewild doorgeven aan hun kind, zowel tijdens de zwangerschap als via de borstvoeding. De onbeschermd foetus is uiterst kwetsbaar voor hormoonverstorende stoffen. Kleine hoeveelheden tijdens de ontwikkeling kunnen grote gevolgen hebben voor de gezondheid als volwassene.

3.1 BEWONERS VAN DE NOORDPOOL

Mensen die afhankelijk zijn van een vetrijk dieet, blijken evenals dieren extreem veel schadelijke stoffen in hun lichaam op te stapelen. Pijnlijk duidelijk werd dat bij de Inuit in Canada en Groenland, ver verwijderd van de geïndustrialiseerde wereld. Zij eten vooral dieren die in hun speeklaag al hoge doses schadelijke stoffen hebben opgeslagen: walvissen, zeehonden en ijsberen.

De Canadese epidemioloog dr. Eric Dewailly, die in 1987 zocht naar schadelijke stoffen in de moedermelk van vrouwen uit geïndustrialiseerde steden ontdekte tot zijn verbijstering dat de borstvoeding van zijn controlegroep (Inuit-vrouwen) zeven keer zoveel PCB's bevatte. Tussen 1994 en 2001 analyseerde hij naast moedermelk ook 251 monsters navelstrengbloed van pasgeboren Inuit-kinderen. De Canadees vond over de hele linie hoge doses PCB's, DDT en andere schadelijke stoffen.

Lichtpuntje in zijn onderzoek is dat de concentraties wel lijken te dalen, vermoedelijk omdat het voedingspatroon van de Inuit verandert of omdat hun voedsel minder vervuild is (Dallaire et al. 2003). Maar de concentraties blijven zeer hoog: ook een wetenschappelijk consortium van acht arctische landen onderzocht het navelstrengbloed en de moedermelk van Inuit. In de afgelegen dorpen van Groenland bleken de gemiddelde concentraties PCB's en kwik twintig tot vijftig keer hoger dan in stedelijke gebieden in de VS en Europa (AMAP, 2003).

3.2 SCHILDKLIER EN HYPOFYSE

De hormoonverstorende effecten van schadelijke stoffen zijn een groot en groeiend probleem. Het afgelopen decennium stonden vooral de mogelijke effecten van pseudo-oestrogene chemische stoffen op de hormoonhuishouding in de wetenschappelijke belangstelling. Deze stoffen bootsen de werking na van het vrouwelijke geslachtshormoon oestrogeen en kunnen de voortplanting ernstig verstoren. Bijvoorbeeld: als een genetisch mannelijk embryo wordt blootgesteld aan zo'n schadelijke stof, kan dat de ontwikkeling van zijn mannelijke geslachtsorganen negatief beïnvloeden (Skakkebaek et al. 2001).

Recentere studies bestuderen ook hoe chemische stoffen de schildklier en de hypofyse (hersenklier) kunnen beïnvloeden. De schildklier speelt een grote rol in de hersenontwikkeling van (ongeboren) kinderen: als de werking van het schildklierhormoon wordt verstoord, kan dat enorme gevolgen hebben voor de ontwikkeling van de hersenen en het zenuwstelsel (Zoeller et al. 2002).



3.3 VAN MOEDER OP KIND

Schadelijke stoffen kunnen via de moeder terechtkomen in de lichamen van (ongeboren) kinderen. De stoffen die vrouwen tijdens hun leven opslaan in het vetweefsel, komen daaruit vrij als die vetreserves worden aangesproken. Dus ook tijdens de zwangerschap en het voeden met moedermelk. Uit dierstudies blijkt dat ftalaten door de placenta kunnen dringen én in borstvoeding kunnen terechtkomen (Dostal et al. 1987, Parmar et al. 1985, Srivasta et al. 1989). Veel ophef veroorzaakte het onderzoek naar moedermelk van Zweedse vrouwen sinds 1972: de concentraties broomhoudende vlamvertragers verdubbelden elke vijf jaar, in een periode van 25 jaar (Meironyte et al. 1999). Maar ook muskverbindingen (Rimkus et al. 1994) en nonylfenolen komen voor in moedermelk (Guenther et al. 2002).

Ondanks deze verontrustende berichten benadrukken vrijwel alle wetenschappers, dat moeders vooral niet moeten ophouden met borstvoeding. Dit biedt in de meeste gevallen nog steeds de beste afweer- en voedingsstoffen voor baby's. Juist daarom is het zo belangrijk dat borstvoeding niet wordt vervuild.

3.4 PRENATAAL

Nonylfenolen en bisfenol-A zijn aangetroffen in de navelstrengen van baby's. Dat duidt erop dat deze stoffen de placenta kunnen passeren (Takada et al. 1999, Schonfelder et al. 2002b). Bisfenol-A vonden onderzoekers ook in chromosomen van foetussen (Yamada et al. 2002) en in vruchtwater (Ikezuki et al. 2002). Het biomonitoring-onderzoek van het WWF onder 155 Britten constateerde dat vrouwen lagere gehalten PCB's in hun lichaam hadden dan mannen.

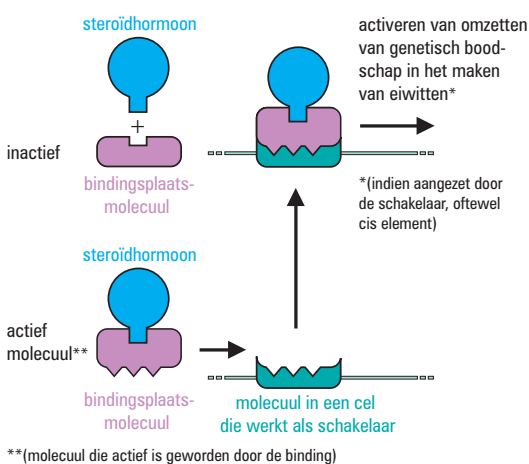
Zij lijken de stoffen ongewild te hebben doorgegeven aan hun kinderen: hoe meer kinderen de vrouwen hadden gekregen en borstvoeding gaven, hoe lager hun eigen gehalte PCB's (WWF 2003).

3.5 JONGE KINDEREN

Foetussen en jonge kinderen lijken schadelijke stoffen efficiënter op te nemen in hun lichamen dan volwassenen. Dat constateert dr. Catherine Dorey in het Greenpeace-rapport 'Chemical Legacy – Contamination of the Child'. De kinderen verwerken de chemicaliën langzamer en scheiden die minder efficiënt weer uit. De stoffen blijven dus langer in hun lichaam aanwezig.

Bovendien komen jonge kinderen in aanraking met grotere hoeveelheden van die stoffen. Ze ademen relatief twee keer zoveel lucht in als volwassenen, eten tot vier keer zoveel voedsel en drinken tot zeven keer zoveel water per kilo lichaamsgewicht (Dorey, 2003). Kinderen stoppen van alles in hun mond en leven dichtbij de grond. Zo krijgen ze veel meer huisstof en vuil binnen, waarin vaak verhoogde concentraties zitten van kankerverwekkende en/of hormoonverstorende chemicaliën – mogelijk afkomstig van onschuldig ogende producten als vloerbedekking, meubels en schoonmaakmiddelen (Greenpeace Nederland, 2001; Santillo et al. 2003). De blootstelling van kleuters aan schadelijke stoffen blijkt volgens een recent onderzoek binnen groter dan buiten (Wilson et al. 2003).

Regulering door steroïdhormoon



SLOT EN SLEUTEL: HORMOONHUISHOUDING

Onze hormoonhuishouding is een ongelooflijk complex regelsysteem. Vrijwel elk proces in het menselijk lichaam houdt verband met hormonen. Ze regelen de groei en ontwikkeling van het lichaam en het afweersysteem. Vooral in de eerste ontwikkelingsstadia van een klein mensje of dier zijn hormonen van vitaal belang. Veel schadelijke stoffen verstoren die complexe hormoonhuishouding; ze bootsen de werking van hormonen na of blokkeren die juist. Wetenschappers maakten de vergelijking met een sleutel en een slot. Hormoonverstorende stoffen zorgen er als het ware voor dat de sleutel niet meer op het slot past. De gevolgen kunnen zeer ingrijpend zijn: de stoffen zijn in verband gebracht met aantasting van de voortplantingsorganen, verstoring van het immuunsysteem en leermoeilijkheden bij kinderen.

4 - ZIEK VAN GIF

‘Het is erg moeilijk vast te stellen of blootstelling aan één chemische stof of aan chemische cocktails schadelijk is, want de nadelige gevolgen kunnen pas na jaren zichtbaar worden. Bijvoorbeeld als volwassene, na foetale blootstelling.’

Richard M. Sharpe, Centre for Reproductive Biology, University of Edinburgh (British Medical Journal 21/02/2004)

In het rapport ‘Human Impacts of Man-Made Chemicals’ (Greenpeace UK, okt. 2003a) zet Greenpeace een aantal gezondheidseffecten op een rij die in verband zijn gebracht met schadelijke stoffen. Vrolijk word je er niet van: dalende vruchtbaarheid, kankersoorten, abnormale groei en ontwikkeling, verminderde afweer, verstoring van het zenuwstelsel. Ook dit rapport benadrukt dat het onmogelijk is om met zekerheid vast te stellen dat chemicaliën verantwoordelijk zijn voor deze effecten. Maar de aanwijzingen dát ze schadelijk kunnen zijn voor onze gezondheid zijn te talrijk om ze te negeren.



AZUA

4.1 NIET-INFECTIEZIEKTEN

Ook Dr. Dorey beargumenteert in ‘Chemical Legacy – Contamination of the Child’ dat schadelijke stoffen een verklaring kunnen bieden voor de wereldwijde toename van niet-infectieziekten (Dorey, 2003). Het onderzoek daarnaar staat nog in de kinderschoenen, omdat veel studies zich tot voor kort richtten op hoge doses chemicaliën in de lichamen van mensen. Werden die niet aangetroffen, dan leken er ook geen effecten te zijn. Maar Dorey wijst erop dat constante, lage doses schade kunnen aanrichten tijdens de ontwikkeling van (ongeboren) baby’s: verstoring van het voortplantings- of immuunsysteem, van het zenuwstelsel of de hersenontwikkeling. Die afwijkingen kunnen in verband staan met het groeiend aantal patiënten in de westerse wereld dat lijdt aan ziekten als astma, reumatoïde artritis, kanker of Parkinson.

4.2 TRAGE HERSENEN, SLECHTE LONGEN

PCB’s en dioxinen behoren tot de ‘oude’ schadelijke stoffen. Ze zijn vroeger in grote hoeveelheden geproduceerd, nu sterk aan banden gelegd maar nog altijd aanwezig in ons milieu. Diverse onderzoekers keken naar de langetermijneffecten van blootstelling aan PCB’s en dioxinen bij kinderen. Dr. Gavin ten Tusscher promoveerde in 2002 op een onderzoek naar de langetermijneffecten op de gezondheid van kinderen die rond hun geboorte waren blootgesteld aan dioxinen. De kinderen waren inmiddels tussen zeven en twaalf jaar oud. Uit het onderzoek bleek dat hoe groter de blootstelling destijds was, hoe sterker nu de afname van hun longfunctie en hoe groter de achterstand in hersenontwikkeling (Ten Tusscher, 2002). En dr. Hestien Vreugdenhil concludeerde in haar proefschrift dat een hogere blootstelling rond de geboorte kinderen een lagere motorische en mentale ontwikkeling geeft (Vreugdenhil, 2003).

4.3 SCHILDKLIERHORMOON

Een aantal onderzoekers vermoedt dat broomhoudende vlamvertragers, die worden toegepast in veel elektrische apparaten, onder meer de rol van de schildklier in de hersenontwikkeling van foetusen verstoren. Hoogleraar milieutoxicologie Bram Brouwer van de Vrije Universiteit: ‘Ik denk dat de broomhoudende vlamvertragers een groter

OVERZICHT VAN DE MOGELIJKE GEZONDHEIDSEFFECTEN VAN CHEMISCHE VERVUILING VAN KINDEREN

CHEMISCHE GROEP (VOORBEELDEN)	AANGETROFFEN IN	IN VITRO BEWIJS	IN VIVO BEWIJS: MENSEN	MOGELIJKE GEZONDHEIDSEFFECTEN BIJ KINDEREN
Alkylfenolen - Octylfenolen - Nonylfenolen	Navelstreng Moedermelk	Nabootsen van oestrogeenhormoon Immunotoxicologisch (giftig voor het afweersysteem)		Verstoring ontwikkeling en voortplanting Verstoring afweersysteem
Bisfenol-A	Navelstreng Navelstrengbloed Vruchtwater Moederkoek Moedermelk Eicellen van volwassenen Bloed van volwassenen	Nabootsen van oestrogeenhormoon Immunotoxicologisch (giftig voor het afweersysteem)	Relatie met PCOS (polycystic ovary syndrome - aandoening aan de eileiders), problemen met vrouwelijke vruchtbaarheid, abnormale foetale chromosomen	Verstoring ontwikkeling en voortplanting Verstoring afweersysteem
Broomhoudende vlamvertragers - PBDE's - TBBPA - HBCD	Navelstrengbloed Moedermelk Borstweefsel Bloed van volwassenen Vetweefsel van volwassenen	Schildklierhormoon verstorend Nabootsen van oestrogeenhormoon Neurotoxines (giftig voor hersencellen) Carcinogeen (kankerverwekkend)		Verstoring ontwikkeling en voortplanting Verstoring zenuwstelsel Kankersoorten
Organotinverbindingen - Dibutyltin - Tributyltin - Trifenyltin	Bloed van volwassenen Leverweefsel van volwassenen	Enzym remmend Hormoonverstorend Immunotoxicologisch (giftig voor het afweersysteem) Carcinogeen (kankerverwekkend)		Verstoring ontwikkelings en voortplanting Verstoring immuunsysteem Kankersoorten
Ftalaten - DEHP - DINP	Bloed & urine van kinderen Bloed & urine van volwassenen	Enzym verstorend Hormoonverstorend Immunotoxicologisch (giftig voor het afweersysteem) Carcinogeen (kankerverwekkend)	Relatie met vervroegde borstontwikkeling en endometrioses (functionerend baarmoederweefsel buiten de baarmoeder) DEHP in medische toepassingen in verband gebracht met nier- en luchtwegziekten	Verstoring ontwikkeling en voortplanting Verstoring immuunsysteem Kankersoorten
Synthetische muskverbindingen - Musk-xyleen - Musk-Keton - AHTN - HHCB	Moedermelk Bloed van volwassenen	Enzym stimulerend Hormoonverstorend	Relatie met hormonale en gynaecologische problemen bij vrouwen	Verstoring ontwikkeling en voortplanting Kankersoorten
Chloorparaffines C12 60% C23 43%	Vetweefsel van volwassenen	Remt celcommunicatie Giftig voor lever, nieren, schildklier en lymfeklieren Carcinogeen (kankerverwekkend)		Kankersoorten

Uit: Dorey CN, Chemical Legacy, 2003

KWETSBARE ONTWIKKELING

Verontrustend aan hormoonverstorende stoffen is dat ze vooral schade kunnen aanrichten in de kwetsbaarste ontwikkelingsstadia van mensen en dieren: als ongeboren vrucht in de baarmoeder en tijdens de eerste jaren van het leven. De hersenen, lichamen en voortplantingssystemen van baby's en kinderen zijn veel gevoeliger voor chemische vervuiling: ze zijn volop in ontwikkeling. Een kleine verstoring kan op latere leeftijd grote consequenties hebben (Dorey, 2003).



Matoff/GP

probleem vormen dan de PCB's.' Brouwer deed onderzoek naar de effecten van PCB-metabolieten (afbraakproducten) op ongeboren ratjes. Hij ontdekte dat ze het schildklierhormoon verdringen. De gifstoffen komen terecht in de hersenen van de foetus, waar ze de motorische ontwikkeling kunnen verstoren, of geheugen- en leerproblemen veroorzaken (Greenpeace Nederland Magazine 2001-2).

4.4 BORSTONTWIKKELING

Ook ftalaten kunnen de hormoonhuishouding ernstig verstoren. Uit onderzoek bleek dat meisjes met vroegtijdige borstontwikkeling opvallend vaak een veel hogere dosis ftalaten in hun lichaam hadden dan leeftijdsgenoten uit een controlegroep. Maar liefst 68 procent van de patiënten had ftalaten in het serum, tegen 17 procent in de controlegroep (Colon et al. 2000). In 2003 toonde een Harvard studie voor het eerst aan dat een ftalaat verhoogde schade kan veroorzaken aan het DNA in menselijk sperma, in concentraties die we daadwerkelijk aantreffen in het milieu (S.M. Duty et al. 2003).

4.5 MISKRAMEN

Bij ratten verhoogden organotinverbindingen de kans op miskramen (A. Harazono et al. 2003). Deze schadelijke stoffen worden eveneens verdacht van vermindering van de spermakwaliteit in zoogdieren. Bepaalde organotinverbindingen kunnen

bovendien kankerdodende cellen in het menselijk lichaam onderdrukken. Volgens onderzoekers bezitten ze die eigenschap al in concentraties die slechts iets boven het niveau liggen dat in menselijk bloed is aangetroffen (M.M. Whalen et al. 1999).

Onderzoek bij muizen toont aan dat nonylfenolen effect hebben op de omvang van de mannelijke geslachtsorganen, de kwaliteit van het sperma en de vruchtbaarheid van ouders en nageslacht (Kyselova et al. 2003). Nonylfenolen kunnen bovendien allergische reacties versterken (Lee et al. 2003).



GP/Bungert

5 - ONDERZOEK NAAR ONZICHTBARE CHEMIE

'Het mooiste zou zijn als niet alleen de overheid met regels komt, maar ook producenten en consumenten zeggen: "Ik wil dat spul niet."

Pieter van Geel, staatssecretaris van Milieu, over schadelijke stoffen (Greenpeace Nederland Magazine 2003-3)

Greenpeace publiceerde de afgelopen decennia diverse rapporten die op een rij zetten wat chemische stoffen kunnen doen, in het milieu en in de lichamen van mensen en dieren. Maar ook hoe ze daarin terecht komen. Greenpeace analyseerde dagelijkse producten, maar ook huisstof en regenwater op 'nieuwe', nog weinig onderzochte stoffen als ftalaten en organotinverbindingen. De uitkomsten bevestigen het vermoeden dat deze stoffen uit de producten 'lekkend'. Biomonitoring onderzoekt hoeveel van de stoffen waaraan we zijn blootgesteld, daadwerkelijk terecht komt in de lichamen van mensen.

5.1 STOFFEN IN PRODUCTEN

Duitse onderzoekers vonden de organotinverbinding TBT in vinyltapijten, voetspray, strandballen, zwemvleugeltjes en luchtbedden (Greenpeace Duitsland, 2000). Dat bevestigde eerder onderzoek door de Nederlandse Keuringsdienst van Waren, die TBT en andere organotinverbindingen aantroef in onder meer T-shirts en luiers (Gaikema & Alberts, 1999). Verboden is dat niet, ondanks de EU-kwalificatie van TBT als 'schadelijk bij huidcontact en giftig bij inslikken' (Santillo et al. 2003). In 2001 testte Greenpeace 54 verschillende PVC-producten in 20 landen, van omkleedkussens en opblaasartikelen tot vinylbehang en douchegordijnen. Alle producten bevatten ftalaten en in bijna alle artikelen zaten organotinverbindingen. Deze stoffen zijn niet chemisch gebonden aan het plastic en kunnen daar dus relatief makkelijk uit 'lekkend' (Greenpeace UK, juni 2001).

5.2 HUISSTOF

Vervolgens onderzocht Greenpeace de aanwezigheid van schadelijke stoffen in het stof van Europese





parlementsgebouwen en van honderden huishoudens (Greenpeace Nederland, 2001 en Santillo et al. 2003). Broomhoudende vlamvertragers, ftalaten en organotinverbindingen: ze werden vrijwel overal aangetroffen in wisselende concentraties. Deze rapporten bevestigen dat de chemicaliën kunnen ‘lekker’ uit dagelijkse producten als televisies en vloerbedekking. Al eerder voerde Greenpeace daarom wereldwijd actie tegen het gebruik van ftalaten in speelgoed van zacht PVC. Kinderen die op de speeltjes sabbelen kunnen de schadelijke weekmakers binnenkrijgen. De acties waren succesvol: in veel landen werd de toepassing van ftalaten aan banden gelegd. De Europese Unie verlengde eind februari 2004 het moratorium uit 1999 op ftalaten in bijtspeeltjes voor kinderen tot drie jaar. We ademen het huisstof niet alleen in, maar krijgen het ook op onze huid. Ook zo kan ons lichaam schadelijke stoffen opnemen (Lewis et al. 1994). Dat is vooral zorgwekkend als het gaat om kinderen, omdat zij veel meer zijn blootgesteld aan schadelijke chemicaliën in huisstof (Butte & Heinzow, 2002).

5.3 REGENWATER

Regenwater is een milieubarometer bij uitstek; een soort opvangplaats voor alles wat zich – ook aan schadelijke stoffen – in de atmosfeer bevindt. Daarom analyseerde Greenpeace 47 regenwatermonsters die verspreid over heel Nederland waren verzameld (Greenpeace Nederland, 2003). Dit onderzoek wees uit dat schadelijke stoffen overal in het

ROUTEBSCHRIJVING NAAR HET MENSELIJK LICHAAM

Hoe krijgen ‘gewone mensen’ – die niet werken in risicovolle bedrijfstakken – dit soort schadelijke stoffen binnen? Via drie bronnen waar niemand zonder kan: voedsel, lucht en (regen)water.

VOEDSEL

We krijgen de meeste schadelijke stoffen binnen via voedsel. De stoffen stapelen zich op in vis, schaaldieren en vlees. Maar ook als het eten wordt bewerkt, bewaard of bereid treedt vervuiling op (Dorey, 2003). Van jam tot worstjes: een recent onderzoek toonde nonylfenolen aan in alle zestig Duitse voedselproducten die werden getest (Guenther et al. 2002). De chemicaliën ‘lekker’ uit verpakkingen of andere producten waarmee het voedsel direct of indirect in aanraking komt. Organotinverbindingen kunnen lekken uit bakpapier, uit plastic keukenhandschoenen of huishoudfolie (Takahashi et al. 1999). Bovendien komen restanten pesticiden terecht in onze lichamen via groenten en fruit (Greenpeace Nederland ea, 1998).

LUCHT

Lucht is het tweede grote ‘doorgeefluik’ van chemische stoffen. Vooral kinderen staan binnenshuis bloot aan chemische vervuiling (Wilson et al. 2003). Uit Greenpeace-onderzoeken in 2001 en 2003 bleek dat huisstof schadelijke chemicaliën bevat, die veel voorkomen in kantoorartikelen en dagelijkse producten. Huisstof lijkt dus een belangrijke bron van blootstelling aan schadelijke stoffen. Vermoedelijk ‘lekker’ ze uit de producten waarin ze zijn verwerkt, tijdens het dagelijks gebruik. In Nederlandse regenwatermonsters trof Greenpeace de stoffen echter ook wijdverspreid aan. Dat duidt erop dat we buitenshuis eveneens blootstaan aan permanente achtergrondconcentraties van schadelijke stoffen (Greenpeace Nederland, 2003).

WATER

Via riolering, industriële lozingen en uit vuilnisbelten komen schadelijke stoffen terecht in water. Alkylfenolen bijvoorbeeld, die worden gebruikt in wolwasmiddelen, shampoos en industriële schoonmaakmiddelen en die slecht afbreken in het milieu. Maar ook de drinkwaterleidingen zelf kunnen bronnen van vervuiling zijn. Brits onderzoek toonde aan dat – afhankelijk van het gebruikte materiaal – uit sommige leidingen alkylfenolen en ftalaten in het drinkwater lekten (Dorey, 2003).

BODY BURDEN

De Engelsen hebben er een mooie term voor: *body burden*. Hoeveel gif bevat een lichaam? In 1960 konden in zeezoogdieren slechts vijf organochloorverbindingen en kwik worden aangetroffen. Veertig jaar later meten wetenschappers – mogelijk ook door het gebruik van geavanceerdere apparatuur – 265 organische en 50 anorganische stoffen (O’Shea et al. 1999).

Nederlandse milieu voorkomen: ftalaten, bisfenol-A, synthetische muskverbindingen, broomhoudende vlamvertragers en alkylfenolen. Vermoedelijk staan we bloot aan constante achtergrondconcentraties van chemicaliën, die in tal van producten zijn verwerkt. Hoge concentraties werden opvallend vaak gevonden bij bedrijven die deze stoffen produceerden. Ook stoffen als nonylfenolen, die in Nederland niet worden geproduceerd, zijn aangetroffen in vrijwel alle regenwatermonsters.

5.4 AMERIKAANSE BIOMONITORING

Wetenschappers gebruiken de laatste jaren steeds vaker het instrument biomonitoring om de aanwezigheid en concentraties van chemicaliën in de lichamen van mensen te meten. ‘Het voordeel van biomonitoring is’, volgens James Prikle van het Amerikaanse Center for Disease Control (CDC), ‘dat het niet meet welke concentratie van een schade-

lijke stof je binnen zou kunnen krijgen, maar welke dosis daadwerkelijk in jouw lichaam terecht komt.’ Biomonitoring onderzoekt urine, bloed, vet of ander weefsel van mensen op chemische stoffen en afbraakproducten daarvan (metabolieten). Het CDC voerde een van de twee recente Amerikaanse studies uit naar de aanwezigheid van chemische stoffen in het bloed en de urine van mensen. De onderzoekers vonden 116 verschillende stoffen (CDC, 2003). Een vergelijkbaar onderzoek toonde 167 chemicaliën aan in menselijk bloed (Houlihan et al. 2003). Senior wetenschapper Gina Solomon (Natural Resources Defense Council) hierover: ‘De studie van het CDC helpt, maar is niet genoeg. Het is heel belangrijk om lokaal genomen testresultaten te krijgen.’

5.5 EUROPESE BIOMONITORING

Ook in Europa zetten onderzoekers steeds vaker ‘biomonitoring’ in om te kijken welke schadelijke stoffen de lichamen van mensen binnendringen. Het WWF liet in 2003 het bloed analyseren van 155 vrijwilligers in Groot-Brittannië. Van de 78 bekende schadelijke stoffen waarnaar ze zochten, vonden ze in totaal 70 in de bloedmonsters. In één testpersoon troffen ze zelfs 49 van deze stoffen aan (WWF 2003). En in Vlaanderen startte in 2001 een grootschalig onderzoek naar de aanwezigheid van schadelijke stoffen in de lichamen van mensen én de biologische effecten daarvan (zie interview professor Schoeters).





ANP/Nederstigt

5.6 GREENPEACE EN BLOEDONDERZOEK

Greenpeace onderzoekt de aanwezigheid van schadelijke stoffen in onze leefomgeving, zowel binnen (huisstof) als buiten (regenwater). Nieuw onderzoek zet een logische volgende stap: welke schadelijke stoffen treffen we aan in de lichamen van mensen en dieren? Onder leiding van professor Sauer van het Academisch Ziekenhuis Groningen zullen bloedmonsters van honderd mensen worden genomen. Bovendien laat Greenpeace het bloed van vier dieren onderzoeken. TNO-MEP analyseert de monsters vervolgens op een aantal stoffen die veel voorkomen in dagelijkse consumentenproducten: broomhoudende vlamvertragers, ftalaten, organotinverbindingen, synthetische musken en alkylfenolen.

WAT IS BIOMONITORING?

Uitgangspunt van biomonitoring is het meten van de dosis van een schadelijke stof, die iemand echt binnenkrijgt. Dus niet de dosis waaraan iemand is blootgesteld via lucht, water, voedsel of huid-contact. Voorbeelden van biologische monitoring zijn het meten van concentraties van stoffen (of metabolieten: afbraakproducten) in urine, bloed, haar, uitgeademde lucht, orgaanweefsels en moedermelk. Monitoring, het woord zegt het al, betekent ook dat onderzoekers dezelfde mensen volgen gedurende een bepaalde periode.

6 - KOPLOPERS EN ACHTERBLIJVERS IN DE INDUSTRIE

'Niemand heeft het recht producten of materialen te produceren die mensen – en in het bijzonder kinderen – in gevaar brengen. Het voorzorgprincipe (...) moet de industrie helpen de juiste keuzes te maken.'

Conferentie van het Consortium for Fire Safety, Health and the Environment (mei 2003)



GP/van de Woning

De (chemische) industrie is er vast niet op uit ons milieu te vervuilen of onze gezondheid te schaden. Toch zijn er voldoende aanwijzingen dat veel stoffen die ze produceren of gebruiken schadelijk kunnen zijn.

Voor een aantal koplopers onder de bedrijven is dat alarmerend genoeg: zij kiezen voor de productie van onschadelijke alternatieven.

6.1 GROEICIJFERS

Alleen al in Europa staan momenteel zo'n 100.000 chemische stoffen geregistreerd voor commercieel gebruik. Elk jaar produceert de industrie honderden nieuwe chemicaliën (European List of Notified Chemical Substances). We vinden ze terug in het milieu en in de lichamen van dieren en mensen. Zeker driehonderd chemicaliën zijn aangetroffen

in vet, bloed en urine van mensen – omdat onderzoekers daar naar zochten. Hoeveel niet-onderzochte stoffen zijn ook nog aanwezig in onze lichamen? We weten het niet.

6.2 ONBEDOELDE EFFECTEN

Natuurlijk heeft de industrie nooit de bedoeling gehad ons massaal ziek of dom te maken. Maar inmiddels is al jaren duidelijk wat de (onbedoelde) effecten kunnen zijn van de chemische stoffen die door mensen worden gemaakt. Nu mogen we van de industrie toch wel verwachten dat ze maatregelen neemt om de productie en het gebruik van schadelijke stoffen te stoppen. En dat ze ons niet opzadelt met nieuwe varianten die even schadelijk blijken te zijn. Een leven zonder veel (dagelijkse) producten die de chemische industrie ons levert is moeilijk voor te stellen, maar dat hoeft ook niet. Voor veel stoffen en materialen bestaan al alternatieven.

6.3 ALTERNATIEVEN

Twee categorieën producenten kunnen het aantal chemicaliën in het milieu en onze lichamen sterk verminderen: de chemische industrie zelf én de producenten van artikelen waarin de stoffen worden toegepast. Gelukkig bestaan al minder schadelijke alternatieven voor tal van stoffen, toepassingen en producten. Bioplastic of polyethyleen in plaats van PVC, TBT-vrije *non-stick* scheepsverf, chloorvrij stomen, verf zonder chloorparaffines en oplosmiddelen, vlamvertragers op stikstofbasis – het zijn slechts enkele voorbeelden. De innovatieve potentie van het bedrijfsleven blijkt groot genoeg.

6.4 INNOVATIE

Bovendien ligt een enorme markt in het verschiet, zeker als de Europese Unie substitutie verplicht stelt. Dan kunnen bedrijven volop concurreren om de beste oplossing te leveren voor schadelijke stoffen. In het rapport 'Safer Chemicals within Reach' geeft Greenpeace UK aan dat substitutie op verschillende manieren kan gebeuren. Directe vervanging van een stof of materiaal door een andere is slechts één mogelijkheid, zoals PVC vervangen door PE of PP. Soms is een verandering in het productieproces de oplossing: gechloreerde schoonmaakmiddelen uitbannen door het gebruik van andere schoon-



GP/Deiman

maaktechnieken. Of een ander ontwerp van het product, zoals de computerkasten die Apple brandwerend maakt met een metalen 'schild' in plaats van plastics met broomhoudende vlamvertragers te gebruiken (Greenpeace UK, okt. 2003b).

6.5 KOPLOPERS

Soms dwingen grote afnemers hun leveranciers te zoeken naar onschadelijke producten: koplopers als Marks & Spencer, Hennes & Mauritz, IKEA, Sony of Matsushita Electric vragen om PVC-vrije douchegordijnen en printplaten zonder broom. Dan blijkt opeens te kunnen wat voorheen onmogelijk leek. 'We kwamen erachter', zegt H&M-milieu manager Ingrid Schullström in het Greenpeace-rapport, 'dat vrijwel alles mogelijk is, als je maar duidelijke richtlijnen opstelt voor wat je niet accepteert.' (Greenpeace UK, okt. 2003b). Maar alleen al uit het oogpunt van oneerlijke concurrentie is het niet fair om die innovatie over te laten aan enkele koplopers. Veel bedrijven zijn helaas nog niet geneigd alternatieven te produceren en te gebruiken, of hun innovatieve krachten in te zetten voor het ontwikkelen van nieuwe alternatieven.

6.6 NEDERLANDSE BEDRIJVEN

Ook in Nederland produceren chemische bedrijven talloze schadelijke stoffen. Het regenwateronderzoek dat Greenpeace in 2003 deed, toonde opvallend vaak piekconcentraties aan bij bedrijven die de schadelijke stof produceren of gebruiken. Ftalaten

bij producent Exxon in Vlaardingen, maar ook verhoogde concentraties in Coevorden waar Forbo de weekmakers toepast in vinylvloerbedekking. Broomhoudende vlamvertragers rond Broomchemie in Terneuzen, waar Rijkswaterstaat de stoffen in 2001 ook aantrof in visdiefjes. En voor de synthetische muskverbinding AHTN lag een duidelijke puntbron in het midden van Nederland – vermoedelijk afkomstig van PFW Aroma Chemicals in Barneveld (Greenpeace Nederland, 2003; Peters, 2003).

7 - BAANBREKEND BELEID

‘Risicobeperkende maatregelen worden veelal pas genomen als problemen daadwerkelijk zijn opgetreden.’

VROM, Nationaal Milieubeleidsplan 4 (2001)

Alle mooie voornemens over maatschappelijke verantwoordelijkheid ten spijt: veel bedrijven staan niet in de rij als het gaat om de vervanging van schadelijke stoffen. Daarom moeten overheden hen daartoe verplichten. De geschiedenis van PCB's en dioxinen leert ons dat zij daarmee vaak te lang wachten. Maar áls regeringen maatregelen nemen, blijkt ook dat regelgeving wel degelijk zin heeft.

Waar stoffen zijn uitgebannen, dalen heel geleidelijk de concentraties die onderzoekers in het milieu aantreffen. In Nederland én in Europa is recent chemicaliënbeleid ontwikkeld, dat het milieu en onze gezondheid zou kunnen beschermen tegen schadelijke stoffen.

7.1 DE ZIN VAN REGELS

7.1.1 Erfenis

Jaren heeft het geduurd, voordat kennelijk voldoende bewijs werd geleverd voor de schadelijkheid van chemicaliën als PCB's, dioxinen en DDT. Terwijl veel overheden afwachtten, werden deze stoffen in grote hoeveelheden geproduceerd en in talloze producten toegepast. De uiterst schadelijke gevolgen voor het milieu waren al eerder zichtbaar, die voor de gezondheid van mensen en dieren ondervinden we vermoedelijk nu pas (zie de

EUROPEES STOFFENBELEID

Europese overheden en het Europese Parlement vroegen al in 1998 om een nieuw chemicaliënbeleid. Want de huidige wetgeving kan burgers en het milieu absoluut niet beschermen tegen de gevolgen van schadelijke stoffen. Uitgangspunt is namelijk een risk assessment van chemische stoffen: een poging te beoordelen aan welke hoeveelheid van een schadelijke stof een mens kan worden blootgesteld. Een onmogelijke opgave, omdat we niet precies weten wie hoe lang aan welke chemische cocktail blootstaat. Nieuw beleid werd bovendien urgent nadat de EU binnen het OSPAR-verdrag de afspraak accepteerde, dat alle lozingen van alle schadelijke stoffen in 2020 tot nul moeten zijn gereduceerd.

In REACH worden bedrijven - voor het eerst - verplicht basisinformatie te verschaffen over de risico's van hun chemicaliën, voor het milieu en de gezondheid van mensen. Om te beginnen de stoffen die in grote hoeveelheden worden geproduceerd en de stoffen waarvan bekend is dat ze schadelijk zijn. In 2016 zouden we dan gegevens hebben over 30.000 van de geregistreerde 100.000 chemicaliën.

Net als SOMS deelt REACH de chemicaliën in. Voor een kleine groep 'zeer zorgwekkende stoffen' is een speciale vergunning vereist bij elke specifieke toepassing. Doel van REACH is deze stoffen uit te faseren en te vervangen door geschikte, veilige alternatieven. De schadelijke stoffen die Greenpeace in dit rapport beschrijft, vallen vrijwel zeker in deze categorie.



EPA PHOTO BELGA

interviews). Bovendien ligt nog een aanzienlijke erfenis te wachten: van alle PCB's is ongeveer eenderde in het milieu terechtgekomen. De rest zit waarschijnlijk nog in oude elektrische apparatuur of in afvalbergen.

7.1.2 Dalende concentraties

Dat het helpt om paal en perk te stellen aan schadelijke stoffen, blijkt uit de maatregelen die vooral westerse landen in de jaren zeventig en tachtig namen om de productie aan banden te leggen. Onderzoek toont aan dat hier de concentraties DDT en PCB's langzaam kleiner worden. Bijvoorbeeld in het vetweefsel van zoetwatervissen en de eieren van zilvermeeuwen in Noord-Amerika (Dallaire et al. 2003). Maar ook (PCB's) in de moedermelk van Duitse, Zweedse en Noorse vrouwen (Dallaire et al. 2003). En uit recent onderzoek naar schadelijke stoffen in het bloed van Britse vrijwilligers blijkt dat de vervuiling met PCB's geleidelijk afneemt, vergeleken met tien jaar geleden (WWF 2003).

7.2 NEDERLAND: SOMS

7.2.1 Nieuw stoffenbeleid

In juni 2001 keurde de Tweede Kamer het SOMS-beleid (Strategie Omggaan Met Stoffen) goed. Hoewel milieuorganisaties vinden dat dit beleid in een aantal opzichten niet ver genoeg gaat, kent SOMS belangrijke nieuwe uitgangspunten. Het voorzorgprincipe wordt nadrukkelijk erkend en bedrijven moeten informatie geven over de gevaren en risico's van de stoffen die ze verwerken of produceren. Op zeer korte termijn, zegt SOMS, moeten gegevens worden verzameld over de 'gevaarseigenschappen' van stoffen en producten.

7.2.2 In de ijskast...

Sommige stoffen zijn gevaarlijk voor mensen, andere zeer schadelijk voor het milieu. Maar vaak zijn mens én milieu beter af zonder die stoffen. De schadelijkste stoffen worden in SOMS 'zeer ernstige zorg'-stoffen genoemd. Stoffen die zeer persistent én giftig én bioaccumulerend zijn: een ramp voor mens, dier en milieu. En stoffen die kankerverwekkend zijn, giftig, het erfelijk materiaal aantasten of de hormoonhuishouding of de voortplanting verstoren: zeer schadelijk voor de gezondheid van mensen. 'Nederland is het afvoerputje van Europa ... daar moeten we naar handelen. We moeten niet op het niveau van de langzaamste lidstaat gaan zitten', stelt projectleider SOMS Dick Jung (Infomil, 15/4/03). Maar de Europese Commissie vond dat het Nederlandse beleid te ver ging en zette het in de ijskast.

NO DATA, NO MARKET

Op 29 januari 2003 bevestigde de Raad van State een van de uitgangspunten van het SOMS-beleid. Broomchemie in Terneuzen mag een nieuwe broomhoudende brandvertrager, FR720, niet lozen – en dus niet produceren. Reden: het bedrijf geeft onvoldoende informatie over de eigenschappen van deze stof. In maart 2002 verbood toenmalig milieuminister Pronk de productie, import, handel én het gebruik van de vlamvertrager. Hij vulde daarmee alvast de verplichtingen in die voortvloeien uit de Stockholm Convention. Als dit VN-verdrag volledig in werking treedt, zal de productie van dit soort nieuwe, zeer schadelijke stoffen simpelweg worden verboden.

7.2.3 ...maar ook weer niet

Nederland moet dus wachten tot Europa zelf een nieuw chemicaliënbeleid heeft ontwikkeld. Het duurt echter zeker nog tot 2006 voor dit van kracht wordt (www.chemicalreaction.org). Intussen heeft SOMS wel consequenties. Bijvoorbeeld voor de nieuwe Nederlandse emissierichtlijnen (NeR), die de uitstoot van schadelijke stoffen naar de lucht aan banden leggen. De NeR hanteert dezelfde stoffenindeling als SOMS. Bedrijven zijn verplicht de uitstoot van de zorgwekkendste stoffen zoveel mogelijk te beperken. Zeker als er een beter alternatief is moeten ze die 'best beschikbare techniek' toepassen.

7.2.4 Vergunningenbeleid

Gemeenten, provincies en waterschappen kregen in oktober 2003 een circulaire van de staatssecretarissen Van Geel (VROM) en Schultz van Haegen (V&W). Of ze erop willen toezien dat een bedrijf alleen een vergunning krijgt als voldoende duidelijk is welk effect een stof heeft op het milieu. Want als dat niet gebeurt en zo'n vergunning wordt – bijvoorbeeld door milieuorganisaties – aangevochten '...dan zal de overheid een zware dobber hebben om aan te tonen dat daar terecht geen rekening mee is gehouden', zegt SOMS-projectleider Jung (Infomil, 15/04/03). En dat is precies wat gebeurde met een nieuw type broomhoudende vlamvertrager (zie kader).

7.3 EUROPA: REACH

7.3.1 Hervorming chemicaliënbeleid

REACH is de grootste en belangrijkste hervorming van het EU-beleid met betrekking tot gezondheid en milieu. Registration, Evaluation, Authorisation and Restrictions on Chemicals: voor het eerst worden chemicaliën op grote schaal geregistreerd, beoordeeld en toegestaan of juist beperkt. Eurocommissaris van Milieu Margot Wallström is verantwoordelijk

voor dit beleidsvoorstel, dat nadrukkelijk uitgaat van het voorzorgprincipe.

7.3.2 Afgezwakt voorstel

Milieuorganisaties reageerden positief op de plannen van Wallström, hoewel ze ook wezen op de mazen en gemiste kansen (www.chemicalreaction.org). REACH maakte beloften waar, die Europa eerder deed in het OSPAR-verdrag, Noordzee-conferenties en de Stockholm Convention. Eindelijk leek er zicht op een uitweg uit de 'chemische crisis'. Maar toen de Europese Commissie in oktober 2003 met haar uiteindelijke voorstel kwam, bleek REACH onder druk van de chemische industrie sterk afgezwakt. In de nieuwe plannen is informatie alleen nog verplicht, als een bedrijf minstens 10 ton van een chemische stof produceert. In één klap vallen daardoor 20.000 stoffen buiten de informatieplicht (EEB, dec. 2003).

7.3.3 Stoffen buiten schot

Veel zeer schadelijke stoffen, die als additieven in verf, olie en plastics worden verwerkt, blijven door hun kleinere productievolumes buiten het stoffen-beleid. Juist van deze stoffen zijn veel negatieve effecten bekend voor milieu en gezondheid. Bovendien zijn producenten niet verplicht schadelijke stoffen te vervangen door alternatieven, zelfs als die voorhanden zijn. Greenpeace wil dat met name de verplichte substitutie en het recht op informatie weer onverkort terugkeren in REACH. Het Europees Parlement en de lidstaten hebben tot 2006 om van het huidige voorstel een effectief instrument te maken. Nederland kan daaraan een belangrijke bijdrage leveren als voorzitter van de Europese Unie vanaf juli 2004.

KRACHTENBUNDELING

Europese milieuorganisaties, gezondheidsorganisaties en consumentenorganisaties hebben hun krachten gebundeld. Zij willen dat de Europese Unie het milieu en hun gezondheid beschermt tegen schadelijke stoffen. Gezamenlijk eisen de organisaties:

- volledige openbaarheid van informatie
- een deadline voor de onafhankelijke beoordeling van alle chemische stoffen, die pas de markt op mogen als onomstotelijk is bewezen dat ze ónschadelijk zijn
- uitfasering van persistente en bioaccumulerende stoffen
- verplichte vervanging van schadelijke stoffen door minder schadelijke alternatieven
- de belofte dat in 2020 de uitstoot is gestopt van alle gevaarlijke stoffen



GP/Tipton

8 - CONCLUSIES EN EISEN

Wat zijn precies de effecten van chemische stoffen als ze terecht komen in het milieu of in de lichamen van mensen en dieren? We weten meer niet dan wel. En al helemaal niet over het effect van meerdere stoffen tegelijk in een lichaam. Maar zeker is wel dát ze al voorkomen in de lichamen van mens en dier en in het milieu, in veelsoortige combinaties. Het gaat om persistente stoffen die vaak al in kleine hoeveelheden giftig zijn en zich ophopen in de voedselketen. Onderzoekers troffen ze aan in water en sediment, in aalscholvers en potvissen, in kinderen en volwassenen.

Aanvullend onderzoek is zeker nodig. Toch kunnen we het ons niet permitteren met onze armen over elkaar te zitten tot de resultaten bekend zijn. Wát we weten maakt duidelijk dat de risico's groot zijn, vooral voor (ongeboren) kinderen. Hormoonverstorende stoffen grijpen diep in op de ontwikkeling en zijn in verband gebracht met voortplantingsproblemen, gedragsstoornissen en niet-infectieziekten.

'Oude bekenden' als PCB's en dioxinen laten zien wat de uiterst schadelijke gevolgen kunnen zijn van chemicaliën in het milieu. Maar leren we iets van die chemische geschiedenis? Van de constatering dat de risico's van blootstelling aan schadelijke stoffen jarenlang volkomen verkeerd zijn ingeschat? Dioxinen en PCB's zijn nu wereldwijd aan banden gelegd. Echter: de chemische industrie produceert inmiddels diverse stoffen met vergelijkbare eigenschappen en effecten.

Greenpeace-onderzoek richt zich op een aantal van deze 'nieuwe' schadelijke stoffen: broomhoudende vlamvertragers, ftalaten, synthetische muskverbindingen, alkylfenolen en organotinverbindingen. Ze worden toegepast in talloze producten die we dagelijks gebruiken, zoals cosmetica, textiel en elektronica. Greenpeace vond ze terug in huisstof en in regenwater: dat wijst erop dat ze kunnen 'leken' uit de producten. En dat we daaraan dagelijks blootstaan in onze huizen en kantoren.

Een logische vervolgstap is: analyseren of deze stoffen ook daadwerkelijk terecht komen in de lichamen van mensen en (huis)dieren.

Veel biomonitoring-onderzoeken richten zich op de aanwezigheid van de 'oude' schadelijke stoffen. Greenpeace wil de aandacht juist vestigen op de aanwezigheid van nieuwe chemicaliën in mens, dier en milieu. Dat onderzoek gaat Greenpeace Nederland doen in april en mei 2004.

Maar Greenpeace oefent ook druk uit op bedrijven en overheden om nú maatregelen te nemen die de productie en het gebruik van schadelijke stoffen daadwerkelijk beperken. Bedrijven moeten onschadelijke alternatieven toepassen. Zijn die niet voorhanden, dan moeten die volgens een strak stappenplan worden ontwikkeld. Want: hoe meer schadelijke stoffen we nu in het milieu toelaten, hoe minder we er straks nog aan kunnen doen.

Overheden moeten die substitutie afdwingen met strenge regelgeving: geen stof de markt op, voor is bewezen dat die ónschadelijk is. Bedrijven moeten zelf aantonen dat de stoffen die ze produceren of gebruiken ónschadelijk zijn. Keer de bewijslast maar om, in het voordeel van mens en milieu. Ook de Nederlandse overheid kan en moet bijdragen aan een effectief Europees stoffenbeleid, dat mens en milieu daadwerkelijk beschermt tegen de effecten van schadelijke stoffen.

WAT WIL GREENPEACE

- Verbod op productie en gebruik van schadelijke stoffen.
- Bedrijven moeten overstappen op schone productieprocessen en onschadelijke alternatieven – indien niet voorhanden, moet zij deze zo snel mogelijk ontwikkelen.
- Chemische stoffen pas produceren als vaststaat dat ze daadwerkelijk onschadelijk zijn.
- Volledige openbaarheid van proces- en productsamenstelling, inclusief de effecten en stoffeigenschappen.

TOT SLOT:

9 - EEN SAMENVATTING IN VIER VRAGEN

1 - WAT ZIJN DE MOGELIJKE EFFECTEN VAN SCHADELIJKE STOFFEN?

Ze kunnen op lange termijn giftig zijn, kanker veroorzaken, organen beschadigen, het immuunsysteem verstoren, voortplantingsorganen aantasten, de hormoonhuishouding in de war brengen. Vooral dat laatste heeft op zichzelf weer veel schadelijke effecten, omdat de hormoonhuishouding een uiterst fijn regelsysteem in ons lichaam is.

2 - HOE KOMEN ZE TERECHT IN HET MILIEU?

Tijdens de productie komen ze terecht in de lucht en het (afval)water. Tijdens het gebruik kunnen ze 'lekker' uit – dagelijkse – producten waarin ze zijn verwerkt. En eenmaal op de afvalberg of in de verbrandingsoven komen ze via bodem, water en lucht vroeg of laat in het milieu terecht.

3 - HOE KOMEN ZE TERECHT IN ONZE LICHAMEN?

Via lucht, water, voedsel en huid.

4 - HOE RAKEN WE ZE WEER KWIJT?

Sommige stoffen breken af, sommige stoffen (of metabolieten daarvan: afbraakproducten) verdwijnen niet en geven we zelfs door aan onze kinderen. We raken dus niet meer alles kwijt. Toekomstige generaties misschien wel, als wij tenminste nu maatregelen nemen. Hoopgevend is dat de concentraties van inmiddels verboden stoffen op een aantal plaatsen langzaam afnemen. En dat voor veel stoffen en producten onschadelijke alternatieven bestaan. Wat ontbreekt is effectief beleid dat de productie van schadelijke stoffen verbiedt en het gebruik van alternatieven verplicht stelt.

10 - INTERVIEWS

BRANDVEILIGE ALTERNATIEVEN

**'Broomhoudende vlamvertragers:
van hoog tot laag in de voedselketen.'**



GP/Jansen

Midden op het industrieterrein van IJmuiden staat het gebouw van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO). Hier heeft dr. Jacob de Boer uitzicht op rokende fabriekspijpen én op het water waarvan hij inmiddels elk slibdeeltje moet kennen. De Boer is hoofd van de afdeling Milieu en Voedsel veiligheid en doet al ruim 25 jaar onderzoek naar de aanwezigheid van broomhoudende vlamvertragers in het milieu.

Het RIVO was eind jaren zeventig een van de eerste onderzoeksinstituten die ontdekte dat broomhoudende vlamvertragers in het milieu voorkwamen.

Ja, eigenlijk waren we zelfs de allereersten. We hadden in 1978 net een nieuw apparaat, een massaspectrometer. Maar daarmee ontdekten we zulke hoge doses in het vet van aalscholvers, dat we die niet durfden te publiceren. We konden gewoon niet geloven dat onze metingen klopten. Nu weten we wel beter. Sommige vlamvertragers verspreiden zich overal via het zwevend stof en komen uiteindelijk terecht in het sediment.

Inmiddels hebben we broomhoudende vlamvertragers van hoog tot laag in de voedselketen gevonden. In mosselen in de Westerschelde, in zeesterren, vogels en vissen zoals palingen. Eind jaren negentig troffen we de stoffen zelfs aan in aangespoelde potvissen.

U bent de aalscholvers blijven volgen. Treft u steeds meer 'nieuwe' broomhoudende vlamvertragers aan als HBCD en TBBPA?

De laatste tijd treffen we de HBCD's duidelijk aan in organismen, TBBPA wordt in veel lagere gehalten gevonden. Dat komt omdat HBCD sterk bioaccumuleert en TBBPA veel minder. Maar we meten deze stoffen pas een paar jaar.

En hoe staat het met minder bekende vlamvertragers, zoals FR720, waarvan de Raad van State de productie door Broomchemie in Terneuzen verbod in 2003?

Die wordt in elk geval meegenomen bij de eerste onderzoeksrondes binnen FIRE, waaraan RIVO deelneemt. Dat is een groot Europees onderzoeksproject naar de mogelijke hormoonverstorende effecten van broomhoudende vlamvertragers. FIRE meet de aanwezigheid van deze stoffen in de hele voedselketen: van kleine organismen, via vis, tot zeehonden en ijsberen op de noordpool.

Welke route volgen broomhoudende vlamvertragers, op weg naar ons lichaam?

De stoffen komen vrij bij de productie en bij gebruikers als de textielindustrie, waar ze recht-

streeks in het water terechtkomen. De uitstoot van vuilverbranding in Nederland lijkt beperkt. Maar de vlamvertragers zitten natuurlijk in tal van producten zoals computers en vloerbedekking.

Lekken ze uit die producten?

Ja, dat kan. Vooral uit textiel: meubelen, gordijnen, vloerbedekking. Daarom vind je ze ook terug in stof.

En voedsel?

Mensen krijgen veel schadelijke stoffen binnen via voedsel, omdat die zich vaak ophopen in de voedselketen. Het RIVO deed onlangs onderzoek naar broomhoudende vlamvertragers in Nederlandse voedingsmiddelen en diervoeders. PBDE's zaten vooral in visserijproducten en in diervoeders. TBBPA troffen we aan in lage doses en HBCD in betrekkelijk hoge gehalten, in alle geanalyseerde voedingsmiddelen.

Welke effecten hebben broomhoudende vlamvertragers op het milieu en onze gezondheid?

Vermoed wordt dat een aantal stoffen hormoonverstorend is. *In vitro* onderzoek aan de Wageningen Universiteit toonde de afgelopen jaren aan dat TBBPA mogelijk de werking van het schildklierhormoon kan verstoren. Dat hormoon speelt een rol in de hersenontwikkeling van foetussen. Maar hiernaar moet nog veel aanvullend onderzoek worden gedaan.

Zijn er geschiedenislessen te leren als het gaat om schadelijke effecten?

We hebben natuurlijk ervaring genoeg met andere stoffen om te weten dat die heel lang rond blijven cirkelen in het milieu en dan uiteindelijk érgens effecten hebben. Recent is bijvoorbeeld de broomhoudende vlamvertrager deca-BDE aangetoond in roofvogels. Als die stof in het slib zit kan dat misschien geen kwaad, maar we hebben een probleem als blijkt dat het uiteenvalt tot lagere BDE's, die wél accumuleren en in de voedselketen terechtkomen.

Zou een stof als HBCD, die nu op de markt is, nu nog door de toelatingstesten komen?

Nee, die kans lijkt me nihil. De aanwezigheid van HBCD is nog gebaseerd op patenten uit de jaren zeventig.

En TBBPA?

Dat durf ik niet zo hard te zeggen: TBBPA bioaccumuleert niet sterk. Mogelijk zijn de effecten op het schildklierhormoon voldoende voor een afwijzing... Maar bioaccumulatie is over het algemeen 'dodelijk' voor een stof in de testen.

Als u de baas was, welke maatregelen zou u dan nemen?

Er moeten echt alternatieven komen en wel betrekkelijk snel. Maar zonder de brandveiligheid uit het oog te verliezen. We moeten de brandvertragers niet uit vliegtuigen of gordijnen halen zolang er geen goed alternatief is. Toch: in het begin zei men ook dat PCB's niet vervangen konden worden, maar dat is overall wel gebeurd. Helaas zijn er deels andere schadelijke stoffen voor in de plaats gekomen. Die fout moeten we niet opnieuw maken.

Wat moeten overheid en industrie doen?

De industrie moet innoveren en investeren in alternatieven. Een hele nieuwe markt ligt voor ze open! De Europese Unie moet dat aansturen en prioriteit geven aan het onderzoek naar alternatieven. Natuurlijk dienen we stoffen als HBCD in kaart te brengen, maar we hebben voldoende ervaring met andere stoffen om indien nodig het voorzorgprincipe toe te passen.

Wat wil het RIVO doen?

We willen ook kijken naar de wat minder populaire broomhoudende vlamvertragers, de stoffen die 'afvallen' in FIRE. En we zouden graag risk-benefit onderzoek doen naar vis. Moet je nou juist meer of minder vis eten? Naar die afweging is nauwelijks onderzoek gedaan. Ook onderzoek naar broomhoudende vlamvertragers is in feite risk-benefit. Alleen heb je daar in ieder geval de mogelijkheid van alternatieven.

OUDE EN NIEUWE SCHADELIJKE STOFFEN

'Als een stof accumuleert in de voedselketen, moet er altijd een alarmbelletje gaan rinkelen.'



GP/Janssen

'Maar ik zeg helemaal niet wat jullie willen horen!', waarschuwt professor Martin van den Berg als we hem vragen om een interview. Van den Berg staat aan het hoofd van de divisie Toxicologie van het Institute for Risk Assessment Sciences (IRAS) van de Universiteit van Utrecht en is adviseur van de WHO. Zijn team onderzoekt onder meer de effecten van stoffen op hormoonafhankelijke tumoren. We laten ons natuurlijk niet afschrikken door zijn waarschuwing. Greenpeace wil verschillende wetenschappers aan het woord laten en Van den Berg is een erkende autoriteit op het gebied van schadelijke stoffen. Maar wel één die graag een beetje provoceert...

U stelt dat de effecten van 'nieuwe' POP's (Persistent Organic Pollutants) niet te vergelijken zijn met die van dioxinen en PCB's.

Inderdaad. Die 'nieuwe' POP's waar jullie nu mee bezig zijn, zijn echt lang niet zo schadelijk als de 'oude', de dioxinen en PCB's. Dioxineachtige stoffen hebben al in lage concentraties een veel sterker effect op de reproductie en de ontwikkeling, dan sommige PBDE's die nu worden verboden. Voor eigenlijk elke stof geldt: als je heel veel van zo'n stof in een beest propt, krijg je vanzelf effecten. Maar je moet goed kijken of de onderzochte concentraties nog wel relevant zijn voor de feitelijke blootstelling in het milieu of via het voedsel.

Relevant voor wat of voor wie?

Als deze verbindingen effecten hebben, dan is dat tijdens de ontwikkeling, beginnend in de baarmoeder tot en met de puberteit. Uit proefdieronderzoek blijkt dat met name in de perinatale periode een stof heel veel schade kan aanrichten. De toename van bepaalde hormoonafhankelijke tumorsoorten, waaronder borstkanker, kan voor een deel het resultaat zijn van de stoffen waaraan zuigelingen en opgroeiende kinderen tientallen jaren geleden zijn blootgesteld. In de jaren zestig en zeventig had je enorm hoge concentraties gechloroerde koolwaterstoffen als DDT, PCB's en dioxinen in de voeding. Met de kennis die wij nu uit proefdieronderzoek hebben, kun je met redelijke zekerheid stellen dat die concentraties wel tot nadelige gezondheidseffecten moesten leiden.

Over welke stoffen hebben we het eigenlijk, bij nieuwe POP's?

Alkylfenolen noemen jullie bijvoorbeeld. Daarvan zijn hormoonverstorende effecten gevonden bij vissen, maar ze hopen zich niet op hoger in de voedselketen, dus dat vind ik geen POP. En over bisfenol-A maak ik me eerder zorgen vanwege de structuur, die deels overeenkomt met die van het schildklierhormoon en oestrogenen. Dan kun je voorspellen dat die stof invloed uitoefent op de receptoren van deze hormonen, die een belangrijke rol spelen in de voortplanting en ontwikkeling.

En broomhoudende vlamvertragers?

Kijk, we willen graag computers hebben en televisies. Daar horen in ons huidige leven vlamvertragers bij. En brandveiligheid staat in alle gevallen voorop; dan heb je het over honderden doden tegenover een vooralsnog onduidelijk effect van sommige van die stoffen.

Natuurlijk staat brandveiligheid voorop. Maar Greenpeace wil dat brandwerende alternatieven worden gebruikt en ontwikkeld zónder schadelijke effecten.

Dat is waar, die discussie is eigenlijk niet eerlijk. Ik zeg ook niet dat de productie van de lagere gebromeerde PBDE's gewoon maar moet doorgaan. *In vitro* onderzoek wijst op mogelijke interactie op het schildklierhormoon en de synthese van seks-hormonen. Dat kan van belang zijn voor de *in vivo* situatie. Ik denk dat het een verstandige stap is van de Amerikaanse industrie – mogelijk onder druk van milieuorganisaties als Greenpeace – om deze stoffen uit de handel te nemen. En ik denk ook dat het terecht is dat deze PBDE's nu in Europa worden verboden, omdat ze duidelijk accumuleren in de voedselketen.

Hoe zit het met andere vlamvertragers? De deca-BDE's, die ook ter discussie staan? En HBCD?

De deca-BDE is een probleemgeval voor toxicologen, waarvan we eigenlijk niet goed weten wat we ermee aan moeten. Die stof is wel persistent in het milieu maar accumuleert niet in de meest voor de hand liggende voedselketens. Volgens mij vormt die stof nauwelijks of geen risico voor de mens. Maar met HBCD ligt dat anders, dit is een vlamvertrager waarover ik mij zonder meer zorgen maak.

Waarom?

HBCD accumuleert veel sterker in de voedselketen en we weten er – toxicologisch – verduiveld weinig van. Zodra een stof wordt getransporteerd in de voedselketen, moet er altijd een alarmbelletje gaan rinkelen. Van HBCD zou een opbouw kunnen ontstaan in de top van de voedselketen, inclusief de mens en misschien is dat al aan de gang. Over HBCD zouden we op zeer korte termijn veel meer moeten weten.

Is bioaccumulatie het criterium om een stof af te wijzen?

Zonder meer ja, als dit leidt tot toxicologisch relevante concentraties. En dan met inachtneming van een verantwoorde veiligheidsmarge. Als zo'n stof al is toegestaan en die heeft voordelen zoals brandvertraging, dan moet je omschakelen. Dat kan niet in één keer, maar je moet wel druk uitoefenen om dat zo snel als technisch mogelijk is te doen.

Als een stof als HBCD nu op de markt zou worden gebracht, zou dat mogen?

Gezien het nu bekende accumulerend vermogen zouden de autoriteiten deze stof afwijzen. Geen twijfel mogelijk.

En nu uit de markt halen? Weten we genoeg?

HBCD zit in veel producten die we dagelijks (willen) gebruiken en waarvoor we niet op stel en sprong een goed alternatief hebben. Ik vind HBCD wel dé kandidaat waarvan we zo snel mogelijk informatie moeten hebben over mogelijke werkingsmechanismen, bij blootstellingsconcentraties die relevant zijn voor mens en dier. Effecten die van belang zijn voor de vroege ontwikkelingsfase zijn daarbij van groot belang.

DR. GAVIN TEN TUSSCHER

ZIEKER EN DOMMER

'Ik ben een felle voorstander van het voorzorgprincipe. Dat hoort bij mijn vak vind ik.'



GP/Jansen

Dr. Gavin ten Tusscher is kinderarts in opleiding en lid van de Technical Working Group, die de Europese Commissie adviseert over biomonitoring van kinderen in het kader van het nieuwe Europese chemicaliënbeleid. Hij promoveerde in 2002 aan de Universiteit van Amsterdam op de langetermijneffecten van dioxineblootstelling bij kinderen. Een groep van 40 tot 60 kinderen werd onderzocht rond de geboorte, op 2,5-jarige leeftijd en tussen 7 en 12 jaar. De achtergrondconcentraties van dioxinen zijn hoog in Nederland en waren nog hoger toen ze werden geboren, in het begin van de jaren negentig.

Welke gezondheidseffecten vond u in uw dioxineonderzoek?

Allereerst een afname van de longfunctie. Die was groter naarmate de blootstelling rond de geboorte hoger was. Verder ontdekten we invloeden op het afweersysteem en maakten de kinderen in het recente onderzoek minder bloedplaatjes aan – dat was ook al zo rond de geboorte. Ook hier vonden we een relatie met blootstelling aan dioxinen. Het meest zorgwekkend vind ik de longfunctieafname, want normaal vermindert je longfunctie vanaf ongeveer 25 jaar. Als een kind slechter begint, kan het later longfunctieproblemen krijgen.

U constateerde ook een flinke achterstand in hersenontwikkeling.

Ja. We gebruikten in ons onderzoek nieuwe, zeer gevoelige apparatuur – MEG – om de snelheid te meten waarmee hersenen bepaalde signalen verwerken. Voor kinderen die rond de geboorte werden blootgesteld aan relatief hoge dioxinegehalten lijkt de gemiddelde achterstand in hersenontwikkeling ongeveer drie jaar. Ook constateerden we een verband met de toename van gedragsproblemen en agressiviteit.

In Rotterdam en Groningen is een zelfde onderzoek gedaan naar PCB's. Zijn hun conclusies vergelijkbaar?

Hun onderzoeksgroep is ongeveer twee jaar jonger dan die van ons, dus nog te jong om de longfunctie goed te kunnen meten. Maar verder onderzochten ze dezelfde dingen: hersenontwikkeling, afweersysteem, gedrag en psychologie. En hun conclusies wijzen ook in dezelfde richting: naarmate de blootstelling rond de geboorte hoger was, nemen de negatieve effecten toe.

Hoe vertel je zo'n verontrustende boodschap aan de ouders?

Voor moeders is het heel frustrerend om te horen dat ze ongewild schadelijke stoffen hebben doorgegeven aan hun baby's. We benadrukken in elk geval dat borstvoeding nog steeds het allerbeste is voor kinderen. Alleen: die moet beter, omdat er

lichaamsvreemde chemicaliën in zitten die er niet thuishoren. Moeders voelen zich vaak ontzettend schuldig, omdat ze het gevoel hebben dat ze hun baby's hebben vergiftigd. Dat schuldgevoel is niet terecht, zij kunnen er niets aan doen dat dit soort stoffen de placenta passeert. Dat is te wijten aan onze samenleving, onze wetgeving, maatschappelijke belangen.

Moeten we dat gewoon maar accepteren?

Nee, er moet absoluut iets gebeuren. Als je kijkt naar de resultaten van onze onderzoeken vallen die voor een individueel kind reuze mee, maar als je ze extrapoleert naar bevolkingsniveau is het schrikbarend. Wij hebben gezonde, doorsnee kinderen onderzocht en daar zagen we al duidelijke effecten. Wat betekent dat voor de kinderen die al longproblemen hebben, of een achterstand in hersenontwikkeling? Je kunt op basis van onze resultaten verwachten dat het aantal longpatiënten in Nederland toeneemt. Dan zijn er straks veel meer longartsen nodig dan nu.

Schrikt de overheid van uw onderzoeksuitkomsten?

Ik zou wel schrikken van een gemiddelde achterstand in hersenontwikkeling van drie jaar! Maar toen wij de overheid benaderden voor financiering van een vervolgonderzoek, kregen we te horen dat dioxinen in Nederland een 'non-issue' is. Volgens de overheid is het dioxineprobleem opgelost, nu de achtergrondwaarden in tien tot vijftien jaar tijd zijn gehalveerd. Dat wij op die niveaus nog steeds schadelijke effecten constateren lijkt er niet toe te doen.

Waarop baseert de overheid zo'n uitspraak?

Ze hanteert eenvoudigweg een normwaarde, een gemiddelde hoeveelheid die aanvaardbaar is, en ze accepteert dus dat de helft van de bevolking bóven die norm zit. Ook voor de vijf procent van de kinderen die in de hoogste blootstellingsniveaus zitten. Dat zijn 10-20.000 geboorten per jaar! Het probleem is dat niemand zijn vingers wil branden aan de vraag 'wat is acceptabel voor kinderen'. De normwaarden zijn afgestemd op volwassenen. Maar we weten dat de dosis waaraan foetus en zuigeling zijn blootgesteld ongeveer 25 keer zo hoog is als voor volwassenen.

Wat beschouwt u als het grootste probleem als het gaat om schadelijke stoffen?

Ik maak me vooral zorgen over de persistente en bioaccumulerende stoffen. Omdat we ze zo moeilijk kwijt kunnen raken en de problemen zich ophopen. Wij hebben er last van, de volgende generatie nog meer, enzovoort. Gelukkig zijn de gehalten dioxinen in onze lichamen verminderd, maar wat doen we met het vervuilde vlieggas uit vuilverbranders? Dat raken we niet kwijt – en dan heb ik het alleen nog maar over dioxinen. Waar houdt het op? Willen we onze kinderen alsmaar zieker en dommer maken?

Als u het voor het zeggen had, welke maatregelen zou u dan nemen?

Als arts vergelijk ik de introductie van nieuwe chemicaliën op de markt wel eens met de introductie van een nieuw medicijn. In tegenstelling tot nieuwe chemicaliën werkt het met nieuwe geneesmiddelen als volgt: eerst worden jarenlang de werking en de bijwerkingen onderzocht en op proefdieren getest. Dan onderzoeken ze de effecten in gecontroleerde omstandigheden op vrijwilligers en als dat allemaal duidelijk is, wordt het al dan niet op de markt gebracht. Ook daarna blijft het nieuwe medicijn onder controle staan. In een ideale situatie zou dat ook voor nieuwe chemicaliën moeten gelden: dat je niet zomaar iets op de markt mag brengen.

Is dat een pleidooi voor het voorzorgprincipe?

Ja, daar ben ik een felle voorstander van! Dat hoort bij mijn vak vind ik. Als arts moet je proberen te voorkómen dat iemand ziek of zieker wordt.

DR. VYVYAN HOWARD

DE ZWAKSTE SCHAKEL

'Als een stof persistent, bioaccumulerend of hormoonverstorend is: out.'



GP/Morgan

De werkkamer van dr. Vyvyan Howard oogt als een enorme archiefkast, waarin een tafel en twee bureautjes zijn verstopt. We moeten eerst stapels papieren en een diarol aan de kant schuiven, voor we kunnen zitten. Om ons heen zien we een ongelooflijke hoeveelheid informatie over schadelijke stoffen, opgeslagen in boeken, ordners en tijdschriftenhouders. Howard doceert binnen het Department of Human Anatomy and Cell Biology van de Universiteit van Liverpool en doet – veelal in internationaal verband – onder meer onderzoek naar de effecten van schadelijke stoffen op de foetus.

U stond naast Eurocommissaris Margot Wallström toen zij haar nieuwe chemicaliënbeleid REACH presenteerde. Wat was uw commentaar op dit voorstel?

Ik zei dat haar *body burden* zeventien jaar geleden, toen ze haar eerste kind borstvoeding gaf, waarschijnlijk drie keer zo hoog was als nu. Daarna vertelde ik wat we inmiddels weten over de effecten van POP's, onder andere uit de Rotterdamse en Amsterdamse onderzoeken naar langetermijneffecten van PCB's en dioxinen op kinderen [zie interview Gavin ten Tusscher]. Ik benadrukte de ingewikkeldheid van het thema, dat we onvoldoende methodes hebben om chemicaliën te analyseren. En dat ons enige instrument dus is: voorzorg.

Kort maar krachtig. Maar hoe ziet die voorzorg er in de praktijk uit? Hoe bepalen we welke chemische stoffen riskant zijn en welke niet of minder?

Chemicaliën zijn enorm complex. Alleen al van het pesticide toxafeen kunnen in theorie 62.000 vormen bestaan. We hebben eenvoudig niet de instrumenten om die allemaal te analyseren. Er zijn zóveel chemische verbindingen, we weten niet welke verbinding precies wat doet in die grote soep.

Kunnen we ooit de harde bewijzen verwachten waar de industrie om vraagt?

Nee natuurlijk niet. *They're asking for the moon*: ze willen het onmogelijke. Er zijn te veel potentieel schadelijke stoffen en verbindingen. Nieuwe onderzoeken tonen aan dat veel chemicaliën waarvan men dacht dat ze veilig waren, toch biologisch actief zijn en (hormoon)systemen kunnen verstoren. Bovendien: in *real life* hebben we te maken met een mix van stoffen. Die combinaties kunnen al in veel lagere concentraties effecten hebben dan één experiment met één enkele stof uitwijst.

Is het realistisch, een wereld zonder schadelijke stoffen?

We zullen altijd wat kleine hoeveelheden chloor moeten produceren, maar de bulk wordt toegepast

in producten en productieprocessen waarvoor de chemische industrie alternatieven zou moeten ontwikkelen. De consequenties zijn te groot en een klein beetje is al genoeg. Kijk naar de Belgische voedselcrisis: er hoeft maar één idioot 25 liter PCB's met één gram dioxine door veevoer te mengen en de schade is enorm.

Zijn 'nieuwe' POP's als ftalaten net zo schadelijk als PCB's en dioxinen?

Ftalaten zijn echt óveral. Ze zijn niet zo persistent als organochloorstoffen, maar wel bioaccumulerend. En in de foetus kunnen dit soort stoffen al in lage doses de ontwikkeling verstoren. Dat is één mogelijke verklaring voor het ontstaan van kanker op latere leeftijd. Op de vraag 'is de kans op kanker groter, als je jezelf als foetus niet optimaal in elkaar zet?' is het antwoord ondubbelzinnig ja.

Die verontrustende stelling keert vaak terug: chemicaliën richten de meeste schade aan in de foetus.

Ja, de foetus is de 'zwakke schakel' als het gaat om blootstelling aan schadelijke stoffen. Vroeger dachten we dat de baarmoeder het ongeboren kind beschermd tegen alle kwaden van buitenaf. Maar een groot deel van deze stoffen blijkt moeiteloos de placenta te kunnen passeren. Daar kunnen ze belangrijke signalen verstoren in het zich ontwikkelende lichaam, afhankelijk van het moment van blootstelling. En dat kan grote gevolgen hebben.

Het aantal kankergevallen stijgt de laatste jaren sterk. In Engeland was dat tussen 1979 en 2000 de belangrijkste doodsoorzaak – na verkeersongelukken – voor 20 tot 24-jarigen, bleek uit recent onderzoek door professor Jill Birch..

Daarover zouden overheden zich ernstig zorgen moeten maken: als dit waar is, moet het ergste nog komen. De stijging van het aantal kankergevallen wordt vaak verklaard door het feit dat 'we allemaal ouder worden'. Maar voor een aantal kankersoorten zijn het juist de jongeren die steeds vaker kanker krijgen. In de westerse wereld krijgt één op de drie mensen kanker, bij mannen in de Verenigde Staten gaat dat cijfer al richting één op twee.

Wat zou moet er volgens u gebeuren om de schade te beperken?

We moeten prioriteiten stellen. Zorgen dat we van de slechtste stoffen afkomen. Geen schadelijke pesticiden meer maken. De ontwikkeling van onschadelijke alternatieven stimuleren. En voor stoffen als dioxinen, die onbedoeld ontstaan tijdens de productie, moet je de bulkproductie van bijvoorbeeld chloor verminderen.

En dan?

We hebben een systeem ontwikkeld, een vergelijkende risicoanalyse voor pesticiden. Volgens mij is dat een hele pragmatische en positieve stap vooruit. Op grond van wat we weten over de schadelijke effecten, rangschikken we bijvoorbeeld twintig pesticiden die min of meer dezelfde werking hebben. Daaruit kun je dan de drie of vier minst schadelijke gebruiken.

Op grond van welke criteria moet een stof ondubbelzinnig worden afgewezen?

Dat is heel duidelijk. Als een stof persistent, bioaccumulerend of hormoonverstorend is: *out*. Weg ermee. Regeringen hebben zich ook gebonden aan die criteria, in het OSPAR-verdrag en de Stockholm Convention.

Tot slot: gif communiceert niet lekker.

Ja natuurlijk, dat weten politici die graag herkozen willen worden ook heel goed. Maar ik sluit me aan bij de schrijver Kurt Vonnegut: 'Beter een goed geïnformeerde pessimist, dan een slecht geïnformeerde optimist.' Hadden we maar meer politici als Margot Wallström!

GROOTSCHALIGE BIOMONITORING IN VLAANDEREN

**'Ons onderzoek is preventief:
wij meten vóór er gezondheidseffecten optreden.'**



GP/Janssen

Acht gebieden in Vlaanderen, met elk een verschillende milieudruk. Zeshonderd deelnemers per gebied, verdeeld over drie leeftijdsgroepen. Vijf Vlaamse universiteiten en twee andere kenniscentra. Vele betrokken wetenschappers, artsen, beleidsmedewerkers... Prof. Dr. Greet Schoeters heeft haar handen vol aan de coördinatie van een grootschalig Vlaams onderzoek, naar de effecten van schadelijke stoffen in mensen. Zij is hoofd van het expertisecentrum milieutoxicologie van VITO, de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek.

Wat onderzoekt u precies?

We willen in Vlaanderen weten hoe milieuvervuiling in mensen zelf aanwezig is. We wéten dat het milieu is vervuild, maar nu is de vraag of de mens zelf ook vervuild is. Dat gaan we bekijken, onder meer aan de hand van bloed- en urinemonsters van de in totaal 4.800 deelnemers. Bovendien kijken we naar de verschillen per regio. Alles bij elkaar duurt dit onderzoek vijf jaar. Maar we hopen op een vervolgonderzoek, zodat we trends in de tijd kunnen evalueren.

Waarom besloot de Vlaamse overheid tot zo'n bijzonder en grootschalig biomonitoring-onderzoek?

Onvrede, vooral na een aantal milieuschandalen en klachten: looduitstoot in Hoboken, cadmium in de Kempen, een verbrandingsoven bij Antwerpen. Daar kwam nog onze dioxinecrisis overheen. Toen kregen we twee 'groene' ministers en er kwam een parlementaire onderzoeksc commissie Gezondheid en Milieu. Die kwam in 2001 met twee belangrijke aanbevelingen: structureel is meer aandacht nodig voor preventie. En: gezondheid en milieu moeten beter worden geïntegreerd. Daarom besloot de overheid dat we ook in mensen moesten gaan meten.

Wie onderzoekt u? En op welke stoffen?

We onderzoeken drie leeftijdsgroepen van tweehonderd mensen, op stoffen die we goed kunnen meten en waarover we veel weten. Bij elke groep ligt het accent een beetje anders. In het navelstrengbloed van pasgeborenen kijken we vooral naar stoffen die vanuit de moeder in het kindje kunnen terechtkomen. Persistente stoffen als cadmium, lood, PCB's, gechlloreerde pesticiden en dioxineactiviteit. Dan de groep van veertien- en vijftienjarigen. Zij staan door hun verkeersdeelname bloot aan relatief hoge doses cadmium, lood, benzeen en PAK's. En in 2005 onderzoeken we ook ouderen, vooral op stoffen die toenemen met de leeftijd: cadmium, lood, PCB's, gechlloreerde pesticiden en dioxinen.

Kijkt u ook naar de mogelijke effecten?

In elke leeftijdsgroep doen we ook een aantal effectgerichte metingen. Bij de baby's analyseren we

gegevens over hun groei en ontwikkeling. Twee groepen kinderen volgen we langere tijd, om te kijken of ze astma ontwikkelen. Op 3,5-jarige leeftijd doen we neurologische testen. Bovendien vragen we de moeders hoe lang het duurde voor ze zwanger werden, omdat sommige stoffen invloed kunnen hebben op de vruchtbaarheid. DNA-schade en een aantal tumormerkers bepalen we bij de volwassenen. En bij de jongeren meten we hormoongehalten en we kijken met behulp van hun medische dossiers naar hun seksuele ontwikkeling.

U onderzoekt vooral 'oude' schadelijke stoffen?

Nee, we meten ook zo'n twintig andere stoffen, maar dat doen we in mengmonsters bloed en urine die we overhouden. Daaruit hopen we wel conclusies te kunnen trekken voor een volgend onderzoek. Broomhoudende vlamvertragers zitten daar zeker bij, evenals organotinverbindingen, een aantal pesticiden en ftalaten.

Is het niet te laat voor de deelnemers, als ze hun resultaten in handen krijgen?

Nee, zeker niet. Wij onderzoeken geen ziekten, maar biologische effecten van vervuilende stoffen. Dat is het voordeel van ons onderzoek. We meten op een moment dat er nog iets aan te doen is. Dus vóór die stoffen gevolgen hebben voor de gezondheid. Als wij in een bepaald gebied verhoogde waarden aantreffen, moet de overheid maatregelen nemen om de uitstoot daar te verlagen. Ons onderzoek is dus preventief. Uiteindelijk is het bedoeld als beleidsinstrument voor preventieve milieugezondheidszorg. Zodat we naast metingen in lucht, water en bodem ook onderzoeken wat er uiteindelijk in de mens zelf gebeurt.

Voorafgaand aan dit grootschalige onderzoek is een pilotstudie gedaan. Wat waren de uitkomsten daarvan?

We hadden daarvoor een 'schoon' gebied uitgekozen en een vervuild gebied, omdat we dachten dat er meetbare verschillen zouden zijn, in de gehalten die we aantreffen in mensen. Maar we concludeerden dat het een illusie is dat er nog echt schone gebieden zouden zijn. Ook in de 'schone' streek troffen we verhoogde concentraties schadelijke stoffen aan. Bovendien vonden we een verband tussen de concentraties van stoffen en bepaalde biologische effecten in mensen, zoals DNA-schade. Bij meer DNA-schade kun je verwachten dat er later een verhoogd risico op kanker is.

De pilotstudie stelde ook vast dat effecten al optraden bij relatief lage concentraties.

Ja, daar schrokken we wel van. De concentraties lood en cadmium bijvoorbeeld waren over het algemeen laag en toch zagen we daar al relaties met de nierfunctie. Ook vonden we een verband tussen astma en PCB's en tussen – omkeerbare – DNA-schade en een benzeen-metaboliet. Let op, de relaties waren heel zwak, maar wel aantoonbaar. Voor een individu is die vervuiling misschien verwaarloosbaar. Maar als je dit soort bevindingen extrapoleert naar bevolkingsniveau, hebben ze wel degelijk een meetbare invloed.

Wat zou u doen als u de baas was?

Ik zou zorgen dat de blootstelling van mensen aan schadelijke stoffen werd verminderd. Maatregelen in de ruimtelijke ordening bijvoorbeeld: geen woningen bij industriegebieden of langs drukke wegen. Persistente en bioaccumulerende stoffen moeten worden uitgebannen, want daar zadelen we ook toekomstige generaties mee op. En natuurlijk zou ik onderzoek naar alternatieven stimuleren. Consumenten kunnen daarop ook druk uitoefenen, maar dan moeten ze wel geïnformeerd worden. Dat vind ik heel belangrijk: mensen goed voorlichten, zodat ze zelf een keuze kunnen maken.

ALKYLFENOLEN IN WATER EN DIEREN



GP/Jansen

Zijn alkylfenol en alkylfenol ethoxylaten aangetroffen in het milieu?

Op open zee, vooral in de buurt van scheepvaartroutes, liggen de concentraties nonylfenol ethoxylaten (NPEO) hoger dan in Nederlands oppervlaktewater. Daarin komen de concentraties zelden uit boven het maximaal toelaatbare risiconiveau (MTR).

Nonylfenol (NP) in water overschrijdt het MTR een enkele keer. Maar in sedimenten en zwevend stof uit oppervlaktewateren overschrijden de concentraties NPEO en NP regelmatig het MTR. In de Westerschelde en de Dommel zijn de gehalten NP zelfs tot tien keer zo hoog.

Hoe komen ze daarin terecht?

In zoetwater vooral vanuit grensoverschrijdende rivieren en uit afvalwater van zuiveringsinstallaties. Belangrijke bronnen voor NPEO in het sediment van de Nederlandse kustzone zijn de Rijn, baggerslib uit de Rotterdamse haven, booreilanden, maar vooral de Schelde. De scheepvaart is waarschijnlijk de belangrijkste bron van deze stoffen in zeewater.

Vinden we ze ook in de lichamen van mensen?

Over de concentraties NP en NPEO in mensen zijn vrijwel geen gegevens, en zeker geen Nederlandse. Een Maleisisch onderzoek meldde onlangs relatief lage concentraties NP in bloed. En een recent Duits onderzoek toonde aan dat we aan NP zijn blootgesteld via ons voedsel. Ook baby's, via moedermelk of de fles.

Welke effecten hebben deze stoffen op het milieu en de gezondheid van dieren en mensen?

De Gezondheidsraad bracht in 1997 en 1999 twee adviesrapporten uit over de vraag: is er reden tot bezorgdheid over de invloed van hormoonverstorende stoffen? In 1997 concludeerde de raad dat we in Nederland wel zijn blootgesteld aan dit soort stoffen en dat ze een negatief effect kunnen hebben op de menselijke voortplanting en/of ontwikkeling.

Maar een causaal verband tussen die twee kon volgens het rapport in Nederland niet worden gelegd. Het advies uit 1999 concentreerde zich op Nederlandse ecosystemen. Voor dieren zijn wel effecten aangetoond op de voortplanting door hormoonverstoring, zo stelt dit rapport. Eén van die effecten is interseksualiteit: het ontwikkelen van vrouwelijke geslachtskenmerken in mannetjesdieren of omgekeerd. Interseksualiteit bij vissen bleek het gevolg van blootstelling aan afvalwater van zuiveringsinstallaties. En bij zeeslakken lag de oorzaak in blootstelling aan tributyltin (TBT).

Welke maatregelen acht u nodig om de uitstoot van schadelijke stoffen te beperken en liefst te beëindigen?

Overschakeling op het gebruik van beter afbreekbare alternatieven voor schoonmaakmiddelen. Een nieuwe EU-richtlijn beperkt het gebruik van NP en NPEO, waardoor de uitstoot zal afnemen. Maar die richtlijn geldt niet voor lozingen op open zee door scheepvaart en productieplatforms. Daarvoor is betere regelgeving en controle nodig. Ondanks internationale afspraken zijn de controlemogelijkheden voor nationale overheden nog vrij beperkt. Regelmatige monitoring van concentraties en effecten van NPEO en NP – in zoet en zout oppervlaktewater en sedimenten – blijft voorlopig geboden.

DE EFFECTEN VAN ORGANOTINVERBINDINGEN



GP/Jansen

Vinden we organotinverbindingen terug in het milieu?

Organotinverbindingen behoren tot de meest toxische verbindingen die we kennen. Met name tributyltin (TBT) heeft geleid tot zeer ernstige effecten in het mariene milieu. De grootste emissies treden op in havengebieden, kustgebieden en drukke scheepvaartroutes. Bij een grote tanker van 200-300 meter kan uit de scheepsverf al een hoeveelheid van enkele kilo's per dag afgegeven worden. TBT hecht zich sterk aan sediment en wordt in zuurstofloze sedimentlagen nauwelijks afgebroken. Daarom hebben vrijwel alle grote zeehavens te maken met sterk verhoogde gehalten TBT in het slib. De TBT-gehalten in de Waddenzee en Nederlandse kustwateren liggen al jaren ruim boven de normen.

Zijn ze bioaccumulerend?

Ja, TBT wordt sterk opgenomen door lagere organismen en kan op die manier worden doorgegeven in de voedselketen. De stof wordt in hogere organismen gedeeltelijk omgezet naar dibutyltin en monobutyltin. Wereldwijd vinden onderzoekers de stof in schelpdieren, slakken, inktvissen, vissen en zeezoogdieren, met in kustgebieden soms hoge concentraties. Recent onderzoek van IVM en NIOZ trof onverwacht hoge concentraties aan in bruinvissen uit de Noordzee. Die resultaten zijn vergelijkbaar met gegevens over dolfinachtigen en zeehonden uit Amerikaanse en Japanse gebieden met een hoge TBT-verontreiniging. In gestrande potvissen toonden we eveneens organotinverbindingen aan: een duidelijk bewijs voor de wereldwijde verspreiding van deze stoffen.

Wat zijn de effecten van blootstelling?

De eerste negatieve effecten zijn bekend uit de baai van Arcachon in Frankrijk, in de jaren zeventig. Groei-afwijkingen en sterfte in de oesterteelt werden in verband gebracht met TBT. In Engeland constateerden onderzoekers vorming van een penis bij vrouwelijke purperslakken (imposex). De soort verdween in gebieden nabij drukke jachthavens en grote zeehavens. In de Nederlandse wateren zijn purperslak én wulk vrijwel verdwenen, waarschijnlijk mede door blootstelling aan organotinverbindingen. Een pas afgesloten Europees onderzoek nam imposex ook waar bij vergelijkbare soorten voor de kusten van Portugal, Spanje en Italië. Bij zoogdieren vermoeden we effecten op de weerstand tegen ziekten en neurologische effecten. Mogelijk dat blootstelling aan organotinverbindingen ook een rol speelde bij de massale sterfte onder zeehonden in de Waddenzee.

Vormen organotinverbindingen een risico voor mensen?

Over blootstelling en effecten bij mensen is minder bekend. Consumptie van vis en schelpdieren leidt in Nederland vermoedelijk niet tot risico's. Maar recent Amerikaans onderzoek wijst op mogelijke andere blootstellingsbronnen dan voedsel. Onbekend is of dat ook voor de Nederlandse situatie geldt. Ik vind nader onderzoek wenselijk naar de blootstelling bij mensen.

Welke maatregelen nemen overheden?

Mede onder druk van milieuorganisaties en wetenschap legden veel West-Europese landen begin jaren negentig het gebruik van TBT in de pleziervaart aan banden. Dit heeft geleid tot een gedeeltelijk herstel van de purperslak nabij jachthavens in Engeland. Pas in 2001 stelde de Internationale Maritieme Organisatie een verdrag op dat moest leiden tot een wereldwijd verbod voor de grote zeeschepen. Dat zou ingaan tussen 2003 en 2008, maar nu – maart 2004 – zijn er nog onvoldoende ratificaties. Sommige Europese havens willen schepen een bonus geven als ze geen TBT-houdende verven meer hebben. Wetenschappers en milieuorganisaties dringen ook al jaren aan op normen voor TBT in havenslib dat naar zee wordt afgevoerd. Onbekend is wanneer dit nu eindelijk gebeurt.

11 - AFKORTINGEN

AP	alkylfenolen		
APE	alkylfenol ethoxylaten		
AHTN	tonalide		
BBzP	butyl benzyl phthalate		
BPA	bisphenol-A		
CDC	Centre for Disease Control		
DBP	di-n-butyl phthalate		
DBT	dibutyltin		
DCHP	diphenyl phthalate		
DEHP	di-(2-ethylhexyl) phthalate		
DEP	diethyl phthalate		
DIBP	di-iso-butyl phthalate		
DIDP	di-iso-decyl phthalate		
DINP	di-iso-nonyl phthalate		
DMP	dimethyl phthalate		
DOP	di-n-octyl phthalate		
DOT	dioctyltin		
EEA	European Environmental Agency		
EU	Europese Unie		
HBDC	hexabromo cyclodecane		
HHCB	galaxolide		
IMO	International Maritime Organisation		
IVM	Instituut voor Milieustudies		
MA	musk ambrette		
MBT	monobutyltin		
MOT	monoocetyl tin		
NeR	Nederlandse emissierichtlijnen		
NIOZ	Nederlands Instituut voor Onderzoek van de Zee		
NP	nonylfenol		
NPEO	nonylfenol ethoxylaten		
OPEO	octylfenol ethoxylaten		
OSPAR	Oslo Paris Convention		
PAK's	polycyclische aromatische koolwaterstoffen		
PE	polyethyleen		
POP	Persistent Organic Pollutant		
PP	polypropyleen		
PVC	polyvinylchloride		
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction on Chemicals		
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu		
RIVO	Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek		
SOMS	Strategisch Omgaan met Stoffen		
TBBPA	tetrabromo bisphenol-A		
TBT	tributyltin		
TPT	triphenyltin		
UK	Verenigd Koninkrijk (United Kingdom)		
V&W	Verkeer en Waterstaat		
VROM	Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu		
VS	Verenigde Staten		
WHO	World Health Organisation		
WWF	Wereld Natuur Fonds (World Wildlife Fund)		

12 - LITERATUURLIJST

- Allsopp M, Santillo D, Johnston P (1997). *Poisoning the future. Impact of Endocrine-Disrupting Chemicals on Wildlife and Human Health*. Greenpeace Research Laboratories. ISBN 90-73361-40-0.
- Allsopp M, Santillo D, Johnston P, Stringer R (1999). *The Tip of the Iceberg: State of knowledge on persistent organic pollutants in Europe and the Arctic*. Greenpeace International. ISBN: 90-73361-53-2.
- Allsopp M, Johnston P (2000a). *Unseen Poisons in Asia: A review of persistent organic pollutant levels in South and Southeast Asia and Oceania*. Greenpeace Research Laboratories ISBN 90-73361-64-8.
- Allsopp M, Erry B (2000b). *POPs in Latin America: A review of persistent organic pollutant levels in Latin America*, Greenpeace Research Laboratories.
- Allsopp M, Erry B, Johnston P, Santillo D (2001). *POPs in the Baltic: A review of persistent organic pollutant levels (POPs) in the Baltic Sea*. Greenpeace Research Laboratories ISBN: 90-73361-71-0.
- AMAP, 2003, uit *A diet in danger: Pollutants enter Arctic food chain*, Marla Cone, Los Angeles Time 25/01/04.
- Axelrad JC, Howard CV, McLean WG (2002). *Interactions between pesticides and components of pesticide formulations in an in vitro neurotoxicity test*. *Toxicology*;173(3):259–68 / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.
- Bard S.M. (1999). *Global transport of anthropogenic contaminants and the consequences for the Arctic marine ecosystem*. *Marine Pollution Bulletin* 38 (5): 356-379. / geciteerd uit The tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999.
- Boer de J., Wester P.G., Klamer H.J.C., Lewis W.E. and Boon J.P (1998). *Do flame retardants threaten ocean life?* *Nature* 394 (2 July): 28-29. / geciteerd uit The Tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999.
- Butte, W. & Heinzow, B. (2002) *Pollutants in house dust as indicators of indoor contamination*. *Reviews in Environmental Contamination and Toxicology* 175: 1-46 / geciteerd uit Consuming Chemicals, Santillo et al. 2003.
- Cadee GC et al. *Why the whelk has become extinct in the Dutch Wadden Sea*, *Netherlands Journal of Sea Research* 34/4, pp.337-339, 1995.
- CDC (2003). *Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals*. (Revised version). Atlanta, GA, USA: Centres for Disease Control and Prevention, National Center for Environmental Health. NCEH Pub. No. 02-0716. Accessed Sept 2003 at: <http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/secondNER.pdf> / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.
- Colborn T, Myers JP, Dumanoski D (1996). *Our Stolen Future*. ISBN 0-525-93982-2.
- Colon I, Caro D, Bourdony CJ, Rosario O (2000). *Identification of phthalate esters in the serum of young Puerto Rican girls with premature breast development*. *Environ Health Perspect*; 108 (9):895–900. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.
- Dallaire F, Dewailly E, Muckle G, Ayotte P (2003). *Time Trends of Persistent Organic Pollutants and Heavy Metals in Umbilical Cord Blood of Inuit Infants Born in Nunavik (Québec, Canada) between 1994 and 2001*. *Children's Health* volume 111, okt. 2003.
- Dorey CN (2003). *Chemical Legacy: Contamination of the Child*. Greenpeace UK. ISBN 1-903907-06-3.
- Dostal LA, Weaver RP, Schwetz BA (1987). *Transfer of di(2-ethylhexyl) phthalate through rat milk and effects on milk composition and the mammary gland*. *ToxicolAppl Pharmacol*;91(3):315–25. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.
- Duty, S.M., Singh, N.P., Silva, M.J., Barr, D.B., Brock, J.W., Ryan, L., Herrick, R.F., Christiani, D.C., Hauser, R. *The relationship between environmental exposures to phthalates and DNA damage in human sperm using the neutral comet assay*. *Environ Health Perspect* 2003 111:9:1164-1169 geciteerd uit Causes for Concern, WWF 2004.
- EEB (European Environmental Bureau), EEB Position on Commission proposal for a Regulation on REACH, 10/12/03.

29 Environment Agency of England and Wales 1998; *Endocrine Disrupting Substances in the Environment. What Should Be Done?* The EA Bristol / geciteerd uit Causes for Concern, WWF 2004.

European List of Notified Chemical Substances
<http://ecb.jrc.it/new-chemicals>

Gaikema FJ en Alberts PJ, *Gaschromatografische bepaling van residuen van organotinverbindingen in textielproducten*, De Ware(n) Chemicus, vol. 29, pg. 23-33, 1999.

Greenpeace Duitsland (2000). *TBT auch in Luftmatratzen und Schwimmflügeln*, persbericht 29 augustus 2000.

Greenpeace Nederland (1997). *Kleine hoeveelheden, grote gevolgen. Hormoonverstorende stoffen en hun effecten op mens en dier.*

Greenpeace Nederland, Stichting Natuur en Milieu, Consumentenbond, Milieudefensie (1998) *Dagelijkse kost: dossier hormoonverstorende bestrijdingsmiddelen op ons voedsel en in ons milieu.*

Greenpeace Nederland (2001). *Gif in huisstof: Een onderzoek naar POP's in honderd huishoudens.*

Greenpeace Nederland Magazine 2001-2.

Greenpeace Nederland Magazine 2003-3.

Greenpeace Nederland (2003). *Onzichtbare Chemie: Onderzoek naar giftige stoffen in regenwater.* ISBN: 90-73361-81-8.

Greenpeace UK, juni 2001. *Toxic chemicals in a child's world: an investigation into PVC plastic products.*

Greenpeace UK a (oktober 2003). *Human Impacts of Man-made Chemicals.*

Greenpeace UK b (oktober 2003). *Safer Chemicals within Reach.*

Guenther, K, Heinke V, Thiele B, Kleist E, Prast H, Raecker T (2002). *Endocrine disrupting nonylphenols are ubiquitous in food.* Environ Sci and Tech; 36(8):1676-80. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.

Haglund P.S., Zook D.R., Buser H-R. and Hu J. (1997). *Identification and quantification of polybrominated diphenyl ethers and methoxy polybrominated*

diphenyl ethers in Baltic biota. Environmental Science and Technology 31 (11): 3281-3287 / geciteerd uit The Tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999. Harazono A, Ema M (2003). *Suppression of decidual cell response induced by dibutyltin dichloride in pseudopregnant rats: As a cause of early embryonic loss.* Reprod Toxicol;17(4):393-9. / geciteerd uit Human Impact of Man-Made Chemicals, Greenpeace-UK 2003.

Haydar D, et al. (2002). *Compilatie van gegevens over zeehonden en zeehondenopvang in de Nederlandse Waddenzee.* Wetenschappelijk Platform Zeehonden Waddenzee, september 2002.

Hites R, Foran J, Carpenter D, Hamilton C, Knuth B, Schwager S *Global Assessment of Organic Contaminants in Farmed Salmon.* Science 2004 303: 226-229.

Houlihan J, Wiles R, Thayer K, Gray S (2003). *Body burden. The pollution in people.* Washington, DC, USA: Environmental Working Group. Accessed Sept 2003 at: <http://www.ewg.org/reports/bodyburden/> / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.

Ikezuki Y, Tsutsumi O, Takai Y, Kamei Y, Taketani Y (2002). *Determination of bisphenol-A concentrations in human biological fluids reveals significant early prenatal exposure.* Human Reprod;17(11):2839-41 / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.

Infomil, 15/04/03, www.infomil.nl

Krautter M, Seidl E *Persistent Pollutant Endangering Life in the Alps* (October 2002) Greenpeace Duitsland.

Kyselova V, Peknicova J, Buckiova D, Boubelik M (2003). *Effects of p-nonylphenol and resveratrol on body and organ weight and in vivo fertility of outbred CD-1 mice.* Reprod Biol Endocrinol; 1(1):30. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.

Lee MH, Chung SW, Kang BY, Park J, Lee CH, Hwang SY, Kim TS (2003b). *Enhanced interleukin-4 production in CD4+ T cells and elevated immunoglobulin E levels in antigen-primed mice by bisphenol-A and nonylphenol, endocrine disruptors: Involvement of nuclear factor-AT and Ca2+.* Immunology; 109(1):76-86. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.

Lewis, R.G., Fortmann, R.C. & Camann, D.E. (1994) *Evaluation of methods for monitoring the potential exposure of small children to pesticides in the*

- residential environment*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology 26: 37-46 / geciteerd uit Consuming Chemicals, Santillo et al. 2003.
- Meironyte D et al., *Analysis of polybrominated diphenyl ethers in Swedish human milk. A time-related trend study, 1972-1997*, Journal of Toxicology and Environmental Health – part A, vol. 58, pp. 329-341, 1999.
- Moore KL, Persaud TVN (2003). *The Developing Human. Clinically Orientated Embryology (7th Ed)*. Philadelphia, PA, USA: Saunders / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.
- Nice HE, Morritt D, Crane M, Thorndyke M (2003). *Long-term and transgenerational effects of nonylphenol exposure at a key stage in the development of Crassostrea gigas. Possible endocrine disruption?* Marine Eco Progress Series;256:293–300 / geciteerd uit Human Impacts of Man-made Chemicals, Greenpeace UK 2003.
- Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U., Tillmann, M., Markert, B. *Effects of endocrine disruptors on Prosobranch snails (Mollusca: Gastropoda) in the laboratory*. Part I: Bisphenol-A and octylphenol as xenoestrogens. Ecotoxicology 2000 9:383-397. / geciteerd uit Causes for Concern, WWF 2004.
- O’Shea, T.J., Tanabe, S., *Persistent ocean contaminants and marine mammals: a retrospective overview*. In: O’Shea, T.J. et al. (Eds.), 1999. *Proceedings of the Marine Mammal Commission Workshop Marine Mammals and Persistent Ocean Contaminants*, pp 87-92. (cited in Tanabe, S. Contamination and toxic effects of persistent endocrine disrupters in marine mammals and birds. Mar Pollut Bull 2002; 45:69-77.) / geciteerd uit Causes for Concern, WWF 2004.
- Parmar D, Srivastava SP, Srivastava SP, Seth PK (1985). *Hepatic mixed function oxidases and cytochrome P-450 contents in rat pups exposed to di-(2-ethylhexyl)phthalate through mother’s milk*. Drug Metab Dispos;13(3):368–70. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.
- Peters R., *Hazardous Chemicals in Precipitation*, TNO-MEP, mei 2003.
- Rimkus G, Rimkus B, Wolf M (1994). Nitro musks in human adipose tissue and breast milk. *Chemosphere* 28(2) 421-433. / geciteerd uit Word Wildlife Fund for Nature briefing for OSPAR Commission, Synthetic musk fragrances, a cause of concern, mei 2000.
- Royal Commission on Environmental Pollution (2003). *Chemicals in Products. Safeguarding the environment and human health*.
- Santillo D, Labunska I, Davidson H, Johnston P, Strutt M, Knowles O (2003). *Consuming Chemicals: Hazardous chemicals in house dust as an indicator of chemical exposure in the home*. Greenpeace Research Laboratories.
- Schonfelder G, Wittfoht W, Hopp H, Talsness CE, Paul M, Chahoud I (2002b). *Parent Bisphenol-A accumulation in the human maternal–fetal–placental unit*. Environ Health Perspect;110(11):A703–7. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey, 2003.
- Sellstrom U., Jansson B., Kierkegaard A., de Wit C., Odsjo T. and Olsson M. (1993). *Polybrominated diphenylethers (PBDE) in biological samples from the Swedish environment*. Chemosphere 26 (9): 1703-1718. / geciteerd uit The Tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999.
- Skakkebaek NE, Rajpert-De Meyts, Main KM (2001). *Testicular dysgenesis syndrome: An increasingly common developmental disorder with environmental aspects*. Hum Reprod;16(5):972–8.
- Srivastava S, Awasthi VK, Srivastava SP, Seth PK (1989). *Biochemical alterations in rat fetal liver following in utero exposure to di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)*. Indian J Exp Biol;27(10):885–8. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.
- Stoker, C., Rey, F. Rodriguez, H., Ramos, J.G., Sirosky, P., Larriera, A., Luque Munoz-de-Toro, M. *Sex reversal effects on Caiman latirostris exposed to environmentally relevant doses of the xenoestrogen bisphenol-A*. Gen Comp Endocrinol 2003 Oct 1;133(3)287-96. / geciteerd uit Causes for Concern, WWF 2004.
- Sharpe, R.M. (2004). *How strong is the evidence of a link between environmental chemicals and adverse effects on human reproductive health?* British Medical Journal 2004;328:447-451.
- SP Swedish National Testing and Research Institute (2003). *Summary of the first Annual Conference for The Consortium for Fire Safety, Health and the Environment*, www.sp.se/fire/Eng/Conferences/FIRESEL/Fire_safety,_health_and_Environ.html
- Takada H, Isobe T, Nakada N, Nishiyama H, Iguchi T, Irie H, Mori C (1999). *Bisphenol-A and nonylphenols in human*

umbilical cords. Proceedings of the International Scientific Conference on Environmental Endocrine Disrupting Chemicals, Monte Verita, Ascona, Switzerland, March 7–12, 1999. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey, 2003.

Takahashi S, Mukai H, Tanabe S, Sakayama K, Miyazaki T, Masuno H (1999). *Butyltin residues in livers of humans and wild terrestrial mammals and in plastic products*. Environ Pollution;106(2):213–8. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey, 2003.

Tamburlini G. et al. *Children's Health and environment: A review of evidence*, World Health Organisation/European Environmental Agency, 2002.

Ten Tusscher, G (2002). *Later childhood effects of perinatal exposure to background levels of dioxins in The Netherlands*. Universiteit van Amsterdam 2002. ISBN: 90-9016271-2.

Vartiainen T., Mannio J., Korhonen M., Kinnunen K. and Strandman T. (1997). *Levels of PCDD, PCDF and PCB in dated lake sediments in subArctic Finland*. Chemosphere 34 (5-7): 1341-1350. / geciteerd uit Tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999.

Vreugdenhil H (2003). *Ontwikkelingseffecten van perinatale blootstelling aan achtergrondniveaus van PCB's en dioxinen bij schoolgaande kinderen*. Rotterdam, Erasmus Universiteit.

VROM (2001). *Een wereld en een wil: werken aan duurzaamheid, Nationaal Milieubeleidsplan 4*.

Wania F. and Mackay D. (1993). *Global fractionation and cold condensation of low volatility organochlorine compounds in polar regions*. Ambio 22 (1): 10-18. / geciteerd uit The Tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999.

Wania F. and Mackay D. (1996). *Tracking the distribution of persistent organic pollutants*. Environmental Science and Technology 30 (9): 390A-396A. / geciteerd uit The Tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999.

Whalen MM, Loganathan BG, Kannan K (1999). *Immunotoxicity of environmentally relevant concentrations of butyltins on human natural killer cells in vitro*. Environ Res;81(2):108–16. / geciteerd uit Human Impacts of Man-made Chemicals, Greenpeace UK 2003.

Wiig O., Derocher A.E., Cronin M.M. and Skaare J.U. (1998). *Female pseudohermaphrodite polar bears at Svalbard*. Journal of Wildlife Diseases 34 (4): 792-796. / geciteerd uit The Tip of the Iceberg, Allsopp et al. 1999.

Wilson NK, Chuang JC, Ly u C, Menton R, Morgan MK (2003). *Aggregate exposures of nine preschool children to persistent organic pollutants at day care and at home*. J Expo Anal Environ Epidemiol; 13(3):187–202. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.

WWF 2003. *National Biomonitoring Survey*.

WWF 2004. *Causes for Concern: Chemicals and Wildlife*. <http://www.panda.org/detox>

Yamada H, Furuta I, Kato EH, Kataoka S, Usuki Y, Kobashi G, Sata F, Kishi R, Fujimoto S (2002). *Maternal serum and amniotic fluid bisphenol-A concentrations in the early second trimester*. Reprod Toxicol; 16(6) : 735 – 9. / geciteerd uit Chemical Legacy, Dorey 2003.

Zoeller TR, Dowling AL, Herzig CT, Iannacone EA, Gauger KJ, Bansal R (2002). *Thyroid hormone, brain development, and the environment*. Environ Health Perspect;110(Suppl 3):355–61.

www.chemicalreaction.org

www.noordzee.org

www.RachelCarson.org

FACTSHEETS

Broomhoudende vlamvertragers, ftalaten, organotinverbindingen, alkylfenolen en synthetische muskverbindingen behoren tot de zogeheten Persistent Organic Pollutants (POPs). Deze stoffen zijn al in zeer kleine hoeveelheden uiterst giftig. Groot probleem is dat ze lange afstanden afleggen door lucht en water en nauwelijks afbreken in het milieu. Ze verdwijnen niet, maar verspreiden zich over de hele wereld. POP's worden opgeslagen in het vetweefsel van dieren en mensen en komen daaruit langzaam vrij in het lichaam. Veel POP's zijn notoire hormoonverstoorders. Ze bootsen de werking na van hormonen of blokkeren die juist. Zo kunnen ze het immuunsysteem verstoren, leermoeilijkheden veroorzaken en de voortplantingsorganen aantasten.

BROOMHOUDENDE VLAMVERTRAGERS

Broomhoudende vlamvertragers zijn chemische stoffen, die voorkomen dat producten snel vlam vatten en uitbranden. Vlamvertragers worden verwerkt in talloze kunststofproducten, textiel en elektronica: van computers, stofzuigers, bankstellen en gordijnen tot de bekleding van auto's.

Niemand ontkent het belang van vlamvertragers. Maar juist de broomhoudende vlamvertragers, die het meest worden toegepast, zijn erg schadelijk en moeilijk afbreekbaar. Ze belanden in het milieu tijdens de productie, het gebruik en in de afvalfase. Uiteindelijk komen ze ook terecht in de lichamen van mensen.

Mensen krijgen broomhoudende vlamvertragers vooral binnen via voedsel. Ze zijn aangetroffen in Canadees, Zweeds en Engels voedsel, maar in 2003 ook in Nederlandse voedingsmiddelen en dier-voeders. Vooral de gehalten HBCD bleken hoog¹. Broomhoudende vlamvertragers lossen namelijk makkelijk op in het vetweefsel van bijvoorbeeld vissen en dieren. Ze stapelen zich op in de voedselketen en belanden uiteindelijk op ons bord.

Maar kleine hoeveelheden kunnen ook terecht komen in onze lichamen, doordat ze 'lekker' uit computers, bankstellen of gordijnen. Greenpeace liet in 2000 de stofzuigerzakken van acht Europese parlamentsgebouwen onderzoeken op gevaarlijke stoffen². In de Nederlandse Tweede Kamer werden veertien verschillende broomhoudende vlamvertragers gevonden, waaronder TBBPA en HBCD. TBBPA zit vooral in printplaten, sommige plastics en in epoxyharsen, HBCD in meubelstoffering en dakisolatie. In mei 2001 onderzocht Greenpeace bovendien het huisstof van honderd huishoudens in Nederland. In alle huizen werden schadelijke stoffen aangetroffen, waaronder broomhoudende vlamvertragers³. Dat bevestigt de vermoedens dat de stoffen uit producten kunnen lekken.

In 2003 liet Greenpeace regenwater analyseren op de aanwezigheid van POP's⁴. Regenwater is een soort opvangplaats voor alles wat zich in de atmos-

feer bevindt. Dit onderzoek bevestigt hoe wijdverspreid in ons milieu broomhoudende vlamvertragers aanwezig zijn. Het was voor het eerst dat deze stoffen in regenwater werden gevonden, in dertig procent van de monsters. Oudere én nieuwere typen analyseerden de onderzoekers, in verschillende concentraties. Opvallend was dat de vlamvertrager HBCD (nog) niet wijdverspreid werd aangetroffen, maar wel bij Terneuzen in een piekconcentratie.

PRODUCTIE EN GEBRUIK

In Nederland is Broomchemie in Terneuzen de enige producent van broomhoudende vlamvertragers. Broomchemie is een dochteronderneming van Dead Sea Bromine Group, een van de grootste multinationale bedrijven die deze stoffen produceren. Ook de multinationals Great Lakes Chemicals, Albemarle en Atochem hebben Europese vestigingen, in Engeland en Frankrijk. Wereldwijd schatte de broomindustrie in 2001 het gebruik op ruim 200 miljoen kilo. Azië was goed voor de helft daarvan en Europa gebruikte 25 miljoen kilo⁵.

VERSPREIDING IN HET MILIEU

Begin 2001 raakte de productie van de broomhoudende vlamvertrager HBCD in opspraak, omdat Rijkswaterstaat hoge concentraties van deze stof aantrof in visdiefjes in de omgeving van Broomchemie⁶. Al in de jaren zeventig trof het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) broomhoudende vlamvertragers aan in aalscholvers. In de jaren negentig bleken de stoffen al te zijn doorgedrongen tot potvissen, die hun voedsel diep in de oceaan verzamelen⁷. En in 2002 vond het RIVO de stoffen terug in bergforellen in de Alpen.

Broomhoudende vlamvertragers komen terecht in het water en het slib via lozingen tijdens de productie. Maar ze kunnen ook lekken uit producten waarin ze zijn verwerkt. En als die producten worden verbrand, kunnen zeer giftige broomhoudende dioxinen en furanen ontstaan. Zweeds onderzoek toonde als een van de eerste aan dat de stoffen ook in moedermelk zitten. Tussen 1972 en 1998 verdubbelden die concentraties elke vijf jaar⁸. Inmiddels overtreffen de gehalten in Canadese moedermelk de Zweedse concentraties. In Nederlandse moedermelk trof het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) eveneens broomhoudende vlamvertragers⁹.

EFFECTEN

Laboratoriumtesten tonen aan dat broomhoudende vlamvertragers uiterst giftig zijn voor schaaldieren. Ook lijken ze effecten te hebben op de puberale ontwikkeling, de schildklier en de lever van ratten¹⁰. Er zijn duidelijke aanwijzingen dat broomhoudende vlamvertragers hormoonverstorend werken en effecten hebben op de voortplanting van dieren. Onderzoek toonde aan dat ze de werking kunnen nabootsen van het schildklierhormoon. Dat hormoon speelt een belangrijke rol in de hersenontwikkeling van ongeboren kinderen. Broomhoudende vlamvertragers kunnen de motorische ontwikkeling verstoren, of geheugen- en leerproblemen veroorzaken¹¹. Broomhoudende vlamvertragers die in de foetus terechtkomen, verspreiden zich langzaam over het lichaam en kunnen op latere leeftijd leiden tot afwijkend gedrag, zo bleek uit een recente studie naar muizen¹². Een aantal broomhoudende vlamvertragers zijn bovendien in verband gebracht met ziekten als kanker¹³.

VERBOD

Het OSPAR-verdrag is in het leven geroepen door vijftien Europese landen en de EU om het zeemilieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan te beschermen. Zij kwamen in 1998 overeen dat alle lozingen van alle gevaarlijke stoffen voor 2020 moesten zijn gestopt en stelden een eerste prioriteitenlijst op. Broomhoudende vlamvertragers staan op deze lijst.

In Nederland nam de Tweede Kamer in 2001 de nota Strategisch Omgaan met Stoffen (SOMS) aan. De Europese Commissie (EC) droeg Nederland echter op dit beleid voorlopig in de ijskast te zetten. In 2003 besloot de Raad van State dat Broomchemie een nieuw type broomhoudende vlamvertrager, FR-720, niet mag produceren. De producent kon namelijk niet aantonen dat de stof geen problemen zou veroorzaken, die vergelijkbaar zijn met bijvoorbeeld TBBPA. De raad bevestigde zo een belangrijk uitgangspunt van SOMS: bedrijven moeten informatie geven over de eigenschappen van hun stoffen.

In oktober 2003 presenteerde de EC haar eigen nieuwe chemicaliënbeleid, dat – onder druk van de chemische industrie – het aantal stoffen sterk beperkte waarover bedrijven informatie moeten verschaffen. Bovendien is vervanging van schadelijke stoffen door alternatieven niet verplicht. Wel wordt in augustus 2004 een Europees verbod van kracht op twee broomhoudende vlamvertragers: octa-BDE en penta-BDE¹⁴.

ALTERNATIEVEN

Uitgebreid onderzoek door de Deense en Zweedse overheid toonde aan dat voor toepassingen van broomhoudende vlamvertragers effectieve alternatieven beschikbaar zijn, die minder schadelijk zijn voor het milieu¹⁵. De extra kosten zijn relatief laag. Een aantal producenten maakt vlamvertragers die geen broom of chloor bevatten. Milieuvriendelijker vlamvertragers zijn bijvoorbeeld: fosforesters zonder broom of chloor, magnesium hydroxide en aluminium trihydraat. Er bestaan speciale verfsoorten en lakken, waarmee hout of staal vlamvertragend wordt gemaakt. En fabrikanten ontwikkelen kunststoffen, waarbij een afdekkende laag ontstaat die brandvertragend werkt als de boel in brand vliegt. Daarin zijn chemische vlamvertragers helemaal niet nodig.

1. J. de Boer et al, Zorg over nieuw type contaminant, *Voeding Nu* 10, oktober 2003.
2. D. Santillo et al., The presence of brominated flame retardants and organotin compounds in dusts collected from Parliament buildings from eight countries, Greenpeace Research Laboratories, technical note 03/2001, 2001.
3. Gif in huisstof, een onderzoek naar POP's in honderd Nederlandse huishoudens, Greenpeace Nederland, 2001.
4. Onzichtbare chemie, Onderzoek naar giftige stoffen in regenwater, Greenpeace Nederland, 2003.
5. www.bsef-site.com/docs/BFR_vols_2001.doc
6. S. Bouma, A. Holland, D. Vethaak, Visdieren in problemen, RIKZ-99.037, 1999.
7. J. de Boer et al., Do flame retardants threaten ocean life?, *Nature* 394 pp.28-29, 1998.
8. D. Meironyte et al., Analysis of polybrominated diphenyl ethers in Swedish human milk. A time-related trend study, 1972-1997, *Journal of Toxicology and Environmental Health – part A*, vol. 58, pp. 329-341, 1999.
9. zie De Boer et al. (noot 1).
10. L. Birnbaum, D. F. Staskal, Polybrominated flame retardants: cause for concern?, <http://ehp.niehs.nih.gov/members/2003/6559/6559.html>, januari 2004 / geciteerd in WWF 2004. Causes for Concern: Chemicals and Wildlife. <http://www.panda.org/detox>
11. M. Feeley and A. Brouwer, Health risks to infants from exposure to PCBs, PCDDs and PCDFs. *Food Additives and Contaminants*, 17(4), pg. 325-333, 2000 / geciteerd in Dorey CN; Chemical Legacy Contamination of the Child; Greenpeace UK, oktober 2003.
12. H. Viberg et al., Neurobehavioural derangements in adult mice receiving decabrominated diphenyl ether (PBDE 209) during a defined period of neonatal brain development, *Toxicol. Science*, 12 augustus 2003 / geciteerd in Dorey, Chemical Legacy, 2003 (zie noot 11).
13. T. Helleday et al., Brominated flame retardants induce intragenic recombination in mammalian cells, *Mutat Res* 439, pp 137-147.
14. Official Journal of The European Union, L 42/45 Feb. 15, 2003 / geciteerd in Causes for Concern, WWF 2004 (zie noot 10).
15. Alternatives to halogenated flame retardants in electronic and electrical products – Results from a conceptual study, *IVF Research Publication* 99824.

FTALATEN

Negentig procent van alle ftalaten wordt gebruikt als weekmaker om PVC zacht te maken. Producten van zacht PVC zijn onder meer speelgoed, regenkleding, vloerzeil, vinylbehang en elektriciteitskabels.

Het gebruik van ftalaten in kinderspeelgoed van zacht PVC riep de afgelopen jaren felle reacties op in Europa. Zacht PVC kan twintig tot zestig procent ftalaten bevatten. Kinderen kunnen de weekmakers binnenkrijgen door op de speeltjes te sabbelen en te bijten. Dat leidde tot een moratorium in de Europese Unie op het gebruik van zes ftalaten in bijtspeeltjes voor 0-3 jarigen.

Een klein deel wordt toegepast in onder meer verf, lijm, inkt en cosmetica. Amerikaanse wetenschappers van het Center for Disease Control ontdekten in 2000 hoge concentraties ftalaten in het bloed van vrouwen¹. Vermoedelijk zijn deze afkomstig van cosmeticaproducten zoals nagellak en parfum.

PRODUCTIE EN GEBRUIK

Wereldwijd worden jaarlijks 3 miljoen ton ftalaten geproduceerd², waarvan 1 miljoen ton in West-Europa³. Bijna de helft van die productie bestaat uit DEHP. Andere veelgebruikte ftalaten zijn DINP en DIDP. Ongeveer negentig procent van deze ftalaten wordt toegepast in PVC (vinyl). DBP en DEP zijn in gebruik als weekmaker én als oplos- of fixatiemiddel in cosmetica, zoals parfum en nagellak⁴.

In Nederland produceert Exxon Chemical Holland (Esso) in de Rijnmond jaarlijks circa 300.000 ton ftalaten. Exxon is 's werelds grootste ftalatenproducent. Andere producenten in Europa zijn Atochem, BASF, BP Chemicals, Enichimica, Hoechst, ICI Ltd. en Neste Chemicals.

VERSPREIDING IN HET MILIEU

Ftalaten kunnen uit producten lekken, tijdens het gebruik en in de afvalfase. In Nederland komt jaarlijks naar schatting 300 ton ftalaten terecht in het milieu⁵. Deze stoffen behoren tot de wijdst verspreide onder

de chemicaliën⁶. Ze breken slecht af en kunnen zich ophopen in het milieu en in organismen. In het sediment van vrijwel alle grote Nederlandse rivieren en in het IJsselmeer zijn de gehalten ftalaten hoog.

Rijkswaterstaat en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) troffen in 2002 ftalaten aan in regenwater⁷. In het regenwateronderzoek van Greenpeace in 2003 werden onder meer de ftalaten DEHP en DINP gemeten in relatief hoge concentraties⁸. Recent Duits onderzoek trof in twaalf procent van de proefpersonen hogere concentraties DEHP aan, dan de EU-norm voor de toegestane dagelijkse inname van deze stof⁹.

Extra risico op blootstelling lopen kleine kinderen en ziekenhuispatiënten. Kleine kinderen kunnen de ftalaten binnenkrijgen via speelgoed en voedsel. In recent urineonderzoek werden de hoogste concentraties metabolieten voor een aantal ftalaten aangetroffen in de urine van de jongste leeftijdsgroep: zes- tot elfjarigen¹⁰. Ziekenhuispatiënten kunnen ftalaten binnenkrijgen via het infuus. Van het ftalaat DEHP in bloed- en infuuszakken van PVC is bekend dat het wordt afgegeven aan het bloed¹¹.

Uit dierstudies blijkt dat ftalaten door de placenta kunnen dringen en in borstvoeding kunnen terechtkomen¹². Moeders kunnen de giftige stoffen dus doorgeven aan hun ongeboren kinderen.

EFFECTEN

Mensen worden blootgesteld aan ftalaten via voeding, de lucht en het drinkwater. Met name langdurige blootstelling is schadelijk voor de gezondheid. Laboratoriumonderzoek toont aan dat dit lever- en nierbeschadigingen kan veroorzaken. Uit diverse studies blijkt dat meerdere van deze weekmakers effecten kunnen hebben op de voortplanting en ontwikkeling, onder andere door de hormoonhuishouding te verstoren¹³.

Zo blijkt uit recent onderzoek dat bij meisjes die last hebben van vroegtijdige borstontwikkeling (6 mnd-8 jr), opvallend vaak ftalaten in hun bloedserum werd aangetroffen, in een veel hogere concentratie dan bij leeftijdsgenoten uit een controlegroep¹⁴.

De ftalaten DEHP en DBP worden ervan verdacht de

werking van het vrouwelijke oestrogeenhormoon te verstoren. DEHP, DBP en BBzP hebben een anti-androgene werking. Blootstelling tijdens de zwangerschap kan bij mannen de ontwikkeling van de testes en spermaproductie beïnvloeden¹⁵. Bij zwangere ratten veroorzaakten de ftalaten DEHP en DINP borstvorming bij het mannelijke nageslacht. De EU beschouwt DEHP en DBP als schadelijk voor de voortplanting. Uit recent onderzoek blijkt dat DEP, dat veel gebruikt wordt in cosmetica, mogelijk de spermaontwikkeling beïnvloed¹⁶.

Blootstelling van muizen en ratten aan het ftalaat DINP leidde onder meer tot misvorming van het skelet¹⁷. Bovendien zijn sommige ftalaten mogelijk kankerverwekkend. Bijvoorbeeld DEHP wordt in verband gebracht met leverkanker bij knaagdieren¹⁸. Ook zijn er relaties gevonden tussen astma en ftalaten in huisstof¹⁹.

VERBOD

Een stuurgroep die het ministerie van VROM in 1999 had ingesteld, concludeerde dat voor vrijwel alle toepassingen van ftalaten goede alternatieven bestaan. Dit leidde in 2002 tot het Beleidsstandpunt Weekmakers, waarin VROM aandringt op vrijwillige maatregelen om schadelijke weekmakers uit te bannen.

De Europese milieuministers spraken binnen het OSPAR-Verdrag in 1998 af om de vervuiling door de ftalaten DBP en DEHP te stoppen voor 2020, door ze op de prioriteitenlijst te plaatsen. Dat heeft nog niet geleid tot concrete maatregelen, laat staan dat andere ftalaten zijn aangepakt. Wel besloten de lidstaten van de Europese Unie eind 1999 unaniem tot een moratorium op het gebruik van ftalaten in bijtspeeltjes voor kinderen tot drie jaar. In 2002 verbood Nederland de verkoop van zacht PVC-speelgoed voor jonge kinderen.

De EU ontwikkelt een nieuw chemicaliënbeleid - REACH - dat over enkele jaren van kracht wordt: een uitstekende gelegenheid om de productie en toepassing van alle ftalaten te beëindigen.

ALTERNATIEVEN

Ftalaten worden hoofdzakelijk gebruikt in PVC. De beste oplossing is om PVC-producten te vervangen door andere materialen: linoleum, plavuizen, hout of tapijt op de vloer in plaats van vinyl. Elektriciteitskabels van polypropyleen (PP) functioneren even goed als die van PVC. Alternatieven voor speelgoed van zacht PVC zijn speeltjes van minder schadelijke plastics of stoffen speeltjes. De meeste alternatieven

zijn overal verkrijgbaar, maar bijvoorbeeld medische producten en elektriciteitskabels zijn nog nauwelijks te koop voor consumenten.

De alternatieve weekmakers die de PVC-industrie aandraagt zijn vaak niet beter voor het milieu dan de ftalaten die worden vervangen. Daarom stelt het Beleidsstandpunt Weekmakers, dat DEHP niet op grote schaal mag worden vervangen door de eveneens schadelijke ftalaten DIDP en DINP. Ook andere 'alternatieven', adipaten en citraten, kunnen gevaarlijk zijn voor het milieu en de volksgezondheid.

1. B.C. Blount et al., *Levels of seven urinary phthalate metabolites in a human reference population*, Environmental Health Perspectives, vol. 108, pp. 979-982, 2000.
2. Hervé-Bazin B; Laudet-Hesbert A; Mahieu C; Dornier G, *Les phthalates*, Institut national de recherche et de sécurité, 2001.
3. Ontwerpverslag Europees Parlement over het Groenboek van de Europese Commissie: PVC en het milieu, 2000.
4. D. Santillo, I. Labunska, H. Davidson, P. Johnston, M. Strutt and O. Knowles. Consuming Chemicals Hazardous chemicals in house dust as an indicator of chemical exposure in the home, Greenpeace Research Laboratories Technical Note 01/2003, May 2003.
5. A.J.F. Kapteijns, *Additieven in PVC. De milieuaspecten geëvalueerd*, MEBO Milieu adviesbureau, 1997.
6. Zie Santillo et al. 2003 (noot 4).
7. Loes: Estrogens and xeno-estrogens in de aquatic environment of the Netherlands - Occurrence, Potency and Biological Effects, RIZA/RIKZ no. 2002/001, 2002.
8. Onzichtbare chemie, Onderzoek naar giftige stoffen in regenwater, Greenpeace Nederland, 2003.
9. Kock et al., 2003. An estimation of the daily intake of di(2-ethyl) phthalate (DEHP) and other phthalates in the general population. International Journal Hygiene and Environmental Health / geciteerd in WWF 2004. Causes for Concern: Chemicals and Wildlife. <http://www.panda.org/detox>
10. CDC (2003). Second National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals / geciteerd in Dorey, CN; Chemical Legacy Contamination of the Child, Greenpeace UK, oktober 2003.
11. A. Christianson, L. Ljunggren, C. Nilsson-Thorell etc. *In vivo comparative evaluation of hemodialysis tubing plasticized with DEHP and TEHTM*, International journal of artificial organs, vol. 14, no. 7, pp. 407-410, 1991.
12. Dostal LA, Weaver RP, Schwetz BA (1987). Transfer of di(2-ethylhexyl) phthalate through rat milk and effects on milk composition and the mammary gland. *Toxicol Appl pharmacol*;91(3):315-25. & Parmar D, Srivastava SP, Srivastava SP, Seth PK (1985). Hepatic mixed function oxidases and cytochrome P-450 contents in rat pups exposed to di-(2-ethylhexyl)phthalate through mother's milk. *Drug Metab Dispos*;13(3):368-70. & Srivastava S, Awasthi VK, Srivastava SP, Seth PK (1989). Biochemical alterations in rat fetal liver following *in utero* exposure to di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP). *Indian J Exp Biol*;27(10):885-8. / geciteerd in Dorey, Chemical Legacy, 2003 (zie noot 10).
13. M. Allsopp et al., Poisoning the future, impact of endocrine-disrupting chemicals on wildlife and human health, Greenpeace, 1997.
14. Colon I, Caro D, Bourdony CJ, Rosario O (2000). Identification of phthalate esters in the serum of young Puerto Rican girls with premature breast development. *Environ Health Perspect*; 108 (9):895-900. / geciteerd in Dorey, Chemical Legacy, 2003 (zie noot 10).
15. Adibi J.J., F.P. Perera, W. Jedrychowsky, D. E. Camann, D. Barr, R. Jacek, R.M. Whyatt. Prenatal exposure to phthalates among women in New York City and Krakow, Poland. *Environmental Health Perspectives*. Volume 111, no 14, November 2003, pp 1719-1222 Online beschikbaar via: <http://ehp.niehs.nih.gov/docs/2003/6235/abstract.html>
16. zie Santillo et al. 2003 (noot 4).
17. EU Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment (CSTEE), *Phthalate migration from soft PVC toys and child-care articles. Opinion expressed at the CSTEE third plenary meeting*, CSTEE, 1998.
18. Seo, K.W., Kim, K.B., Kim, Y.J., Choi, J.Y, Lee, K.T., Choi, K.S. Comparison of oxidative stress and changes of xenobiotic metabolizing enzymes induced by phthalates in rats. *Food Chem Toxicol*. 2004 Jan;42(1):107-14 / geciteerd in Causes for Concern, WWF 2004 (zie noot 9).
19. zie Santillo et al. 2003 (noot 4).

ORGANOTINVERBINDINGEN

Organotinverbindingen behoren tot een groep organische verbindingen, die het metaal tin bevatten. De bekendste is tributyltin (TBT) dat wordt gebruikt in scheepsverf, hout en zware weefsels zoals vrachtwagen- en tentzeilen. Triphenyltin (TPT) wordt ingezet als bestrijdingsmiddel tegen aardappelziekte. Mono- en di-organotins (MBT en DBT) en mono- en di-octyltins (MOT en DOT) worden vooral gebruikt als stabilisator in kunststoffen als PVC.

TBT in scheepsverf is sinds de jaren zeventig gebruikt om de aangroei van algen en zeepokken op de scheepsromp te voorkomen. De giftige stof lekt uit de verf en komt terecht in zee. TBT hoopt zich op in het sediment van havens en langs scheepvaartroutes. Al in 1990 adviseerde de International Maritime Organisation (IMO) te stoppen met TBT in verf op kleine schepen, vanwege de giftige werking op oesters en andere weekdieren. Dat leidde tot verboden in Europa en een aantal andere landen, van TBT-verf op schepen kleiner dan 25 meter. In 2001 verbood de IMO het gebruik van organotinverbindingen voor alle schepen ¹.

De meest gebruikte organotinverbindingen in consumentenproducten zijn MBT en DBT. Tweederde zit in PVC-producten als leidingen, panelen, behang, vloerzeil en speelgoed. De rest wordt onder meer toegepast in glascoatings. Ook MOT en DOT worden vooral gebruikt in (voedselverpakkingen van) PVC ².

VERSPREIDING IN HET MILIEU

Organotinverbindingen komen vooral terecht in het milieu tijdens het gebruik. Direct, als bestrijdingsmiddel in de aardappelteelt en in aangroeiwerende verf. En indirect, als ze lekken uit PVC-producten zoals waterleidingen³. Daarnaast komen de stoffen in het milieu tijdens de productie en in de afvalfase.

Wereldwijd is het zeemilieu vervuild met TBT en zijn afbraakproducten (onder meer DBT). Deze stoffen breken slecht af en op hopen zich op in organismen. Onderzoekers vonden ze onder meer in vissen, dolfijnen en zeehonden ⁴. In 1999 troffen onderzoekers van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) en de Vrije Universiteit zelfs aanzienlijke hoeveelheden

TBT aan in potvissen, die – ver van havens en scheepvaartroutes – leven in de diepere lagen van de oceaan ⁵. Ook in het menselijk lichaam hopen organotinverbindingen zich op, met name in de lever ⁶. Greenpeace Nederland liet in 2000 het stof onderzoeken van acht Europese parlamentsgebouwen, onder meer op organotinverbindingen. De Nederlandse Tweede Kamer scoorde slecht met een totaal van 2,99 mg/kg ⁷. In 2003 analyseerde Greenpeace UK het stof van honderd huishoudens in Groot-Brittannië en vond organotinverbindingen in alle onderzochte monsters. Het hoogst waren de gehalten MBT, DBT en MOT. Deze stoffen zijn vermoedelijk afkomstig uit vloerbedekking, behang en andere PVC-producten ⁸.

PRODUCTIE EN GEBRUIK

In Nederland produceert Atofina Vlissingen BV organotinverbindingen, zo'n 760 ton in 1997, grotendeels voor de export ⁹. Jaarlijks wordt wereldwijd 4.000 ton TBT geproduceerd, waarvan 3.000 ton in Europa. De grootste producent van TBT is het chemische bedrijf Witco in Duitsland. Wereldwijd heeft Witco 75 procent van de markt in handen. Het Europese TBT-gebruik wordt geschat op ongeveer 1.700 ton, dat van TPT op 180 ton ¹⁰.

In januari 1999 trof de Keuringsdienst van Waren TBT en andere organotinverbindingen aan in allerlei consumentenartikelen, waarschijnlijk als verontreiniging. De schadelijke stoffen werden ook aangetroffen in T-shirts, katoenen tenten en zelfs in luiers ¹¹. In 2000 troffen Duitse onderzoekers TBT aan in PVC-producten als vinyltapijten, verf, sportschoenen, voetsprays en in diverse opblaasbare strandartikelen van zacht PVC, zoals strandballen, zwemvleugeltjes en luchtbedden ¹².

EFFECTEN

De effecten van TBT zijn het best onderzocht. Deze organotinverbinding veroorzaakt al in zeer kleine hoeveelheden nadelige effecten bij mens en dier. Onderzoek van onder meer het NIOZ toont aan dat TBT de hormoonhuishouding van schelpdieren ernstig verstoort: vrouwelijke vulken vormen mannelijke geslachtskenmerken en worden onvruchtbaar ¹³. Deze 'imposex' kan al optreden bij enkele nanogrammen (= een miljardste gram) TBT per liter zeewater. In de Waddenzee – waar honderd keer de maximaal

toelaatbare concentratie TBT werd gemeten – komen vulken nauwelijks meer voor.

Uit onderzoek bij mosselen en zeeslangen blijkt dat organotins het enzym kunnen blokkeren dat het mannelijke hormoon testosteron omzet in het vrouwelijke hormoon oestrogeen waardoor ze onvruchtbaar worden¹⁴. Bij ratten verhoogden organotinverbindingen de kans op miskramen¹⁵.

Organotinverbindingen kunnen het afweersysteem en de ontwikkeling van zoogdieren beïnvloeden. DBT kan de hersenontwikkeling verstoren, onder meer van muizen. En TBT kan invloed hebben op de ontwikkeling van testis bij muizen¹⁶. Recent onderzoek in Duitsland toont aan dat ook bij mensen mogelijk hormoonverstorende effecten kunnen optreden, als zij lage concentraties TBT binnenkrijgen¹⁷.

VERBOD

Het OSPAR-verdrag is in het leven geroepen door vijftien Europese landen en de Europese Unie (EU), ter bescherming van het zeemilieu in het noord-oostelijk deel van de Atlantische Oceaan. Zij kwamen in 1998 overeen dat alle lozingen van alle gevaarlijke stoffen voor 2020 moesten zijn gestopt en stelden een eerste prioriteitenlijst op. Organotinverbindingen staan op die lijst, maar dat heeft nog niet geleid tot concrete maatregelen.

In 2001 verbood de IMO – met ingang van 2003 – scheepsverven die TBT of andere organotinverbindingen bevatten. De giftige verven moeten in 2008 van alle schepen zijn verwijderd of afgedekt met een speciale coating.

Eind 1999 sloot de Nederlandse overheid een convenant met de visserijsector, die beloofde vanaf begin 2000 geen TBT-verf meer te gebruiken. Alle overheidsvaartuigen – behalve die van de marine – zijn sinds die tijd TBT-vrij. Op schepen korter dan 25 meter was het gebruik van TBT in Nederland al verboden sinds 1991.

Voor alle andere toepassingen van organotinverbindingen bestaat nog geen internationaal verbod. De EU werkt aan een nieuw chemicaliënbeleid, dat waarschijnlijk in 2006 van kracht zal worden. Mogelijk beëindigt dit de productie en het gebruik van organotinverbindingen.

ALTERNATIEVEN

Di- en mono-organotins worden hoofdzakelijk gebruikt in PVC. De beste oplossing is om PVC-pro-

ducten te vervangen door andere materialen.

Mogelijke alternatieven voor organotinverbindingen als stabilisator in PVC zijn calcium-zink verbindingen. Toch zijn die niet aan te bevelen: PVC blijft een uiterst schadelijke plasticsoort.

Ook voor TBT-houdende verf zijn veel goede alternatieven op de markt. Een tijdelijke oplossing kan koperverf zijn, die in het zeemilieu duizend keer minder schadelijk is dan TBT¹⁸. Milieuvriendelijker alternatieven zijn zogenaamde non-stick verven die het scheepsoppervlak zo glad maken, dat zee-organismen zich niet kunnen hechten. Ook op het zogenaamde SealCoat, waarbij de scheepsromp dezelfde structuur krijgt als een zeehonden huid, groeien geen algen.

1. International Convention on the control of harmful anti-fouling systems on ships. Zie voor meer informatie de IMO website: <http://www.imo.org/home.asp>
2. D. Santillo, I. Labunska, H. Davidson, P. Johnston, M. Strutt and O. Knowles. Consuming Chemicals Hazardous chemicals in house dust as an indicator of chemical exposure in the home, Greenpeace Research Laboratories Technical Note 01/2003, May 2003.
3. A-I. Sadiki and D.T. Williams, A study on organotin levels in Canadian drinking water distributed through PVC pipes, Chemosphere 38(7), 1541-1548, 1999.
4. voor meer informatie zie bij voorbeeld D. Santillo et al, 2003.
5. F. Ariese et al, Butyltin and phenyltin compounds in liver and blubber samples of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) stranded in the Netherlands and Denmark, Vrije Universiteit/ Instituut voor Milieuvraagstukken, W98-04, 14 p. 1998.
6. Takahashi S, Mukai H, Tanabe S, Sakayama K, Miyazaki T, Masuno H (1999). Butyltin residues in livers of humans and wild terrestrial mammals and in plastic products. *Environ Pollution*;106(2):213-8.
7. D. Santillo et al, The presence of brominated flame retardants and organotin compounds in dusts collected from Parliament buildings from eight countries, Greenpeace Research Laboratories, technical note 03/2001, 2001.
8. Zie Santillo et al. 2003.
9. A.J.F. Kapteijns, Additieven in PVC. De milieu-aspecten geëvalueerd, MEBO Milieu adviesbureau, 1997.
10. Ute Holzmann-Sach, Gefährliche Lucken – der Schutz der Verbraucher vor Chemikalien, Hintergrundpapier zur Chemikalienpolitik, Verbraucherszentrale Bundesverband e.V. Berlin, 22.07.2003.
11. F.J. Gaikema en P.J. Alberts, Gaschromatografische bepaling van residuen van organotinverbindingen in textielproducten, *De Ware(n) Chemicus*, vol. 29, pg. 23-33, 1999.
12. Greenpeace Duitsland, TBT auch in Luftmatratzen und Schwimmflügeln, persbericht 29 augustus 2000.
13. G.C. Cadée et al, *Why the whelk has become extinct in the Dutch Wadden Sea*, *Netherlands Journal of Sea Research* 34/4, pp.337-339, 1995.
14. Saitoh M, Yanase T, Morinaga H, Tanabe M, Mu YM, Nishi Y, Nomura M, Okabe T, Goto K, Takayanagi R, Nawata H (2001). Tributyltin or triphenyltin inhibits aromatase activity in the human granulosa-like tumor cell line KGN. *Biochem Biophys Res Commun*;289(1):198-204.
15. Harazono A, Ema M (2003). Suppression of decidual cell response induced by dibutyltin dichloride in pseudopregnant rats: As a cause of early embryonic loss. *Reprod Toxicol*;17(4):393-9.
16. Zie Santillo et al. 2003.
17. D. Heidrich et al, Effect of tributyltinchloride (TBT) on human aromatase activity, *Endocrine Society, San Diego*, 1999.
18. E. Kortlandt, J. Stronkhorst, Stof tot nadenken: TBT in aangroeiwerende verf, Rijksinstituut voor Kust en Zee, 1998.

ALKYLFENOLEN

Alkylfenolen (AP) worden voornamelijk gebruikt om alkylfenol ethoxylaten (APEO) te maken. Die worden toegepast in allerlei industriële en consumentenproducten, onder andere als emulgator in bijvoorbeeld oplosmiddelen en pesticiden. Ze worden ook gebruikt als oppervlakteactieve stof in wasmiddelen en andere schoonmaakmiddelen. Maar ze zitten ook in cosmetica, shampoos en verzorgingsproducten.

APEO's zijn 'los' toegevoegd aan producten en kunnen daar relatief makkelijk uitlekken. In het milieu worden ze weer afgebroken tot AP's. De meest gebruikte AP's zijn nonylfenolen (NP) en octylfenolen (OP) én de daarvan afgeleide ethoxylaten en andere verbindingen.

De schadelijke werking van AP's en daarvan afgeleide ethoxylaten is al lang bekend. Daarom besloten de OSPAR-landen al in 1992 het gebruik van NP's vanaf 1995 te verbieden in schoonmaakproducten voor consumenten, en in industriële schoonmaakmiddelen vanaf 2000. Het is echter niet duidelijk in hoeverre dit besluit daadwerkelijk is uitgevoerd ¹.

PRODUCTIE EN GEBRUIK

Wereldwijd worden jaarlijks 650.000 ton AP's geproduceerd. Negentig procent daarvan bestaat uit NP's en nonylfenol ethoxylaten (NPEO's). Alleen al in West-Europa werd 77.000 ton NPEO geproduceerd in 1997.

Bijna eenderde deel daarvan is gebruikt in industriële schoonmaakmiddelen en de rest in textiel, leer, verf, cosmetica, shampoo en andere verzorgingsproducten ². Over productie en gebruik van de octylverbindingen is minder bekend.

AP's worden niet geproduceerd in Nederland, maar wel in Duitsland en Engeland. De meeste APEO's zijn in Europa vervangen door de veiliger alcohol ethoxylaten. Maar in Duitsland wordt – ondanks een vrijwillig verbod – nog jaarlijks 1.000 ton APEO's gebruikt in huishoudelijke schoonmaakproducten ³. Producenten van AP's zijn onder andere AKZO Nobel, Exxon en Atotech.

VERSPREIDING IN HET MILIEU

AP's en APEO's komen wijdverspreid voor in het milieu, vooral NP's en NPEO's. Omdat NP's moeilijk afbreken, blijven ze lang aanwezig in het milieu. Ze hopen zich op in waterbodems en zitten in zuiveringsslib dat vaak weer wordt verspreid over land ⁴. Ze worden vooral teruggevonden in het slib van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Gegevens over gehalten in water en andere organismen zijn schaars, maar NP's zijn onder meer aangetroffen in beloega's ⁵.

Uit een recent Duits onderzoek naar NP's in voeding bleek dat deze stof bijna overal in zit. In producten met een hoog vetpercentage als boter, maar ook in bijvoorbeeld appels, die weinig tot geen vet bevatten. Greenpeace-onderzoek naar schadelijke stoffen in Engels huisstof wees uit dat vooral NP wijdverspreid voorkomt ⁶. Analyses van Nederlands regenwater door Greenpeace Nederland in 2003 bevestigden die conclusie. Waarschijnlijk wordt de stof nog steeds gebruikt in veel huishoudelijke producten. OP's kwamen voor in een beperkt aantal regenwatermonsters ⁷.

EFFECTEN

AP's hopen zich op in het milieu en zijn vooral berucht vanwege hun hormoonverstorende werking, die vooral is aangetoond bij vissen. Dit kan leiden tot sekseveranderingen als feminisatie. In de testes van mannelijke vissen vonden onderzoekers cellen die eitjes produceerden. De vissen zwommen benedenstrooms in de Engelse rivier Aire, in afvalwater van de textielindustrie dat APEO's bevatte ⁸.

Bij weekdieren die leefden in met AP's en APEO's vervuild water, stimuleerden deze stoffen in lage doses de productie van eitjes en embryo's. Dat effect werd juist onderdrukt bij hoge gehalten ⁹. Van een aantal zoetwaterslangen knapte de eileider zelfs door de massale eiproductie en stierven de dieren ¹⁰. In 2002 ontdekten onderzoekers dat NP's het DNA beschadigden van eendenmossellarven, wat mogelijk de verklaring kan zijn voor de hormoonverstorende werking op de mosselen ¹¹.

Over de effecten op mensen is maar zeer weinig bekend ¹². AP's kunnen de placenta passeren: ze zijn

aangetroffen in de navelstrengen van baby's¹³. NP's komen voor in moedermelk¹⁴. Onderzoek bij muizen toont aan dat NP's effect hebben op de omvang van de mannelijke geslachtsorganen, de kwaliteit van het sperma en de vruchtbaarheid van ouders en nageslacht¹⁵. NP's kunnen bovendien mogelijk allergische reacties versterken, blijkt uit onderzoek bij muizen¹⁶.

VERBOD

Sinds 1998 is er een verbod op het gebruik van NPEO's in huishoudelijke schoonmaakmiddelen in Nederland¹⁷. AP's worden al sinds 1995 niet meer toegepast in schoonmaakmiddelen. De Europese Unie (EU) beperkte de verkoop en het gebruik van NP's en NPEO's in onder meer schoonmaakproducten, textiel- en leerbewerkingen en cosmetica¹⁸.

Het OSPAR-verdrag is in het leven geroepen door vijftien Europese landen en de EU om het zeemilieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan te beschermen. Zij kwamen in 1998 overeen dat alle lozingen van gevaarlijke stoffen voor 2020 moesten zijn gestopt en stelden een eerste prioriteitenlijst op. NP's en NPEO's staan ook op deze lijst. Eerder was al afgesproken dat vanaf 1995 geen NPEO's meer werden toegepast in huishoudelijke schoonmaakartikelen. Sinds 2000 gold dat ook voor de toepassing in industriële schoonmaakmiddelen. Schoonmaakmiddelen dekken echter slechts een deel van de toepassingen van AP's. Uit de aanwezigheid van NP's in regenwater en huisstof blijkt dat ze nog in tal van andere producten worden gebruikt. Nieuw Europees chemicaliënbeleid – REACH – wordt naar verwachting in 2006 van kracht. Dit kan de productie en het gebruik aan banden leggen van milieubelastende chemische stoffen als AP's.

ALTERNATIEVEN

In de meeste toepassingen kunnen APEO's worden vervangen door lineaire alcohol ethoxylaten, hoewel directe vervanging in sommige situaties complexer is.

1. D. Santillo, I. Labunska, H. Davidson, P. Johnston, M. Strutt and O. Knowles. Consuming Chemicals – Hazardous chemicals in house dust as an indicator of chemical exposure in the home, Greenpeace Research Laboratories Technical Note 01/2003, May 2003.
2. zie Santillo et al. 2003 (noot 1).
3. ENDS (1999a). Industry glimpses new challenges as endocrine science advances. The ENDS Report;(290):26–30 / geciteerd in Dorey, CN; Chemical Legacy Contamination of the Child, Greenpeace UK, oktober 2003.
4. Zie Santillo et al. 2003 (noot 1).
5. Beland P., De Guise, S., Girard, C., Lagace, A., Martineau, D., Michaud, R., Muir, D., Norstrom, R., Pelletier, E., Ray, S. and Shugart, L. 1991.
6. Santillo 2003 (noot 1).
7. Onzichtbare chemie - onderzoek naar giftige stoffen in regenwater, Stichting Greenpeace Nederland, ISBN 90-73361-81-8, mei 2003.
8. Environment Agency of England and Wales 1998; Endocrine Disrupting Substances in the Environment. What Should Be Done? The EA Bristol / geciteerd in WWF 2004. Causes for Concern: Chemicals and Wildlife. <http://www.panda.org/detox>
9. Jobling S., Sheahan D., Osborne J., Matthiessen P., Sumpter J. (1996). Inhibition of testicular growth in rainbowtrout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to oestrogenic alkylphenolic chemicals. *Environ. Toxicol. Chem.*, 15, 194-202 / geciteerd in Causes for Concern, WWF 2004 (zie noot 8).
10. Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U., Tillmann, M., Markert, B. Effects of endocrine disruptors on Prosobranch snails (Mollusca: Gastropoda) in the laboratory. Part I: Bisphenol-A and octylphenol as xenoestrogens. *Ecotoxicology* 2000 9:383-397/ geciteerd in Causes for Concern, WWF 2004 (zie noot 8).
11. Atienzar, F.A., Billinghurst, Z., Depledge, M.H. 4-n-Nonylphenol and 17-beta estradiol may induce common DNA effects in developing barnacle larvae. *Environ Pollut* 2002;120(3):735-8 / geciteerd in Causes for Concern, WWF 2004 (zie noot 8).
12. Zie Santillo et al. 2003 (noot 1).
13. Takada H, Isobe T, Nakada N, Nishiyama H, Iguchi T, Irie H, Mori C (1999). Bisphenol-A and nonylphenols in human umbilical cords. *Proceedings of the International Scientific Conference on Environmental Endocrine Disrupting Chemicals*, Monte Verita, Ascona, Switzerland, March 7–12, 1999 / geciteerd in Dorey, Chemical Legacy, 2003 (zie noot 3).
14. P. K. Guenther, V. Heinke, B. Thiele, E. Kleist, H. Prats and T. Raecker. Endocrine Disrupting Nonylphenols Are Ubiquitous in Food. *Environmental Science and Technology* 36:1676-1680, 2002.
15. Kyselova V, Peknicova J, Buckiova D, Boubelik M (2003). Effects of p-nonylphenol and resveratrol on body and organ weight and in vivo fertility of outbred CD-1 mice. *Reprod Biol Endocrinol*; 1(1):30. / geciteerd in Dorey, Chemical Legacy, 2003 (zie noot 3).
16. Lee MH, Chung SW, Kang BY, Park J, Lee CH, Hwang SY, Kim TS (2003b). Enhanced interleukin-4 production in CD4+ T cells and elevated immunoglobulin E levels in antigen-primed mice by bisphenol-A and nonylphenol, endocrine disruptors: Involvement of nuclear factor-AT and Ca2+. *Immunology*;109(1):76–86 / geciteerd in Dorey, Chemical Legacy, 2003 (zie noot 3).
17. Harreus, U.A., Wallner, B.C., Kastenbauer, E.R. & Kleinsasser, N.H. 2002. Genotoxicity and cytotoxicity of 4-nonylphenol ethoxylate on lymphocytes as assessed by the COMET assay. *International Journal of Environmental analytical Chemistry* 82(6): 395-401
18. Renner, R. 1997. European bans on surfactant trigger transatlantic debate. *Environmental Science & Technology*, 31, 316A-320A.

SYNTHETISCHE MUSKVERBINDINGEN

De geuren die zeep, schoonmaakmiddelen en cosmetica verspreiden zijn vaak afkomstig van synthetische muskverbindingen. Het zijn goedkope alternatieven voor natuurlijke geurstoffen zoals lavendel, tijm of vanille.

Over de giftigheid van de meeste muskverbindingen is nog niet veel bekend. Maar wat wel bekend is, geeft aanleiding tot ongerustheid. Musk-ambrette is in de Europese Unie (EU) verboden sinds 1995, omdat het giftig bleek te zijn voor mensen. In 1998 besloot de EU om musk-xyleen en musk-keton per 2010 uit te bannen ¹.

De groep kunstmatige muskverbindingen omvat twee chemische groepen: nitromuskverbindingen en polycyclische muskverbindingen. Over de schadelijke effecten van de eerste groep is het meest bekend. Hiertoe behoren musk-xyleen, musk-keton en musk-ambrette. Musk-xyleen zit vooral in wasmiddelen en zeep en musk-keton in cosmetica.

Het gebruik van musk-xyleen en musk-ambrette staat al enige tijd ter discussie en deze stoffen zijn veelal vervangen door polycyclische musken. Dat is echter geen oplossing, omdat ze vergelijkbare eigenschappen hebben. De belangrijkste polycyclische musken staan bekend als tonalide (AHTN) en galaxolide (HHCB).

We krijgen muskverbindingen vooral binnen via onze huid, die ze gemakkelijk opneemt uit bijvoorbeeld zeep, parfum of aftershave. Ook komen ze op de huid via onze kleren, waarin na het wassen resten van muskgeurstoffen achterblijven.

VERSPREIDING IN HET MILIEU

Omdat polycyclische muskverbindingen worden gebruikt als geurstof in wasmiddelen, zeep en cosmetica, komen ze via het afvalwater in het milieu terecht. Een deel wordt geabsorbeerd in rioolzuiveringsinstallaties of wordt daarin afgebroken. Juist een van de afbraakproducten die daarbij ontstaat vormt volgens onderzoekers een bron van

zorg, omdat die mogelijk nog giftiger is dan de muskverbindingen zelf ².

Muskverbindingen lossen goed op in vet en eenmaal in het milieu terechtgekomen stapelen ze zich op in het vetweefsel van vissen en andere waterorganismen. Ze komen inmiddels overal in het milieu verspreid voor, met name in water en waterorganismen, maar ook in borstvoeding ³. Nitro-muskverbindingen zijn onder meer aangetroffen in vis, mosselen, moedermelk ⁴ en menselijk bloed ⁵.

Greenpeace trof muskverbindingen in 2003 ook aan in regenwater, verspreid over heel Nederland. Voor AHTN lag een duidelijke puntbron in het midden van het land – vermoedelijk afkomstig van PFW Aroma Chemicals in Barneveld. Eenderde van de regenwatermonsters bevatte bovendien nog steeds het verboden musk-ambrette, wat kan duiden op illegale toepassingen of het toont de persistentie aan van deze stof in het milieu ⁶.

PRODUCENTEN

PFW Aroma Chemicals in Nederland is een van de grootste producenten ter wereld van polycyclische muskverbindingen. De productie van nitromuskverbindingen ligt wereldwijd tussen de 1.000 en 2.500 ton. Negentig procent daarvan is musk-xyleen en musk-keton. In Europa wordt naar schatting 50 tot 300 ton musk-xyleen per jaar gemaakt en 110 ton musk-keton. De wereldproductie van kunstmatige musken werd in 1998 geschat op 7.000 ton per jaar, met name polycyclische. Daarvan wordt 2.000 ton geproduceerd in Europa ⁷.

Vooraf in de jaren tachtig en in de eerste helft van de jaren negentig produceerde de chemische industrie op grote schaal muskverbindingen. Meer dan de helft van de schoonmaakmiddelen en cosmetische producten bevatte toen musk-xyleen of musk-keton. Musk-ambrette is inmiddels verboden vanwege giftigheid voor de mens en wordt niet meer geproduceerd, maar komt kennelijk wel nog steeds in het milieu voor, zo bleek uit het regenwateronderzoek in 2003.

EFFECTEN

De langetermijneffecten van muskverbindingen voor mensen zijn grotendeels onbekend. Maar

onderzoek uit 1999 toonde aan dat de hormoonhuishouding van kikkers en vissen in de war raakte door afbraakproducten van musk-xyleen en musk-keeton. Hun voortplanting raakte verstoord⁸. Langetermijnonderzoek liet zien dat musk-xyleen in hoge concentraties kanker veroorzaakte bij muizen. Naar aanleiding van dat onderzoek scherpte het wetenschappelijk comité voor cosmetische producten van de EU de normen aan voor musk-xyleen⁹.

Er zijn inmiddels aanwijzingen dat musk-keeton de kankerverwekkende eigenschappen van andere stoffen kan versterken. Een studie vond dat musk-keeton en musk-xyleen mogelijk de voortplanting en de hormoonhuishouding bij de mens beïnvloeden¹⁰.

Musk-xyleen is bovendien in mensen nog persistenter dan in sommige proefdieren, zoals in muizen. Moeders kunnen deze stof via borstvoeding doorgeven aan hun kinderen. Moedermelk biedt nog steeds de beste voedings- en afweerstoffen voor baby's. Daarom is het zo belangrijk dat borstvoeding niet wordt vervuild.

Recent Nederlands onderzoek toont aan dat ook de polycyclische muskverbindingen hormoonverstorend kunnen werken¹¹. Onderzoek naar polycyclische muskverbindingen wijst erop dat deze stoffen de lever kunnen vergroten¹².

VERBOD

De EU verbood in 1995 het gebruik van musk-ambrette en besloot in 1998 tot een verbod per 2010 voor musk-xyleen en musk-keeton. De laatste twee mogen dus nog steeds worden toegepast. Wel stelt de EU grenswaarden voor de hoeveelheid musk-xyleen in deodorant, huidverzorgingsproducten en aftershave, maar ze doet dat niet voor bijvoorbeeld parfums.

Het OSPAR-verdrag is in het leven geroepen door vijftien Europese landen en de EU om het zeemilieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan te beschermen. Zij kwamen in 1998 overeen dat alle lozingen van alle gevaarlijke stoffen voor 2020 moesten zijn gestopt en stelden een eerste prioriteitenlijst op, waarop ook musk-xyleen voorkomt.

De EU werkt aan een nieuw chemicaliënbeleid, dat naar verwachting in 2006 van kracht zal worden. Mogelijk beperkt of elimineert dit de productie en het gebruik van muskverbindingen.

ALTERNATIEVEN

Nitromuskverbindingen worden vaak vervangen door polycyclische muskverbindingen. Dat is geen oplossing: in 1999 stelde de OSPAR-commissie, dat polycyclische muskverbindingen wat betreft giftige eigenschappen vergelijkbaar zijn met nitro-muskverbindingen¹³. Een echt alternatief is overschakelen op natuurlijke producten als basis voor geurstoffen, zoals bloemen en kruiden. Bedrijven als de Bodyshop en Gillette zegden een aantal jaren geleden al toe geen polycyclische en nitromuskverbindingen meer te gebruiken in hun producten.

1. Onzichtbare chemie, Onderzoek naar giftige stoffen in regenwater, Greenpeace Nederland 2003.
2. G. Wiersma, H.A.J. Mulder, Stofdocumenten; musk xyleen, KNN Milieu BV, 2000.
3. Philip J. Landrigan,¹ Babasaheb Sonawane,² Donald Mattison,³ Michael McCally,¹ and Anjali Garg,¹ Chemical Contaminants in Breast Milk and Their Impacts on Children's Health: An Overview Environmental Health Perspectives Volume 110 no 6 June 2002 p. A313-351
4. Rimkus et al. (1994), Nitro musks in human adipose tissue and breast milk / geciteerd in WWF 2000 (zie noot 8).
5. Kafferlein & Angerer, 1997 en 2001, uit Dorey CN; Chemical Legacy Contamination of the Child; Greenpeace UK, oktober 2003.
6. Zie Onzichtbare chemie (noot 1).
7. OSPAR 2000 / geciteerd in Onzichtbare chemie (noot 1).
8. Word Wildlife Fund for Nature briefing for OSPAR Commission, Synthetic musk fragrances, a cause of concern, mei 2000.
9. EU Scientific Committee on Cosmetic Products and non-food products intended for consumers, Opinion concerning Musk Xylene, adopted 8-12-1999.
10. Dorey 2003 (zie noot 5).
11. Schreurs RHMM, J Legler, E Artola-Garicano, ThL Sinnige, PH Lanser, W Seinen, and B van der Burg. In vitro and in vivo Antiestrogenic effects of Polycyclic Musks in Zebrafish. Environmental Science and Technology, Vol 38, no 4, pp. 997-1002, 2004.
12. Müller et al. 1996 / geciteerd in WWF 2000 (zie noot 4).
13. Wiersma en Mulder 2000 (zie noot 2).