

# Onzichtbare chemie

Onderzoek naar giftige stoffen in regenwater

**GREENPEACE**

---

© mei 2003  
Stichting Greenpeace Nederland  
Keizersgracht 174  
1016 DW Amsterdam  
0800-422 33 44  
[www.greenpeace.nl](http://www.greenpeace.nl)

ISBN 90-73361-81-8

*Dit rapport is geproduceerd op chloorvrij gerecycled papier.*

---

## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Samenvatting                           | 4  |
| Executive Summary (Engels)             | 5  |
| Introductie                            | 6  |
| Regenwater als milieu barometer        | 8  |
| Het regenwateronderzoek                | 10 |
| Onderzoeksresultaten                   | 11 |
| Bisfenol-A                             | 11 |
| Alkylfenolen en alkylfenol ethoxylaten | 13 |
| Ftalaten                               | 15 |
| Broomhoudende brandvertragers          | 17 |
| Synthetische muskverbindingen          | 19 |
| Meetpunten buiten Nederland            | 23 |
| Conclusie en discussie                 | 24 |
| Literatuurlijst                        | 28 |
| Appendix:                              | 30 |
| I Summary TNO-rapport                  | 31 |
| II Samenvatting TNO rapport            | 32 |
| III Afkortingen                        | 33 |

---

## Samenvatting

In dit rapport vindt u de resultaten van het regenwateronderzoek dat Greenpeace uitvoerde tussen februari en april 2003. Regenwater werd opgevangen op 47 locaties in Nederland en op 3 locaties in het buitenland. TNO-MEP onderzocht de monsters op vijf stoffengroepen: bisfenol-A, alkylfenolen en alkylfenol ethoxylaten, ftalaten, broomhoudende brandvertragers en synthetische muskverbindingen. Deze stoffen zijn giftig, bioaccumulerend en persistent - het zijn POP's (*persistant organic pollutants*). Een verslag van dit onderzoek staat beschreven in het TNO-MEP-rapport '*Hazardous Chemicals in Precipitation*'.

### Regenwater

Het regenwateronderzoek bouwt onder meer voort op eerder Greenpeace-onderzoek, dat diverse schadelijke stoffen aantrof in het huisstof van 100 Nederlandse huishoudens. Regenwater is een soort opvangplaats voor alles wat zich bevindt in de atmosfeer. De neerslag maakt onderdeel uit van de waterkringloop op aarde. Schadelijke stoffen die terechtkomen in het milieu liften mee op deze kringloop. Zo verspreiden deze stoffen zich over de hele wereld. Nederland heeft een zeeklimaat in de gematigde zone en hier valt relatief veel neerslag.

### Stoffen in dagelijkse producten

Doel van het onderzoek is de aanwezigheid aantonen van schadelijke chemische stoffen in het milieu. Stoffen die worden toegepast in talloze producten die we dagelijks gebruiken, van computers en elektriciteitskabels tot speelgoed en zeep. Het gaat om stoffen die lang in het milieu aanwezig blijven. Ze kunnen kankerverwekkend zijn, hormoonverstorend of het reproductiesysteem aantasten. Onderzoekers vonden deze POP's onder meer terug in walvissen, ijsberen en kikkers, maar ook in moedermelk en in de lichamen van werknemers die elektronica ontmantelden.

### Resultaten

Uit het onderzoek blijkt dat deze stoffen overal in het Nederlandse milieu voorkomen. Bisfenol-A en alkylfenolen komen voor in dertig procent van de regenwatermonsters. Hetzelfde geldt voor broomhoudende brandvertragers. Alkylfenol ethoxylaten zitten in vrijwel alle monsters, evenals synthetische muskverbindingen. Ftalaten zijn overal aanwezig, meestal in hoge concentraties. De onderzoekers troffen zowel stoffen aan die inmiddels zijn verboden (musk-ambrette), als 'nieuwe' stoffen (de broomhoudende brandvertrager HBCD) die in de afgelopen jaren op de markt zijn gebracht. Veel stoffen zijn gelijkmatig verspreid over Nederland aangetroffen. Dat duidt erop dat ze lekken uit de dagelijkse producten waarin ze zijn verwerkt. De concentraties verschillen, waarbij opvallend vaak hoge concentraties zijn gevonden bij bedrijven die deze stoffen produceren. Maar ook de lage concentraties zijn verontrustend: het gaat immers om stoffen die al in kleine hoeveelheden zeer schadelijk kunnen zijn voor het milieu en voor de gezondheid van mensen.

### Substitutie

Greenpeace vindt dat de productie en het gebruik van deze en andere POP's onmiddellijk moet worden verboden. Het is niet langer de vraag óf substitutie nodig is, maar hóe we dit moeten verwezenlijken. Onschadelijke alternatieven bestaan al voor veel producten - waar die nog niet voorhanden zijn moet de (chemische) industrie prioriteit geven aan het ontwikkelen hiervan. Voor bestaande én nieuwe chemische stoffen geldt: ze mogen pas worden geproduceerd als vaststaat dat ze onschadelijk zijn. Bedrijven moeten de samenstelling van stoffen en producten volledig en toegankelijk openbaar maken.

---

## Executive Summary

This report contains the results of the rainwater survey conducted by Greenpeace Netherlands between February and April 2003. Rainwater was collected at 47 locations in the Netherlands and three in other countries. Independent scientists at TNO Environment, Energy and Process Innovation (TNO-MEP) analysed the samples for the presence of five groups of chemicals: bisphenol-A, alkylphenols and alkylphenol ethoxylates, phthalates, brominated flame retardants and synthetic musk compounds. These are all toxic, bioaccumulative and persistent. They are amongst the group of substances known as persistent organic pollutants (POPs). A description of the research is given in the TNO-MEP report *Hazardous Chemicals in Precipitation*.

### Rainwater

The rainwater survey builds upon previous Greenpeace research, which found hazardous substances in the household dust collected in 100 Dutch homes. Rainwater acts as a kind of repository for everything in the atmosphere. Precipitation forms part of the earth's water cycle. Hazardous substances from the environment are drawn into that cycle. In this way they are spread throughout the world. The Netherlands has a temperate maritime climate with, relatively speaking, high rainfall.

### Hazardous substances in everyday products

The purpose of the research is to show the presence of hazardous chemicals in the environment. These substances are found in many of the products we use every day, from computers and power cables to toys and soap. And they are chemicals which persist in the environment for a very long time. They can cause cancer, disrupt our hormones and damage the human reproductive system. Researchers have already found POPs in whales, polar bears and frogs, as well as in human breast milk and the bodies of workers who dismantle electronic devices.

### Results

The survey shows that these substances are everywhere in the environment in the Netherlands. Bisphenol-A and alkylphenols were present in 30 percent of the rainwater samples. The same applied to brominated flame retardants. Alkylphenol ethoxylates were found in virtually all the samples, as were synthetic musk compounds. Phthalates were omnipresent, too, and for the most part in high concentrations. The researchers identified substances which have already been banned, like musk ambrette, as well as "new" chemicals which have only come onto the market in recent years, such as the brominated flame retardant HBCD.

Many of the substances were distributed evenly across the Netherlands. This indicates that they leak from the everyday products containing them. Concentrations did vary, though, with strikingly high quantities being found close to the plants which manufacture these chemicals. But even low concentrations are disturbing - these are, after all, substances which even in small quantities can be highly hazardous to the environment and human health.

### Substitution

Greenpeace believes that the production and use of these and other POPs should be banned immediately. The question is no longer whether substitution is necessary, but how to achieve it. Harmless alternatives to many of these products already exist. Where they do not, the chemicals industry should prioritise their development. The production of both new and existing chemicals should be permitted only after it has been positively established that they are harmless. Manufacturers should be obliged to reveal and facilitate public access to the full chemical composition of their products and materials.

---

## Introductie

In februari 2003 plaatste Greenpeace regenmeters op 47 verschillende locaties in Nederland. De milieuorganisatie wilde aantonen dat giftige stoffen terechtkomen in ons milieu - en dus ook in regenwater. In april bevatten de regenmeters voldoende water en konden ze voor onderzoek naar TNO worden gestuurd. Daarnaast zette Greenpeace regenmeters neer op 3 plaatsen in het buitenland.

### Onzichtbare chemie

'*Onzichtbare chemie*' heet het rapport over de uitkomsten van dit regenwateronderzoek. De schadelijke stoffen die TNO aantroef in de regen, zijn niet zichtbaar met het blote oog. Maar ze blijken wel degelijk aanwezig in ons milieu. En opvallend vaak in hoge concentraties rond een bedrijf dat de betreffende giftige stof produceert of toepast. Zo vond TNO de synthetische muskverbinding HHCB verspreid over heel Nederland, zonder aanwijsbare puntbron (een duidelijk herleidbare bron zoals een fabrieksemissie). Ook ftalaten zijn overal teruggevonden, waarvan een aantal met een duidelijk aantoonbare puntbron.

### Schadelijke stoffen

Greenpeace richt zich in dit onderzoek op een specifieke groep giftige stoffen: POP's (zie kader). Deze stoffen zijn giftig, bioaccumulerend en persistent. Ze kunnen kankerverwekkend zijn, hormoonverstorend of het reproductiesysteem aantasten. Onderzoekers vonden deze zeer schadelijke stoffen onder meer terug in walvissen diep in de oceanen (De Boer et al, 1998), ijsberen op de Noordpool (Wiig et al, 1998) en forellen hoog in de Alpen (Krauter und Seidl, 2002). Maar ze zijn ook aangetroffen in menselijk vetweefsel (WWF, 1999), in moedermelk (Meironyte et al, 1999) en in de lichamen van werknemers die elektronica ontmantelden (Sjodin et al, 1999).

### Huisstof in 2001

Het regenwateronderzoek bouwt voort op een aantal eerdere onderzoeken. In 2001 verzamelde Greenpeace stof in honderd Nederlandse huishoudens. Dat stof werd onderzocht op de aanwezigheid van POP's. In alle huizen werden POP's aangetroffen, waaronder ftalaten en broomhoudende brandvertragers. Deze uitkomst bevestigde een Greenpeace-onderzoek uit 2000, dat POP's vond in de stofzuigerzakken van acht Europese parlamentsgebouwen, onder meer in Nederland (Santillo et al. 2003).

### Regenwateronderzoeken

Rijkswaterstaat en RIVM onderzochten in 2002 Nederlands oppervlaktewater op de aanwezigheid van hormoonverstorende stoffen (LOES, 2002). In het onderzoek werden ook vijf regenwater-monsters betrokken: daarin vonden de onderzoekers hoge concentraties DEHP (een ftalaat), maar ook de POP's bisfenol-A, octylfenol en nonylfenol ethoxylaten. Bovendien had het regenwater in het voorjaar hoge oestrogene potentie, veroorzaakt door onbekende chemische stoffen (Hamers, 2003). Greenpeace gaf in 2002 opdracht tot een literatuurstudie, waaruit bleek dat er weinig onderzoek bestond naar vervuiling van regenwater met POP's zoals ftalaten, broomhoudende brandvertragers, muskverbindingen en alkylfenolen. Wel was regenwater vaak geanalyseerd op de aanwezigheid van dioxinen, PAK's en bestrijdingsmiddelen. In 2000-2001 deed TNO voor de overheid een groot onderzoek naar bestrijdingsmiddelen in Nederlands regenwater (Duyzer et al, 2002). Conclusie: 'De concentratie van achttien verschillende pesticiden overschrijdt regelmatig het MTR-niveau (maximaal toelaatbaar risico) voor oppervlaktewater.'

---

## In het laboratorium

De TNO-onderzoekers zochten in de regenwatermonsters naar de volgende POP's:

- Bisfenol-A. Een grondstof voor de synthese van plastics, die onderzoekers in 2002 aantreffen in het bloed van mensen (Oehlmann, 2000). Zij ontdekten ook dat bisfenol-A de hormoon- huishouding van slakken verstoort. De stof wordt eveneens toegepast als schimmelwerend middel, als antioxidant en als brandvertrager.
- Alkylfenolen en alkylfenolen ethoxylaten. Deze stoffen zitten in shampoos en andere verzorgingsproducten. In bestrijdingsmiddelen worden alkylfenolen gebruikt als oplosmiddel. Zo komen ze ook terecht in voedingsmiddelen (Guenther et al, 2002).
- Ftalaten. Dit zijn weekmakers voor zacht PVC, toegepast in vloerbedekking, speelgoed en dekzeilen. Maar ze worden ook gebruikt in parfum en cosmetica. Ftalaten kunnen lever- en nierschade veroorzaken en staan op de internationale lijst van kankerverwekkende stoffen. Uit onderzoek blijkt dat ze hormoonverstoring werken in het voortplantingssysteem van zoogdieren (CSTEE, 1998).
- Broomhoudende brandvertragers. Stoffen die voorkomen dat producten snel brand vatten. Ze zitten in talloze kunststofproducten, van bankstel tot computer. Er zijn duidelijke aanwijzingen dat deze stoffen hormoonverstoring werken en de motorische ontwikkeling van (ongeboren) kinderen kunnen verstoren (Feeley et al, 2000).
- Synthetische muskverbindingen. Chemische alternatieven voor natuurlijke geurstoffen, toegepast in zeep, schoonmaakmiddelen en cosmetica. Uit onderzoek bleek dat afbraakproducten van deze muskverbindingen de voortplanting bij kikkers en vissen verstoorden (OSPAR, 2000).

### POP's

POP's (*persistent organic pollutants*) zijn stoffen die al in kleine hoeveelheden uiterst giftig kunnen zijn. Ze verdwijnen niet, omdat ze nauwelijks afbreken in het milieu. Via lucht en water verspreiden ze zich over de hele wereld. Onder de POP's vallen tientallen stoffen, die in veel producten voorkomen - van televisies en speelgoed tot vliegtuigstoelen en zeep.

### Hormoonverstoorders

POP's komen ook terecht in het menselijk lichaam. Direct, omdat ze uit dagelijkse producten 'lekkers'. En indirect omdat ze terechtkomen in het milieu en in ons voedsel. Deze giftige stoffen worden opgeslagen in het vetweefsel van dieren en mensen. Daaruit komen ze langzaam vrij in het lichaam. Zo kunnen moeders deze stoffen doorgeven aan hun kinderen, voor de geboorte (via de placenta) en daarna (via de borstvoeding). Veel POP's zijn notoire hormoonverstoorders.

### Verboden en verdragen

Ruim 150 landen ondertekenden het VN-verdrag uit 2001, dat twaalf van deze stoffen verbiedt. Ook in het OSPAR-verdrag stelden vijftien Europese landen en de EU een prioriteitenlijst op waarop veel POP's voorkomen. De lozing van deze stoffen moet voor 2020 zijn gestopt. In Nederland doet VROM met het nieuwe stoffenbeleid (SOMS) uit 2001 een poging om de uitstoot van POP's en andere giftige stoffen te verminderen. Belangrijke uitgangspunten hierin zijn het voorzorgprincipe en het recht op informatie. Maar de EU houdt de uitvoering van dit beleid tegen, omdat het vooruitloopt op het Europese chemicaliënbeleid. Dat dreigt een stuk minder streng te worden dan SOMS.

---

## Regenwater als milieubarometer

Greenpeace besloot tot onderzoek naar giftige stoffen in regenwater, omdat regenwater onderdeel is van de waterkringloop op aarde. Regenwater transporteert schadelijke stoffen over de hele wereld. In Nederland heerst een zeeklimaat in de gematigde zone. Daarom valt hier relatief veel neerslag: 775 mm in 570 uur ([www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)). Gemiddeld regent of sneeuwt het dus elke dag ruim anderhalf uur.

### Stoffen in regenwater

Water verdampt in grote hoeveelheden uit wateroppervlakten zoals zeeën en oceanen. De neerslag komt terecht op het land, waar het opnieuw kan verdampen en op een andere plek als neerslag kan vallen. Dit wordt het sprinkhaaneffect genoemd (Wania and Mackay, 1996).

Het water dat niet verdampt belandt op de grond en in rivieren. De rivieren brengen dit water weer terug naar de zeeën en oceanen. Water dat op de grond valt, komt onder meer terecht in het grondwater. Schadelijke stoffen die in het milieu terechtkomen liften mee op deze waterkringloop en verspreiden zich zo over de hele wereld.

### Opvangplaats

Regenwater is een soort opvangplaats voor alles wat zich in de atmosfeer bevindt. Schoon en helder regenwater is dan ook een illusie: in regen zitten aërosolen, deeltjes die in de lucht zweven. Soms zijn die heel zichtbaar, zoals het Saharazand dat via de atmosfeer als 'wonderregen' in Nederland kan terechtkomen en hier een fijn, roodbruin stoflaagje achterlaat. Maar meestal zie je er niets van, bijvoorbeeld als het gaat om bacteriën of giftige stoffen.

### Regenmeters

Ruim 150 scholen melden zich aan, toen Greenpeace hen vroeg mee te doen aan het regenwateronderzoek. Greenpeace zocht er 23 uit en plaatste daar, als onderdeel van gastlessen over regenwater, regenmeters op de daken. Het speciale lespakket ging wel naar alle scholen. Later vroegen nog eens 100 scholen dit pakket aan. Bij particulieren kwamen 20 regenmeters terecht en 4 bij locaties van de chemische industrie. Eén daarvan is het gebouw van de brancheorganisatie van Nederlandse chemiebedrijven VNCI. De andere 3 zijn bedrijven die stoffen produceren of gebruiken, waarop het regenwater- onderzoek zich richt: *Shin Etsu* (PVC) en *Exxon* (ftalaten) in Vlaardingen en *Forbo Novilon* (vinylvloerbedekking) in Coevorden.

### Verspreiding over Nederland

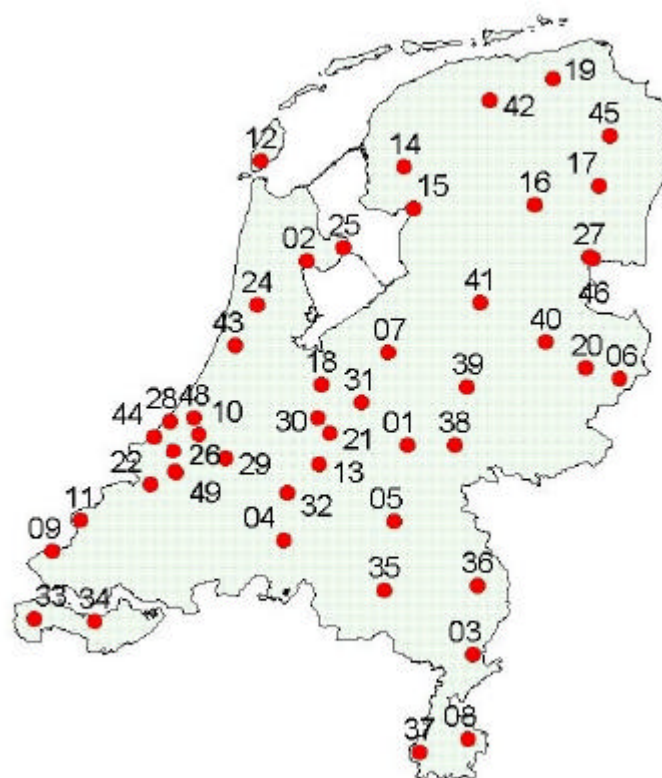
In totaal nam Greenpeace regenmonsters op 47 locaties. Tabel 1 geeft aan in welke provincies die zich bevonden. Afbeelding 1 laat zien hoe de regenmeters over Nederland waren verspreid. Ook in het buitenland onderzocht Greenpeace regenwater op drie locaties. Eén in België bij een Antwerpse school. En twee in Duitsland: bij het Greenpeace-kantoor in Hamburg en in München bij een particulier. De resultaten van dit indicatieve buitenlandse onderzoek vindt u in een afzonderlijk hoofdstuk.



Tabel 1.: Aantal monsterpunten per provincie

| Provincie     | Monsterpunten |
|---------------|---------------|
| Drenthe       | 4             |
| Flevoland     | 1             |
| Friesland     | 3             |
| Gelderland    | 3             |
| Groningen     | 2             |
| Limburg       | 4             |
| Noord-Brabant | 4             |
| Noord-Holland | 5             |
| Overijssel    | 4             |
| Utrecht       | 4             |
| Zeeland       | 5             |
| Zuid-Holland  | 8             |

Afbeelding 1: Verspreiding monsterpunten in Nederland



- |                      |                        |                |                  |
|----------------------|------------------------|----------------|------------------|
| 1; Wageningen        | 16; Dwingeloo          | 32; Sleeuwijk  | 48; Leidschendam |
| 2; Hoorn             | 17; Borger             | 33; Oostburg   | 49; Vlaardingen  |
| 3; Weert             | 18; Loosdrecht         | 34; Terneuzen  |                  |
| 4; Dongen            | 19; Winsum             | 35; Eindhoven  |                  |
| 5; Nistelrode        | 20; Delden             | 36; Horst      |                  |
| 6; Enschede          | 21; Houten             | 37; Maastricht |                  |
| 7; Zeewolde          | 22; Hellevoetsluis     | 38; Arnhem     |                  |
| 8; Heerlen           | 24; Krommenie          | 39; Apeldoorn  |                  |
| 9; Ooskapelle        | 25; Enkhuzen           | 40; Nijverdal  |                  |
| 10; Pijnacker        | 26; Vlaardingen        | 41; Zwolle     |                  |
| 11; Burgh-Haamstede  | 27; Coevorden          | 42; Buitenpost |                  |
| 12; Den Hoorn, Texel | 28; Den Haag           | 43; Heemstede  |                  |
| 13; Acquoy           | 29; Capelle a/d Ijssel | 44; Den Haag   |                  |
| 14; IJlst            | 30; Utrecht            | 45; Veendam    |                  |
| 15; Lemmer           | 31; Amersfoort         | 46; Coevorden  |                  |

---

## Het regenwateronderzoek

Doel van het onderzoek: nagaan of schadelijke en persistente chemische stoffen (POP's) in het milieu terecht komen tijdens de productie, het gebruik en de afvalfase.

Greenpeace liet daartoe regenwatermonsters analyseren op de aanwezigheid van een aantal POP's.

Met het onderzoek naar deze stoffen wil Greenpeace een belangrijk milieuprobleem zichtbaar maken. De milieuorganisatie heeft niet de illusie dat dit probleem zich beperkt tot de onderzochte stoffen. Die zijn gekozen om hun representativiteit: regenwater bevat waarschijnlijk veel meer schadelijke stoffen. De onderzochte stoffen zijn: bisfenol-A, alkylfenolen en alkylfenol ethoxylaten, ftalaten, broomhoudende brandvertragers en synthetische muskverbindingen.

### Opstelling regenmeters

De opstelling van de regenmeters zag er als volgt uit: een roestvrijstalen steun waarin een amberkleurige glazen stopfles (inhoud 2,5 liter) rustte. De fles had een glazen dop. Op de stopfles plaatste Greenpeace een witglazen trechter met een diameter van dertig centimeter. Voorafgaand aan het onderzoek zijn stopflessen en trechters - aangeleverd door TNO - gereinigd volgens een standaardprocedure.

Greenpeace zette deze monsteropstellingen uit van 2 tot 15 februari 2003 en verzamelde ze weer tussen 11 maart en 9 april 2003. De wijze waarop de monsters zijn behandeld en de analytische methoden die zijn gebruikt staan beschreven in het rapport van de afdeling Milieu, Energie en Procesinnovatie van TNO '*Hazardous Chemicals in Precipitation*'.

*Afbeelding 2: Opstelling regenwatermonsters*



*GP/ van Opzeeland*

---

## De onderzoeksresultaten

In dit hoofdstuk vindt u meer informatie over de stoffen die Greenpeace liet onderzoeken. En hoe vaak ze waar werden aangetroffen in het regenwater. Opvallend is dat veel stoffen gelijkmatig verspreid over Nederland zijn gevonden. Dat duidt erop dat ze lekken uit de dagelijkse producten waarin ze zijn verwerkt. Maar ook lijken diverse puntbronnen aanwijsbaar: relatief hoge concentraties zijn aangetroffen bij bedrijven die deze stoffen produceren of gebruiken.

### *Bisfenol-A*

Dat bisfenol-A invloed kan hebben op de hormoonhuishouding is niet verbazingwekkend. De stof is in de jaren dertig ontwikkeld door chemici die op zoek waren naar nieuwe synthetische hormonen. Eind jaren dertig werd de hormonale werking van bisfenol-A aangetoond (Dodds and Lawson, 1936, 1938). In 1946 produceerde DuPont voor het eerst polyester op commerciële basis. De stof wordt toegepast als grondstof voor de synthese van polymeren, zoals polyester en andere plastics. Bovendien wordt bisfenol-A gebruikt in pesticiden, als schimmelwerend middel, als antioxidant, als brandvertrager en als stabilisator in PVC.

#### **Toepassing**

In allerlei dagelijkse producten is bisfenol-A te vinden. Plastic zeilen, nagellak, cd's, isolatiemateriaal in auto's en elektronische apparaten zijn slechts enkele voorbeelden. Maar ook in de coatings van blikjes en plastic flessen zit bisfenol-A. De stof lekt relatief makkelijk uit producten als ze is toegepast als antioxidant, schimmelwerend middel of stabilisator, want de bisfenol-A zit dan 'los' in het product. Dat wil zeggen: de stof is niet chemisch gebonden aan het product. Ook in plastics blijft 'los' bisfenol-A achter. Alleen al in de EU werd in 1999 840.000 ton bisfenol-A geproduceerd (WWF, 2000).

#### **Effecten**

Uit het stofzuigeronderzoek van Greenpeace (2001) bleek al dat bisfenol-A in bijna alle huishoudens aanwezig is. Onderzoekers troffen maximaal 334 mg/kg huisstof aan. Bisfenol-A blijkt nu ook op veel plaatsen in het regenwater te zitten. Recent troffen onderzoekers bisfenol-A aan in menselijk bloed (Schönfelder et al, 2002). Onderzoek naar de effecten van lage concentraties van de stof leert dat het de hormoon-huishouding van slakken beïnvloedt (Oehlmann et al, 2001). Mensen zijn gevoeliger voor bisfenol-A dan ratten (Elsby et al, 2001).

#### **Resultaten**

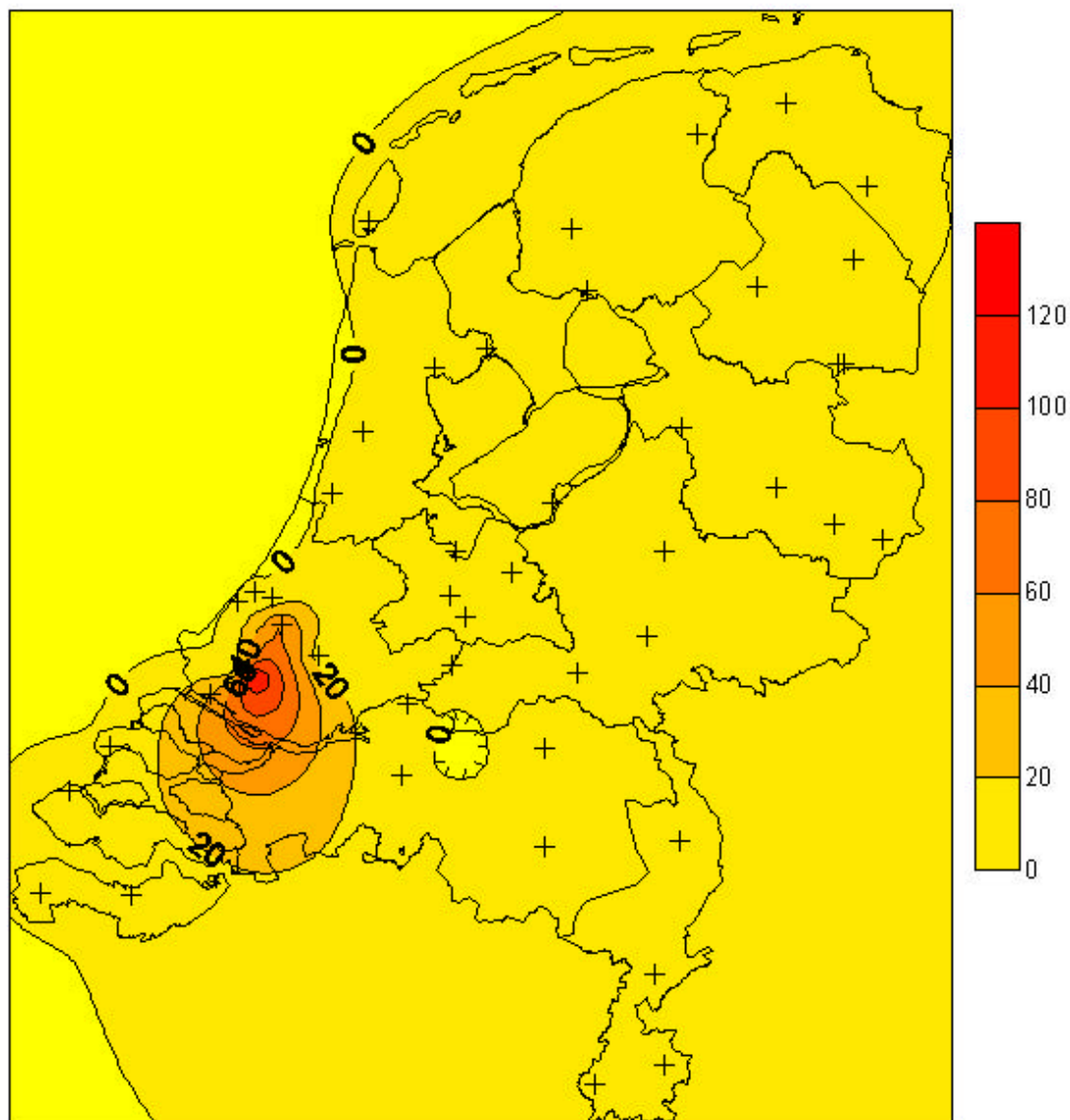
In 14 van de 47 monsters is bisfenol-A aangetroffen. Hoge concentraties vonden de onderzoekers in het industriële gebied rond Rotterdam, met een maximum van 130 ng/l. Maar ook in Pijnacker (64 ng/l) en Hellevoetsluis (41 ng/l) zijn hoge concentraties gemeten. In de rest van Nederland lag dat tussen 6 en 15 ng/l.

#### **Conclusie**

Bisfenol-A is gevonden in 30 procent van de regenwatermonsters, met een piek concentratie in de regio Rotterdam. In Pernis staat een productielocatie van Resolution Performance Products (voorheen Shell), die bisfenol-A produceert. De productiecapaciteit is 140.000 ton per jaar (bron: European Chemical News, 14/04/03). In de gebieden rond Rotterdam - Pijnacker en Hellevoetsluis - zijn de concentraties ook erg hoog: 4 tot 6 keer hoger dan de mediaan.

In Noord-Brabant blijkt de concentratie bisfenol-A verhoogd in de buurt van Bergen op Zoom. Mogelijk is dit te wijten aan een productielocatie van General Electric Plastics, die jaarlijks 110.000 ton bisfenol-A produceert (bron: European Chemical News, 14/04/03).

Afbeelding 3: Verspreidingsgebied bisfenol-A



Tabel 2: Bisfenol-A in regenwater, uitgedrukt in ng/l

| Stof                          | BPA  |
|-------------------------------|------|
| Detectie limiet (MDL)         | <5   |
| Minimum concentratie          | 6    |
| Maximum concentratie          | 130  |
| Gemiddelde concentratie       | 24   |
| Standaarddeviatie             | 34.7 |
| Mediaan concentratie          | 9    |
| Percentage monsters boven MDL | 32%  |

---

## *Alkyfenolen en alkyfenol ethoxylaten*

In plastics en in industriële schoonmaakmiddelen worden alkyfenolen (AP) en alkyfenol ethoxylaten (APE) gebruikt. Als emulgator komen ze voor in oplosmiddelen en pesticiden (Maguire, 1999). Maar ze zitten ook in cosmetica, shampoos en verzorgings- producten. Net als bisfenol-A zijn deze stoffen 'los' toegevoegd aan de producten. Ze kunnen daar dus ook relatief makkelijk uitlekken. Alleen al in West-Europa werd 77.000 ton APE's geproduceerd in 1997 (OSPAR, 2001).

### **Rioolwater**

AP's en APE's zitten in schoonmaakmiddelen. Dat verklaart waarschijnlijk waarom hoge concentraties worden teruggevonden in het water van de rioolwater zuivering. Ook in het oppervlaktewater komen hoge concentraties voor, afkomstig van de rioolwater- zuivering én van landbouwpesticiden. Volgens recent onderzoek zijn de stoffen wijd- verspreid in onze voeding (Guenther et al, 2002). En dat terwijl de gevolgen voor mensen nog nauwelijks zijn onderzocht. AP's en APE's zijn ook aangetroffen in huisstof (Butte en Heinzow, 2002; Santillo et al, 2003). AP's en APE's worden deels biologisch afgebroken. Dat klinkt goed, maar de meeste afbraakproducten hiervan zijn veel persistenter (dus juist heel slecht afbreekbaar) dan de producten zelf. Die afbraak- producten blijven lang in het aquatisch milieu en komen zelfs terecht in het grondwater (Ahel et al, 1994a, 1996).

### **Effecten**

Al in de jaren dertig is de oestrogene werking van AP's aangetoond (Dodds and Lawson, 1938). Bezorgdheid over de gezondheidseffecten van nonylfenol (een AP) ontstond naar aanleiding van een onderzoek uit 1991 (Soto et al, 1991) naar de effecten van deze stof op menselijke borstcellen. Later onderzoek bij regenboogforellen (Jobling and Sumpter, 1993) en muizen (White et al, 1995) bevestigde die bezorgdheid. AP's en APE's worden makkelijk opgenomen en in het vetweefsel opgeslagen. De concentraties van deze stoffen in mensen en dieren kunnen dus veel hoger zijn dan de concentraties die we in het milieu aantreffen.

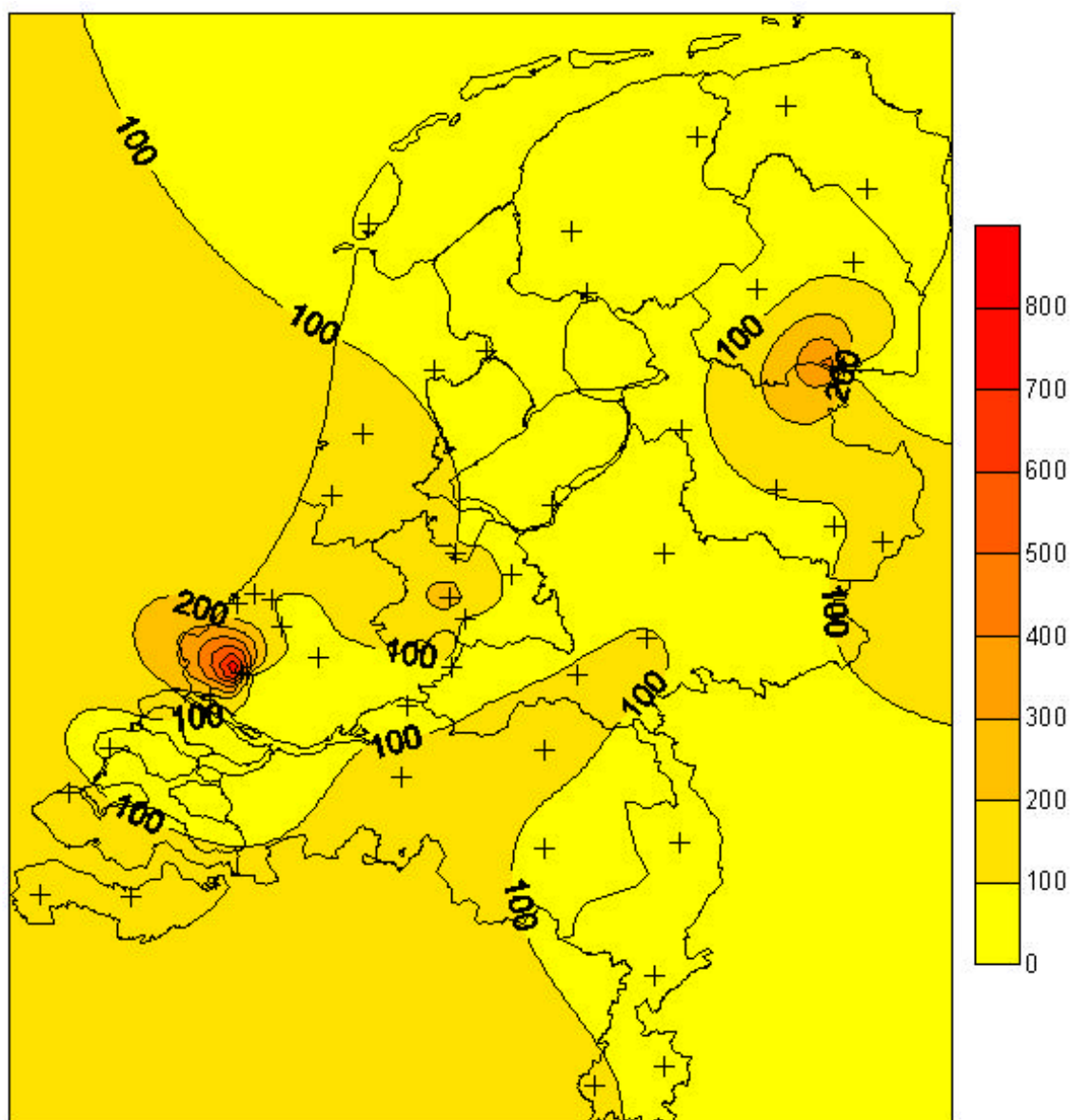
### **Resultaten**

In 15 van de 47 monsters is nonylfenol aangetroffen (32 procent). De concentratie varieerde van 42 tot 244 ng/l. De AP octylfenol werd slechts één keer gevonden in een concentratie van 8,4 ng/l. In vrijwel alle monsters zaten nonylfenol ethoxylaten (NPEO) en octylfenol ethoxylaten (OPEO). De NPEO's kwamen voor in 45 monsters, in concentraties tussen 31 en 920 ng/l - de hoogste in Vlaardingen. En de OPEO's zaten in 37 monsters, in concentraties die varieerden van 30 tot 113 ng/l. Hier zat de hoogste concentratie in een Utrechtse regenmeter.

### **Conclusie**

NPEO's en OPEO's zijn wijdverspreid over Nederland. De hoogste concentratie NPEO van 920 ng/l is maar een fractie lager dan het maximum AP's en APE's dat Warhurst adviseert voor drinkwater: 1.000 ng/l (Warhurst et al, 1995). De gevonden concentraties NPEO bevestigen de uitkomsten van het LOES-onderzoek. Octylfenol werd in beide onderzoeken slechts één keer aangetroffen - in het LOES-onderzoek was de concentratie 35 maal hoger.

Afbeelding 4: Verspreidingsgebied nonylfenol ethoxylaten



Tabel 3: Alkylfenolen en alkylfenol ethoxylaten in regenwater uitgedrukt in ng/l

| Stof                          | NP   | OP  | NPEO | OPEO |
|-------------------------------|------|-----|------|------|
| Detectie limiet (MDL)         | <40  | <5  | <30  | <30  |
| Minimum concentratie          | 42   | 8.4 | 31   | 30   |
| Maximum concentratie          | 244  | 8.4 | 924  | 113  |
| Gemiddelde concentratie       | 87   | 8.4 | 127  | 72   |
| Standaarddeviatie             | 53.7 | -   | 141  | 18   |
| Mediaan concentratie          | 74   | 8.4 | 91   | 69   |
| Percentage monsters boven MDL | 34%  | 2%  | 94%  | 78%  |

---

## Ftalaten

Prins Willem Alexander noemde op het Wereldwaterforum in Den Haag ftalaten expliciet als voorbeeld van hormoonverstorende stoffen die het water vervuilen (bron: Telegraaf 12/06/02). Van alle chemische stoffen zijn ftalaten - die worden gemaakt sinds de jaren dertig - het breedst verspreid over de aardbol (Mayer et al, 1972). Ze worden dan ook toegepast op grote schaal en in hoge concentraties, vooral als weekmakers in plastics. Volgens de WHO ligt de wereldproductie op 2.700.000 ton per jaar (WHO, 1992). Daarvan komt 1.000.000 ton uit Europa. DEHP, DIDP en DINP zijn de belangrijkste ftalaten.

### Vinylbehang

In vinylvloerbedekking en -behang, elektriciteitskabels, dekzeilen, speelgoed, pesticiden, inkt en nagellak - de opsomming is vrijwel eindeloos - zitten ftalaten (Koo et al, 2002). Ze zijn in principe afbreekbaar, maar toch vinden we ze als persistente stoffen terug in sedimenten en in de bodem. Ftalaten worden makkelijk opgeslagen in het vetweefsel van mensen en dieren. Vooral hoger in de voedselketen leveren ze daarom problemen op. Bovendien zijn de afbraakproducten van ftalaten vaak giftig (Dalgaard et al, 2001).

### Effecten

Mensen worden aan ftalaten blootgesteld via voeding, de lucht en het drinkwater. En via regenwater (LOES, 2002). Vooral als die blootstelling lang duurt kunnen ftalaten schadelijk zijn voor de gezondheid. Lever- en nierbeschadigingen zijn mogelijke gevolgen, blijkt uit laboratoriumonderzoek. Ook tonen diverse studies aan dat ftalaten de hormoonhuishouding kunnen verstoren. Met name DEHP wordt ervan verdacht de regulerende werking van het oestrogeenhormoon te verstoren (Allisopp et al, 1997). De effecten op de voortplanting bij mannen zijn veranderingen in de testes en verminderde spermaproductie. Blootstelling van muizen en ratten aan het ftalaat DINP leidde onder meer tot misvorming van het skelet (CSTEE, 1998). Bovendien zijn ftalaten mogelijk kankerverwekkend. De meest kwetsbare groepen zijn kleine kinderen, die de ftalaten kunnen binnenkrijgen via speelgoed en voedsel, en ziekenhuispatiënten aan het infuus. Van het ftalaat DEHP in bloed- en infuuszakken is bekend dat het oplost in bloed.

### Resultaten

De regenwatermonsters bevestigen de brede verspreiding van ftalaten: ze komen voor in vrijwel elk monster. Vooral DEHP (570 - 31.000 ng/l) en DINP (290 - 48.000 ng/l) zijn aangetroffen in relatief hoge concentraties. De hoogste concentratie DEHP komt uit een regenwatermonster in Hoorn, maar de waarden zijn ook hoog in Enschede (6.940 ng/l) en in de provincies Noord-Brabant en de helft van Limburg (5.000 ng/l of hoger). Op vier locaties is DIDP gevonden - één daarvan in Vlaardingen bij producent Exxon: ruim 98.000 ng/l. Op dezelfde locatie is DINP aangetroffen tot een maximumconcentratie van 48.000 ng/l. In Coevorden bleek de concentratie DIBP verhoogd (2.621 ng/l). DPP is niet teruggevonden.

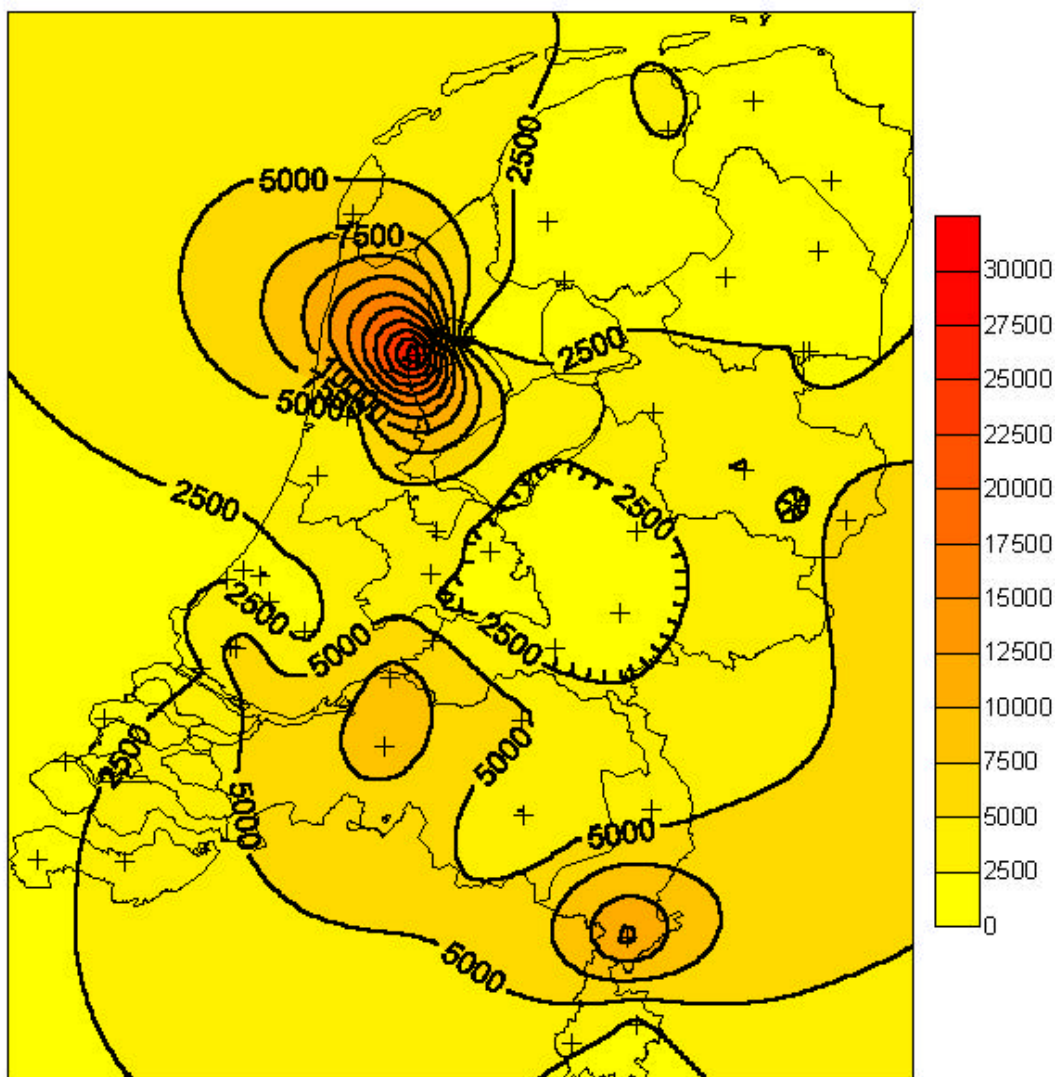
### Conclusie

In heel Nederland bevat het regenwater ftalaten, meestal in hoge concentraties. Vergeleken met het LOES-onderzoek is de gevonden concentratie DEHP opvallend hoger: 18 keer zo hoog. Het relatief nieuwe ftalaat DINP wordt net als DEHP overal aangetroffen, beide in een concentratie van 2.300 ng/l (de mediaanwaarde). Bij ftalatenproducent Exxon in Vlaardingen troffen de onderzoekers piekconcentraties aan van DINP en DIDP. Het *Beleidsstandpunt Weekmakers* van het ministerie van VROM (VROM, 2002) is dus al ingehaald door de werkelijkheid: hierin staat dat DEHP niet op grote schaal mag worden vervangen door DIDP en DINP. Deze 'alternatieven' zijn namelijk ook schadelijk voor het milieu en de gezondheid van mensen. (CSTEE, 2001 c; CSTEE, 2001 d) De resultaten van dit regenwateronderzoek tonen aan dat de concentraties DEHP en DINP nu al



vergelijkbaar zijn. De zeer hoge concentratie DEHP in Hoorn is vermoedelijk komen aanwaaien uit een productielocatie in de omgeving van Krommenie, zo berekende TNO. Frappant zijn de concentraties DEHP van 5.000 ng/l in de zuidelijke provincies, terwijl de mediaanwaarde daar tweemaal zo laag ligt. Bij Forbo Novilon in Coevorden is een verhoogde concentratie DIBP: hier wordt vinylvloerbedekking geproduceerd.

Afbeelding 5: Verspreidingsgebied DEHP



Tabel 4: Ftalaten in regenwater uitgedrukt in ng/l

| Stof                          | DMP | DEP  | DIBP | DBP  | BBP  | DCHP | DEHP  | DPP | DOP  | DIMP  | DIDP  |
|-------------------------------|-----|------|------|------|------|------|-------|-----|------|-------|-------|
| Detectie limiet (MDL)         | <10 | <10  | <10  | <10  | <10  | <10  | <10   | <10 | <10  | <100  | <100  |
| Minimum concentratie          | 22  | 14   | 77   | 142  | 15   | 10   | 574   | -   | 39   | 285   | 1303  |
| Maximum concentratie          | 750 | 4050 | 3976 | 1173 | 503  | 176  | 30902 | -   | 437  | 48290 | 98429 |
| Gemiddelde concentratie       | 76  | 421  | 837  | 508  | 178  | 35   | 3905  | -   | 209  | 3943  | 36167 |
| Standaarddeviatie             | 121 | 843  | 705  | 260  | 100  | 32   | 4724  | -   | 113  | 7132  | 54050 |
| Mediaan concentratie          | 44  | 183  | 714  | 427  | 165  | 23   | 2259  | -   | 199  | 2294  | 8768  |
| Percentage monsters boven MDL | 88% | 94%  | 98%  | 100% | 100% | 92%  | 100%  | 0%  | 100% | 98%   | 6%    |



---

## *Broomhoudende brandvertragers*

In talloze kunststofproducten zitten broomhoudende brandvertragers. De stoffen zijn - sinds ze in de jaren vijftig werden geproduceerd - bedoeld om te voorkomen dat producten snel brand vatten en uitbranden. Maar ze zijn giftig, hormoon- verstorend en persistent. Broomhoudende brandvertragers worden verwerkt in veel elektrische apparaten, in auto's en vliegtuigen, in meubels en kleding. En die markt groeit alleen maar, omdat het aantal elektrische apparaten en plastics steeds verder toeneemt.

### **Groeiende markt**

Wereldwijd is de productie van broomhoudende brandvertragers verdubbeld tussen 1992 en 1998, tot 300.000 ton. De verwachting is dat de markt jaarlijks groeit met 8 à 9 procent (RIKZ/2000.017, 2000). Regelmatig probeert de industrie nieuwe broomhoudende brandvertragers op de markt te brengen. Deze brandvertragers lijken vaak sterk op stoffen die al bestaan of die moeten worden uitgefaseerd. Dat is bijvoorbeeld gedaan door Broomchemie in Terneuzen met de stof FR720, waarvan de vergunning is vernietigd door de Raad van State (Raad van State, 2002). De chemische structuur van deze stof lijkt op de broomhoudende brandvertrager TBBA. TBBA staat onder zware verdenking naar aanleiding van een risicoanalyse door de CSTE (Meerts et al, 2000).

### **Effecten**

In walvissen (De Boer et al, 1998), visdiefjes (Bouma, 1999) en huisstof (Santillo et al, 2003) zijn de broomhoudende brandvertragers al aangetroffen. Ook in mensen vonden onderzoekers de stoffen. Bijvoorbeeld in moedermelk: elke vijf jaar verdubbelt de hoeveelheid volgens een Zweeds onderzoek (Meironyte et al, 1999). Maar ook in de lichamen van werknemers die oude elektronica ontmantelden: tot zeventig keer meer dan een controlegroep (Sjödén et al, 1999). Onderzoek in 2000 toonde aan dat deze brandvertragers de werking nabootsen van het schildklierhormoon, dat de hersenontwikkeling van ongeboren kinderen bepaalt (Feeley and Brouwer, 2000).

### **Resultaten**

In 13 van de 47 monsters regenwater troffen de onderzoekers broomhoudende brandvertragers aan, zowel oudere als nieuwere en in verschillende concentraties. TBBA zit in 17 procent van de monsters met een maximale concentratie van 2,6 ng/l (Leidschendam). De waarden voor de PBDE's waren aan de lage kant - de hogere concentraties kwamen voor rekening van BDE-47, BDE-99 en BDE-153. Op één locatie, in Terneuzen, is HBCD gevonden: 1.800 ng/l.

### **Conclusie**

In lage en hogere concentraties komen broomhoudende brandvertragers voor in het Nederlandse milieu. De frequentie en de concentratie van TBBA is in dit onderzoek lager dan TNO-onderzoek in 2000/2002 uitwees. Dat onderzoek trof TBBA aan in de helft van alle regenwatermonsters, in een concentratie van maximaal 4,1 ng/l (Duyzer et al, 2002). Een mogelijke verklaring is dat Duyzer gedurende twee jaar vierwekelijkse monsters nam.

Het huidige regenwateronderzoek verzamelde alleen in februari en maart regenmonsters. Duyzer trof de hogere concentraties met name aan in de zomermaanden. Opmerkelijk is verder dat HBCD (nog) niet wijdverspreid is aangetroffen, maar wel bij Terneuzen in een piekconcentratie van 1.800 ng/l. HBCD is een vervanger van de PBDE's. In Terneuzen is de productielocatie Broomchemie gevestigd (7500 ton per jaar). Het meetpunt in deze plaats bevond zich niet bij die productielocatie, maar op een school in Terneuzen.

Tabel 5: Broomhoudende vlamvertragers in regenwater uitgedrukt in ng/l

| Stof                          | BDE-17 | BDE-28 | BDE-49 | BDE-47 | BDE-100 | BD-99 | BDE-85 | BDE-154 | BDE-153 | BDE-183 | BDE- octa | BDE-nona | BDE-209 | HBCD | TBBA |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|----------|---------|------|------|
| Detectie limiet (MDL)         | <0.5   | <0.5   | <0.5   | <1.0   | <1.0    | <1.0  | <1.0   | <0.5    | <0.5    | <1.0    | <2.0      | <5.0     | <25     | <15  | <0.5 |
| Minimum concentratie          | -      | 5.7    | 0.9    | 1.4    | 1.3     | 1.5   | -      | 1.0     | 0.8     | 2.3     | 2.4       | -        | -       | 1835 | 0.6  |
| Maximum concentratie          | -      | 17.1   | 0.9    | 7.7    | 2.9     | 8.8   | -      | 1.0     | 3.9     | 9.5     | 2.4       | -        | -       | 1835 | 2.6  |
| Gemiddelde concentratie       | -      | 11.4   | 0.9    | 3.7    | 2.1     | 4.7   | -      | 1.0     | 2.4     | 5.5     | 2.4       | -        | -       | 1835 | 1.1  |
| Standaarddeviatie             | -      | 8.0    | -      | 2.9    | 1.1     | 3.2   | -      | -       | 1.6     | 3.6     | -         | -        | -       | -    | 0.7  |
| Mediaan concentratie          | -      | 11.4   | 0.9    | 2.4    | 2.1     | 4.2   | -      | 1.0     | 2.4     | 4.8     | 2.4       | -        | -       | 1835 | 0.9  |
| Percentage monsters boven MDL | 0%     | 4%     | 2%     | 12%    | 4%      | 10%   | 0%     | 2%      | 8%      | 6%      | 2%        | 0%       | 0%      | 2%   | 16%  |

---

## Synthetische muskverbindingen

Chemicus Albert Bauer vond in 1888 per ongeluk de synthetische musk uit, toen hij de springstof TNT onderzocht. Sinds 1900 zijn de geuren die zeep, schoonmaakmiddelen en cosmetica verspreiden vaak afkomstig van synthetische muskverbindingen.

Het zijn goedkope alternatieven voor natuurlijke geurstoffen zoals lavendel, tijm of vanille. Er bestaan twee groepen synthetische musken: nitromuskverbindingen en polycyclische muskverbindingen. In 1998 werd wereldwijd zo'n 7.000 ton synthetische muskverbindingen geproduceerd, met name polycyclische. Daarvan wordt 2.000 ton geproduceerd in Europa (OSPAR, 2000)

### Verboden

Onderzoek richtte zich tot nu toe vooral op nitromuskverbindingen als musk-xyleen, musk-keton en musk-ambrette. Hierover zijn dan ook de meeste gegevens bekend. Naar aanleiding van deze gegevens is musk-ambrette in 1995 verboden. Twee andere nitromuskverbindingen, musk-xyleen en musk-keton zijn echter nog steeds toegestaan: wel besloot de EU in 1998 deze twee stoffen te verbieden met ingang van 2010.

Polycyclische muskverbindingen als tonalide en galaxolide hebben de plaats ingenomen van de verboden nitromuskverbindingen.

De vervanging van nitromuskverbindingen door polycyclische muskverbindingen is geen oplossing omdat deze stoffen vergelijkbare giftige eigenschappen hebben (Wiersma, 2000).

### Effecten

Over de giftigheid van muskverbindingen is nog veel onbekend, maar diverse onderzoeken geven aanleiding tot ongerustheid. Musk-xyleen staat dan ook op de lijst van stoffen die Europese landen per 2010 uitbannen. Musk-ambrette is in de Europese Unie al verboden, omdat het giftig bleek te zijn voor mensen. Afbraakproducten van synthetische muskverbindingen kunnen de hormoonhuishouding van vissen en amfibieën verstoren (WWF, 2000). Langdurige blootstelling aan deze stoffen kan kanker veroorzaken bij muizen (CSTEE, 1999). Ze worden teruggevonden in schelpdieren (Rimkus et al, 1995), maar ook in borstvoeding en het vetweefsel van mensen (WWF, 1999).

### Resultaten

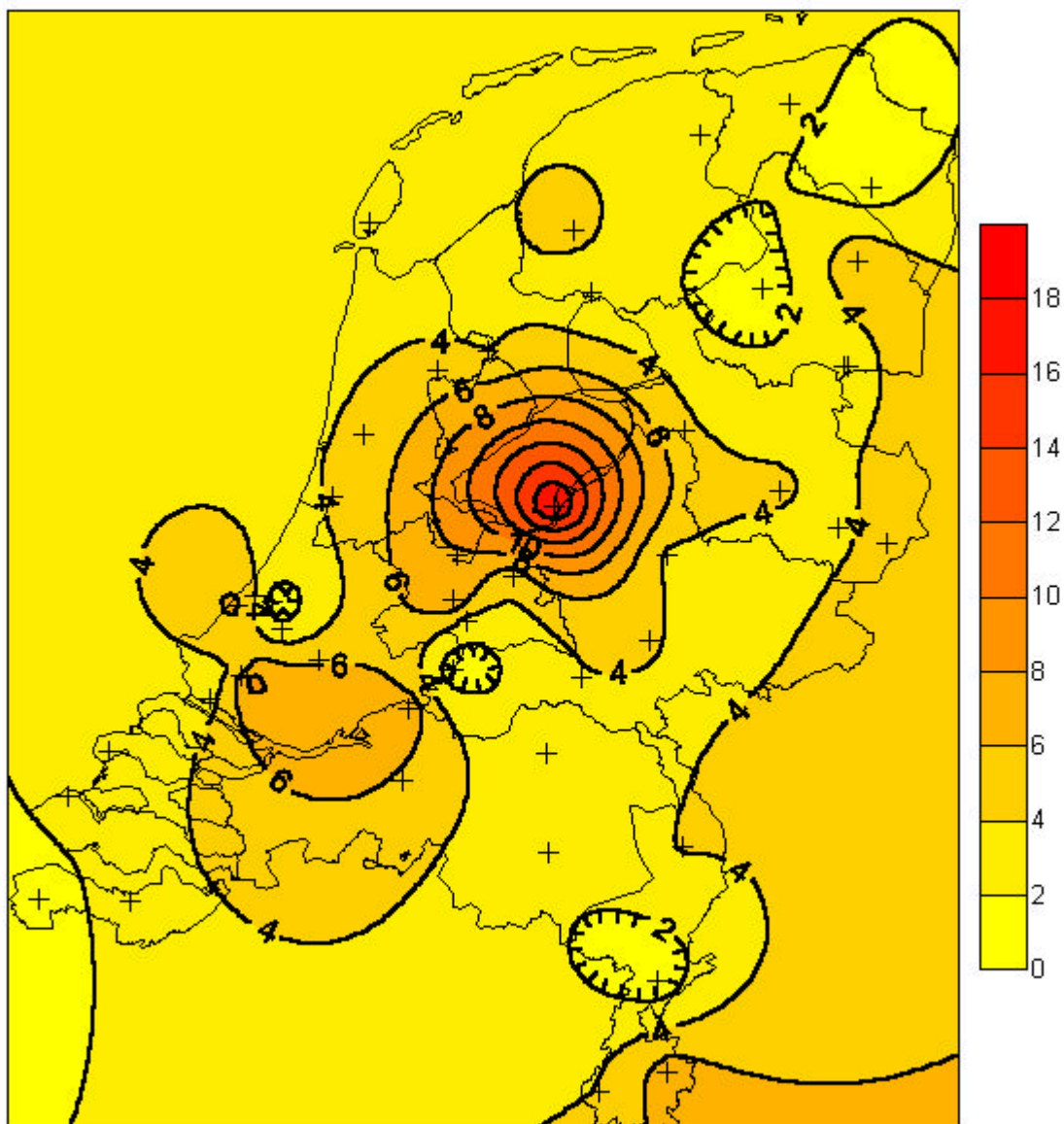
De polycyclische muskverbindingen galaxolide (HHCB) en tonalide (AHTN) komen voor in de meeste regenwatermonsters. HHCB in 36 monsters, met concentraties tussen 7 en 25 ng/l. AHTN is aangetroffen in 31 monsters, met concentraties tussen 2,3 en 19 ng/l. De onderzoekers vonden geen cashmeron (DPMI), celestolide (ADBI) en phantolide (AHMI), drie polycyclische muskverbindingen.

Musk-ambrette kwam voor in 34 procent van de monsters. Andere nitromuskverbindingen - musk-keton (MK) en musk-tibeteen (MT) zijn op 3 locaties aangetroffen, met een maximum concentratie van 10 ng/l. Musk-xyleen (MX) en musk-moskeen (MM) zijn niet gevonden.

### Conclusie

HHCB is aangetroffen in vrijwel alle regenwatermonsters, gelijkmatig verspreid over het land. Dit suggereert dat er geen puntbronnen zijn en dat de aangetroffen hoeveelheden zijn te herleiden tot diffuse emissies. AHTN is ook wijdverspreid, maar heeft een duidelijke puntbron in het midden van Nederland - waarschijnlijk afkomstig van PFW Aroma Chemicals in Barneveld, producent van synthetische geurstoffen. Musk-ambrette komt nog voor in 34 procent van de meetpunten, terwijl deze stof al sinds 1995 is verboden in de EU. Dat kan duiden op illegale toepassingen, of het toont de persistentie aan van musk-ambrette in het milieu.

Afbeelding 6: Verspreidingsgebied AHTN



Tabel 6: Synthetische muskverbindingen in regenwater uitgedrukt in ng/l

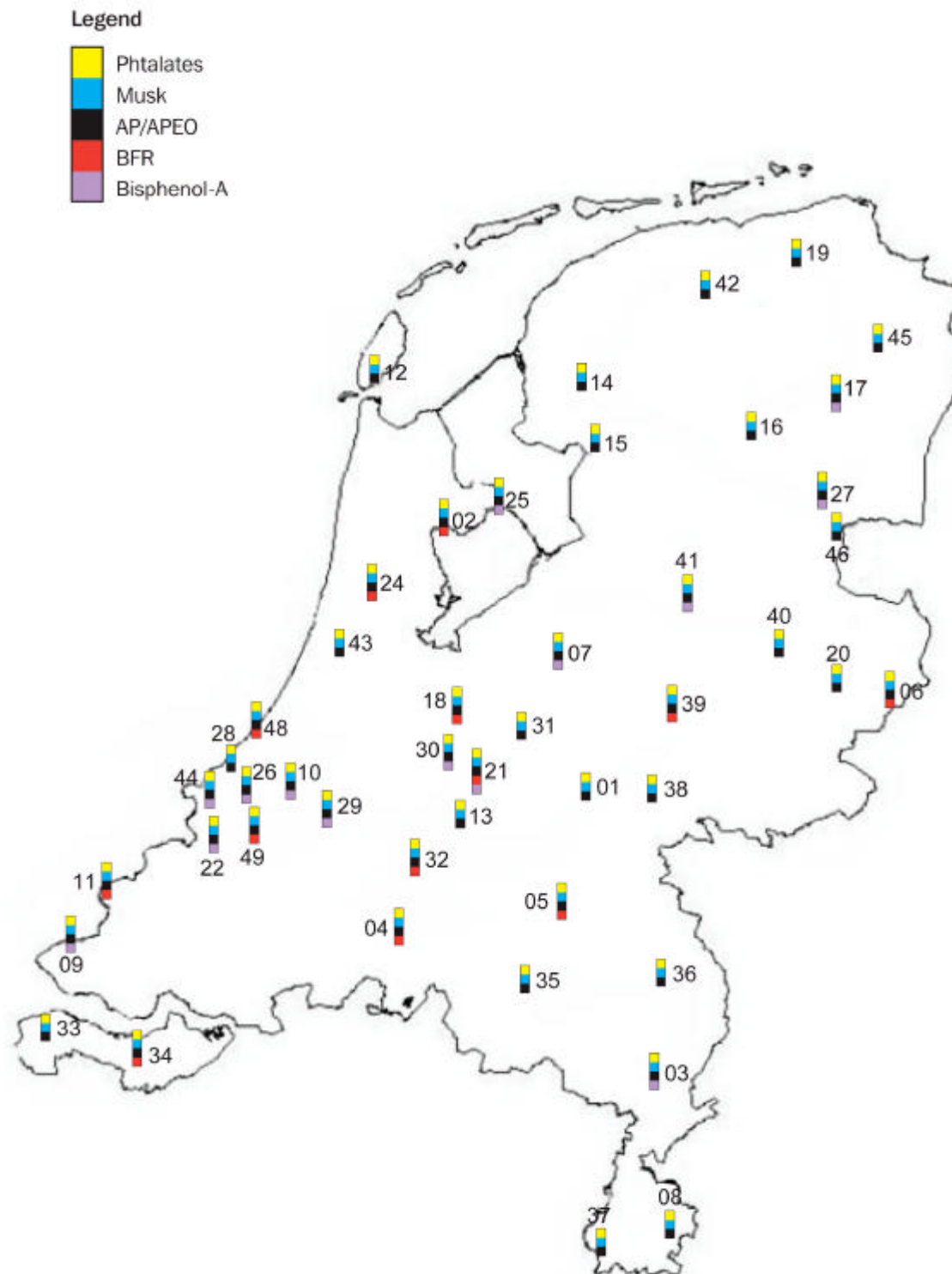
| Stof                          | DPMI | ADBI | AHMI | MA   | ATTI | HHCB | AHTN | MX   | MM   | MT   | MK   |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Detectie limiet (MDL)         | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 | <2.0 |
| Minimum concentratie          | -    | -    | -    | 2.1  | 3.1  | 7.0  | 2.3  | -    | -    | 10   | 3.0  |
| Maximum concentratie          | -    | -    | -    | 14   | 3    | 25   | 19   | -    | -    | 10   | 3.4  |
| Gemiddelde concentratie       | -    | -    | -    | 5.1  | 3.1  | 13.5 | 4.7  | -    | -    | 10   | 3.2  |
| Standaarddeviatie             | -    | -    | -    | 3.8  | -    | 4.7  | 2.8  | -    | -    | -    | 0.2  |
| Mediaan concentratie          | -    | -    | -    | 3.4  | 3.1  | 13.5 | 4.1  | -    | -    | 10   | 3.2  |
| Percentage monsters boven MDL | 2%   | 2%   | 0%   | 36%  | 4%   | 100% | 88%  | 0%   | 0%   | 2%   | 4%   |

Tabel 7.: Resultatenoverzicht Nederlandse regenwatermonsters.

| Stofgroep         | Stofnaam         | Frequentie<br>*    | Concentratie (ng/l) |         |         | Standaard<br>deviatie |   |
|-------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------|---------|-----------------------|---|
|                   |                  |                    | minimum             | maximum | mediaan |                       |   |
| <b>AP en APE</b>  | Bisfenol A       | 14/47              | 6                   | 130     | 9       | 35                    |   |
|                   | nonylfenol (NP)  | 15/47              | 42                  | 244     | 74      | 53.6                  |   |
|                   | octylfenol (OP)  | 1/47               | 8                   | 8       | 8       | -                     |   |
|                   | OPEO             | 37/47              | 30                  | 113     | 69      | 18                    |   |
|                   | NPEO             | 45/47              | 31                  | 924     | 91      | 141                   |   |
| <b>Ftalaten</b>   | DMP              | 41/47              | 22                  | 750     | 44      | 121                   |   |
|                   | DEP              | 45/47              | 14                  | 4050    | 183     | 844                   |   |
|                   | DIBP             | 46/47              | 77                  | 3976    | 714     | 705                   |   |
|                   | DBP              | 47/47              | 142                 | 1173    | 427     | 261                   |   |
|                   | BBP              | 47/47              | 15                  | 503     | 165     | 100                   |   |
|                   | DCHP             | 45/47              | 10                  | 176     | 23      | 32                    |   |
|                   | DEHP             | 47/47              | 574                 | 30902   | 2259    | 4724                  |   |
|                   | DPP              | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
|                   | DOP              | 47/47              | 39                  | 437     | 199     | 114                   |   |
|                   | DINP             | 47/47              | 285                 | 48290   | 2294    | 7132                  |   |
|                   | DIDP             | 3/47               | 1303                | 98429   | 8768    | 54050                 |   |
|                   | <b>Musk</b>      | DPMI (cashmeron)   | 0/47                | 0.0     | 0.0     | -                     | - |
|                   |                  | ADBI (celestolide) | 0/47                | 0.0     | 0.0     | -                     | - |
| AHMI (phantolide) |                  | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
| musk Ambrette     |                  | 16/47              | 2.1                 | 13.9    | 3.4     | 3,8                   |   |
| ATTI (traseolide) |                  | 1/47               | 3.1                 | 3.1     | 3.1     | -                     |   |
| HHCB (galaxolide) |                  | 47/47              | 7                   | 25      | 13.5    | 4.7                   |   |
| AHTN (tonalide)   |                  | 41/47              | 2.3                 | 18.7    | 4.1     | 2.8                   |   |
| Musk-xyleen       |                  | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
| Musk-moskeen      |                  | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
| Musk-tibeteen     |                  | 1/47               | 10.0                | 10,0    | 10,0    | -                     |   |
| Musk-keton        |                  | 2/47               | 3.0                 | 3.4     | 3.2     | 0.2                   |   |
| <b>BFR</b>        |                  | BDE-17             | 0/47                | 0.0     | 0.0     | -                     | - |
|                   | BDE-28           | 2/47               | 5.7                 | 17.1    | 11.4    | -                     |   |
|                   | BDE-49           | 1/47               | 0.9                 | 0.9     | 0.9     | -                     |   |
|                   | BDE-47           | 5/47               | 1.4                 | 7.7     | 2.4     | 1.7                   |   |
|                   | BDE-100          | 2/47               | 1.3                 | 2.9     | 2.1     | -                     |   |
|                   | BDE-99           | 4/47               | 1.5                 | 8.8     | 4.2     | 2.0                   |   |
|                   | BDE-85           | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
|                   | BDE-154          | 1/47               | 1.0                 | 1.0     | 1.0     | -                     |   |
|                   | BDE-153          | 4/47               | 0.8                 | 5.7     | 2.5     | 2.7                   |   |
|                   | BDE-183          | 3/47               | 2.3                 | 9.5     | 4.8     | 1.7                   |   |
|                   | BDE-octa         | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
|                   | BDE-nona         | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
|                   | BDE-209          | 0/47               | 0.0                 | 0.0     | -       | -                     |   |
|                   | HBCD             | 1/47               | 1834.6              | 1834.6  | 1834.6  | -                     |   |
|                   | TBBA-methylester | 8/47               | 0.6                 | 2.6     | 0.9     | 0.2                   |   |

\* Frequentie: hoe vaak een stof is aangetroffen

Afbeelding 7: Meetpunten stoffen verspreiding



---

## Meetpunten buiten Nederland

In België plaatste Greenpeace een regenmeter op het dak van een school in Antwerpen en in Duitsland bij het Greenpeace-kantoor in Hamburg en bij een particulier in München. Doel van deze metingen was een indicatief onderzoek: zijn de schadelijke stoffen ook aanwezig in het regenwater van onze buurlanden? Dit onderzoek liep parallel aan de verzameling van regenwatermonsters in Nederland en volgde dezelfde procedure.

### Resultaten België

Het regenwatermonster uit Antwerpen bevat een hoge concentratie bisfenol-A: 80 ng/l. Dat is bijna tweemaal zo hoog als de gemiddelde concentratie bisfenol-A in Nederland. DINP en DEHP werden aangetroffen in hoge concentraties (DINP 10.904 ng/l en DEHP 6.265 ng/l). Van de synthetische muskverbindingen zijn MA, HHCB en AHTN gemeten, met een maximum-concentratie van 13 ng/l. Ook alkylfenolen en alkylfenol ethoxylaten zijn gevonden in het Antwerpse monster. Er werden geen broomhoudende brandvertragers aangetroffen.

### Resultaten Duitsland

In Duitsland vertonen de twee regenwatermonster een vergelijkbaar patroon als de Nederlandse monsters. Opvallend is de hoge concentratie bisfenol-A in Hamburg: 357 ng/l, bijna driemaal hoger dan de maximumconcentratie in Nederland. Ook zijn de concentraties van de ftalaten DINP en DEHP in Hamburg en München hoog in vergelijking met de Nederlandse gemiddelden. Broomhoudende brandvertragers zijn alleen aangetoond in München. Wat opvalt bij de muskverbindingen is dat DPML in München is aangetroffen in een hoge concentratie ten opzichte van de andere muskverbindingen. DPML is in Nederland nergens aangetoond in het regenwater.

### Conclusie

De drie buitenlandse regenwatermonsters leveren vergelijkbare conclusies op als het onderzoek naar Nederlands regenwater. De aanwezigheid van schadelijke stoffen in regenwater is duidelijk een internationaal probleem. In een groot deel van de monsters zijn de onderzochte stoffen aangetroffen. Maar de monsterpunten liggen ver uit elkaar en dus is een uitspraak over punt- of diffuse bronnen moeilijk. Wanneer we toch een voorzichtige vergelijking maken met de uitkomsten van het Nederlandse regenwateronderzoek, dan zou in de buurt van München een productielocatie kunnen staan van de synthetische muskverbinding DPML. In de buurt van Hamburg bevindt zich mogelijk een productielocatie van bisfenol-A. Hier is de hoge concentratie van deze stof opvallend (375 ng/l), driemaal zo hoog als de aangetroffen concentratie in de buurt van een productielocatie van bisfenol-A in Nederland. In de rest van de monsters is de concentratie 15 ng/l is.

Tabel 8: Concentraties van de onderzochte stoffen in de buitenlandse monsters

| Stofgroep              | Stoffen                  | Antwerpen<br>(België) | Hamburg<br>(Duitsland) | München<br>(Duitsland) |      |
|------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------|
| Alkylfenolen           | Bisfenol-A               | 80                    | 357                    | <5.0                   |      |
|                        | nonylfenol (NP)          | 95                    | 256                    | <40                    |      |
|                        | octylfenol (OP)          | <5.0                  | <5.0                   | <5.0                   |      |
|                        | OPEO                     | 57                    | 98                     | <30                    |      |
|                        | NPEO                     | 83                    | 157                    | <30                    |      |
| Ftalaten               | DMP                      | 131                   | 99                     | 266                    |      |
|                        | DEP                      | <10                   | 389                    | 1042                   |      |
|                        | DIBP                     | 206                   | 269                    | 718                    |      |
|                        | DBP                      | 139                   | 542                    | 337                    |      |
|                        | BBP                      | 75                    | 896                    | 108                    |      |
|                        | DCHP                     | <10                   | <10                    | <10                    |      |
|                        | DEHP                     | 6265                  | 10530                  | 1522                   |      |
|                        | DPP                      | <10                   | <10                    | <10                    |      |
|                        | DOP                      | 223                   | 323                    | 105                    |      |
|                        | DINP                     | 10903                 | 10269                  | <100                   |      |
|                        | DIDP                     | <100                  | <100                   | <100                   |      |
|                        | Broombrand<br>vertragers | BDE-17                | <0.5                   | <0.5                   | <0.5 |
|                        |                          | BDE-28                | <0.5                   | <0.5                   | <0.5 |
|                        |                          | BDE-49                | <0.5                   | <0.5                   | <0.5 |
| BDE-47                 |                          | <1.0                  | 8.0                    | <1.0                   |      |
| BDE-100                |                          | <1.0                  | <1.0                   | <1.0                   |      |
| BDE-99                 |                          | <1.0                  | 4.9                    | <1.0                   |      |
| BDE-85                 |                          | <1.0                  | <1.0                   | <1.0                   |      |
| BDE-154                |                          | <0.5                  | <0.5                   | <0.5                   |      |
| BDE-153                |                          | <0.5                  | <0.5                   | <0.5                   |      |
| BDE-183                |                          | <1.0                  | <1.0                   | <1.0                   |      |
| BDE-octa               |                          | <2.0                  | <2.0                   | <2.0                   |      |
| BDE-nona               |                          | <5.0                  | <5.0                   | <5.0                   |      |
| BDE-209                |                          | <25                   | <25                    | <25                    |      |
| HBCD                   |                          | <15                   | <15                    | <15                    |      |
| TBBA-<br>methylester   |                          | <0.5                  | <0.5                   | <0.5                   |      |
| Synthetische<br>musken |                          | DPMI<br>(cashmeron)   | <2.0                   | <2.0                   | 147  |
|                        | ADBI<br>(celestolide)    | <2.0                  | <2.0                   | 4.2                    |      |
|                        | AHMI<br>(phantolide)     | <2.0                  | <2.0                   | <2.0                   |      |
|                        | musk Ambrette            | <2.0                  | 14                     | 10                     |      |
|                        | ATTI<br>(traseolide)     | <2.0                  | 4.5                    | <2.0                   |      |
|                        | HHCB<br>(galaxolide)     | 11                    | 12                     | 13                     |      |
|                        | AHTN<br>(tonalide)       | 3.5                   | 11                     | 8.5                    |      |
|                        | musk Xyleen              | <2.0                  | <2.0                   | <2.0                   |      |
|                        | musk Moskeen             | <2.0                  | <2.0                   | <2.0                   |      |
|                        | musk Tibeteen            | <2.0                  | <2.0                   | <2.0                   |      |
|                        | musk Keton               | <2.0                  | <2.0                   | <2.0                   |      |



---

## Conclusie en discussie

Dit onderzoek toont aan dat schadelijke stoffen - waarvan de meeste giftig, bioaccumulerend en persistent zijn - voorkomen in het Nederlandse regenwater. Een aantal van deze stoffen is in deze studie voor het eerst in regenwater geanalyseerd. Ze blijken wijdverspreid aanwezig, zowel in clusters en rond productielocaties als in lage en hoge concentraties. Dit duidt erop dat schadelijke stoffen niet alleen in het milieu terechtkomen vanuit diffuse bronnen, maar ook via puntbronnen: productielocaties dus. Het rapport bevestigt dat schadelijke stoffen alom aanwezig zijn in ons leefmilieu.

### Vijf stoffengroepen

In dit onderzoek is gekeken naar vijf stoffengroepen. Bisfenol-A, alkylfenolen en alkylfenol ethoxylaten, ftalaten, broomhoudende brandvertragers en synthetische muskverbindingen.

De monsters zijn afkomstig van 47 locaties verspreid door Nederland. Analyses zijn in opdracht van Greenpeace uitgevoerd door TNO-Milieu Energie en Procesinnovatie in Apeldoorn. In dit rapport maakt Greenpeace gebruik van de resultaten van TNO en geeft hierop haar visie. Zie hiervoor het volledige TNO-rapport '*Hazardous Chemicals in Precipitation*'.

Het onderzoek vond plaats in de wintermaanden, analyseresultaten in andere jaargetijden kunnen hiervan verschillen. Onderzoek van Duyzer trof in metingen verspreid over het jaar de brandvertrager TBBA (Duyzer, 2002) frequenter aan en in hogere concentraties.

### Dagelijkse producten

Het doel van dit onderzoek is niet de blootstelling aan deze stoffen en de gezondheidsrisico's voor mensen te bepalen. Toch is het logisch dat de vraag opkomt of het gebruik ervan nog wel verantwoord is en hoelang consumenten dit nog accepteren. De stoffen zitten - zij het onzichtbaar - immers in onze dagelijkse producten en kunnen daaruit lekken. Ook legt het onderzoek geen directe relatie tussen de aangetroffen schadelijke stoffen en hun bronnen. Het is echter wel opmerkelijk dat het merendeel van de clusters met hoge concentraties zich bevindt in de buurt van een productielocatie van de betreffende stof. Eerder onderzoek van Greenpeace toonde diverse giftige stoffen aan in huisstof. Een recent internationaal onderzoek dat Greenpeace uitvoerde in Engeland en Scandinavië bevestigt deze conclusies (Santillo et al, 2003). Dit regenwateronderzoek toont aan dat schadelijke stoffen vroeg of laat ook terechtkomen in ons regenwater, soms in zeer hoge concentraties.

### Puntbronnen

Ftalaten, synthetische muskverbindingen en alkylfenol ethoxylaten zijn teruggevonden in vrijwel alle meetpunten. Bisfenol-A en alkylfenolen zijn aangetroffen in eenderde van de monsters.

Broomhoudende brandvertragers zijn niet in alle monsters gevonden. Opvallend is dat voor bijna alle stoffen duidelijke concentratiepieken zijn waargenomen. Dit komt niet overeen met conclusies van onder meer VROM en EEA, dat de emissies uit puntbronnen inmiddels zijn gereduceerd tot een minimum (EEA, 2003).

### Conclusies per stof

- Bisfenol-A is aangetroffen in 30 procent van de monsters, met een duidelijke piek in Rotterdam. In Pernis bevindt zich een productielocatie van bisfenol-A.
- Alkylfenol ethoxylaten (APE) zijn aangetroffen in vrijwel alle regenwatermonsters. Nonylfenol ethoxylaten en octylfenol ethoxylaten (twee AP's) zaten in respectievelijk 95 en 80 procent van de monsters. De maximumconcentratie nonylfenol ethoxylaten

---

ligt slechts iets onder het maximum van 1.000 ng/l dat Warhurst adviseert voor alle AP's en APE's in drinkwater (Warhurst et al, 1995). Alkylfenolen (AP) zijn gevonden in eenderde van de monsters. Ftalaten zijn alom tegenwoordig. Ze zijn in meestal hoge concentraties gevonden in het regenwater. Dit is niet verwonderlijk, omdat ftalaten worden toegepast in veel producten. DEHP en DINP zijn aangetroffen in alle monsters. Clusterpieken zijn gevonden voor DINP en DIDP bij het meetpunt van Exxon in de Botlek, die deze ftalaten produceert. De concentratie DEHP is verhoogd in de zuidelijke provincies, terwijl de mediaan daar tweemaal zo laag is. Een verhoogde concentratie DIBP is teruggevonden in Coevorden bij het meetpunt van Forbo Novilon, producent van vinylvloerbedekking.

- Broomhoudende brandvertragers bevinden zich op diverse plaatsen in zowel lage als hogere concentraties. Ze zijn aangetroffen in 30 procent van de monsters. Opmerkelijk is dat alleen in het meetpunt Terneuzen HBCD werd teruggevonden, echter wel in een concentratie van 1.800 ng/l. Dat is ruim honderdmaal hoger dan de hoogste concentratie van de andere broomhoudende brandvertragers die de onderzoekers aantreffen. Het meetpunt in Terneuzen was niet geplaatst bij HBCD-producent Broomchemie, maar bij een school in deze stad.
- Synthetische muskverbindingen zijn aangetroffen in vrijwel alle monsters. Opvallend is dat galaxolide (HHCB) gelijkmatig is verspreid over Nederland, terwijl tonalide (AHTN) -dat ook wijdverspreid voorkomt - een duidelijk piek toont in het midden van het land. Waarschijnlijk is dit te herleiden tot PFW Aroma Chemicals in Barneveld, dat polycyclische muskverbindingen produceert. Musk-ambrette, dat al in 1995 is verboden in de EU, komt nog steeds voor in 34 procent van de meetpunten.

De drie buitenlandse regenwatermonsters leveren vergelijkbare conclusies op. De aanwezigheid van schadelijke stoffen in regenwater is duidelijk een internationaal probleem.

### **Risico's**

Greenpeace vindt dat schadelijke stoffen niet thuishoren in het milieu. Dagelijks worden we geconfronteerd met onzichtbare chemische stoffen in bijvoorbeeld computers, vinylvloerbedekking, cosmetica, matrassen en voeding. Maar, zoals Greenpeace aantoonde: ook in ons huisstof en in het regenwater. Voor werknemers en omwonenden van productielocaties waar POP's worden geproduceerd en/of gebruikt geldt nog een extra concentratiebelasting. De verdere verspreiding van giftige, bioaccumulerende en persistente stoffen moet worden gestopt, overeenkomstig de afspraken die zijn gemaakt binnen de EU en in het OSPAR- en het VN-verdrag over POP's. De risico's voor mensen, dieren en milieu zijn eenvoudigweg te groot - voor zóv'er we iets weten over de meer dan honderdduizend chemische stoffen die inmiddels zijn geproduceerd. Naar veel stoffen die al lang in gebruik zijn is nog niet of nauwelijks onderzoek gedaan. Maar wat we weten is genoeg om het voorzorgprincipe toe te passen.

### **Substitutie nu**

De belangrijkste conclusie die we kunnen trekken uit dit rapport, is dat substitutie van wezenlijk en onmiddellijk belang is. Het is niet langer de vraag óf substitutie nodig is, maar hóe we dit moeten verwezenlijken. Omschakeling van de ene schadelijke stof naar een iets minder schadelijke stof is geen oplossing. Producenten schuiven de ftalaten DINP en DIDP naar voren als mogelijke vervangers van het schadelijke DEHP. Maar ook deze ftalaten zijn schadelijk voor het milieu en de gezondheid van mensen (VROM, 2002). Daarom stelt het *Beleidsstandpunt Weekmakers* van VROM dat DEHP niet op grote schaal mag worden vervangen door DINP en DIDP. Uit dit onderzoek blijkt echter dat de verspreiding en concentraties van DINP en DEHP op dit moment al vergelijkbaar zijn. Eenzelfde ontwikkeling zien we bij de omschakeling van nitromusken naar polycyclische musken.

---

## Alternatieven

Ooit werden de uitvinders van deze chemische stoffen geprezen, vanwege de toepasbaarheid in tal van producten. Maar de concentraties die we aantreffen in het regenwater tonen de keerzijde van deze medaille. Producenten kunnen zich niet langer verschuilen achter het 'onvermijdelijke' gebruik van deze schadelijke stoffen. Alternatieven bestaan voor bijna alle stoffen. Vervangers voor broomhoudende brandvertragers zijn onder meer fosforesters zonder broom of chloor, magnesium hydroxide en aluminium trihydraat. Ook bestaan speciale verfsoorten en lakken waarmee hout of staal brandvertragend wordt gemaakt. Ftalaten worden voor negentig procent gebruikt om PVC flexibel te maken (VROM, 2002). PVC-producten als elektriciteitskabels zijn vaak makkelijk te vervangen door minder schadelijke plastics als PE en PP. In plaats van vinyl kunnen linoleum, plavuizen of hout de vloer bedekken. Alternatieven voor PVC-speelgoed zijn speeltjes van stof, hout of minder schadelijke plastics. Voor een aantal producten is vermoedelijk nog geen alternatief beschikbaar. In die gevallen moet de (chemische) industrie prioriteit geven aan het ontwikkelen van onschadelijke alternatieven.

### Wat wil Greenpeace

- Onmiddellijk verbod op productie en gebruik van POP's
- De industrie moet overstappen op schone productieprocessen en onschadelijke alternatieven - indien deze niet voorhanden zijn 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 stofeigenschappen

---

## Literatuurlijst

- Ahel, M., Giger, W. and Koch, M. 1994a. Behaviour of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment - 1. Occurrence and transformations in sewage treatment. *Water Res.* 28: 1131-1142.
- Ahel, M., Schaffner, C. and Giger, W. 1996. Behaviour of alkylphenol polyethoxylate surfactants in the aquatic environment .3. occurrence and elimination of their persistent metabolites during infiltration of river water to groundwater. *Water Res.* 30: 37-46.
- Allsopp, M. et al., Poisoning the future, impact of endocrine-disrupting chemicals on wildlife and human health, Greenpeace 1997.
- Boer J. de et al, Do flameretardants threaten ocean life?, *Nature*, vol. 394, pg. 28-29, 1998.
- Bouma S., A. Holland, D. Vethaak, Visdieven in problemen 1999.
- Butte, W. & Heinzow, B. 2002. Pollutants in house dust as an indicator of indoor contamination. *Reviews in Environmental Contamination of Toxicology* 174:1-46.
- CSTEE, 1998. 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, 1998.
- CSTEE. 2001c. EU Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment, Opinion on the results of the Risk Assessment of: 1,2-benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9 rich and di-"isononyl phthalate-Report version (Environment): Final report, May 2001. Opinion expressed at the 27<sup>th</sup> CSTEE plenary meeting, Brussels, 30 October 2001:5pp.
- CSTEE. 2001d. EU Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and the Environment, Opinion on the results of the Risk Assessment of: 1,2-benzenedicarboxylic acid, di-C8-10-branched alkyl esters, C9 rich and di-"isodecyl" phthalate-Report version (Environment): Final report, May 2001. Opinion expressed at the 27<sup>th</sup> CSTEE plenary meeting, Brussels, 30 October 2001:5pp
- Dalgaard, M., Nellemann, C., Lam, H.R., Sorensen, I.K. & Ladefoged, O. 2001. The acute effects of mono(2-ethylhexyl)phthalate (MEHP) on testes of prepubertal rats. *Toxicology Letters* 122: 69-79.
- Dodds, EC and W Lawson 1936. Synthetic estrogenic agents without the phenanthrene nucleus. *Nature* 137:996.
- Dodds, EC and W Lawson 1938. Molecular structure in relation to oestrogenic activity. Compounds without a phenanthrene nucleus. *Proceedings of the Royal Society. London B.* 125:222-232.
- Duyzer, J.H. en Vonk, A.W. 2002. Atmosferische depositie van pesticiden, PAK en PCBs in Nederland. TNO-MEP r 2002/606.
- EEA. 2001.Het milieu in Europa: de tweede balans - 6. Chemische stoffen. European Environmental agency. Published by: Office for official publications of the European Communities.
- Elsby, R, JL Maggs, J Ashby and BK Park. 2001. Comparison of the modulatory effects of human and rat liver microsomal metabolism on the estrogenicity of bisphenol A: implications for extrapolation to humans. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 297-103-113.
- EU Scientific Committee on Cosmetic Products and non-food products intended for consumers, Opinion concerning Musk Xylene, adopted 8-12-99.
- Feeley M. and A. Brouwer. 2000. Health risks to infants from exposure to PCBs, PCDDs and PCDFs. *Food Additives and Contaminants*, 17(4), pg. 325-333.
- Fiona Nicholls, Nicky Bryan and Rob Lawson. 2001. Hazardous chemicals, A review carried out by the national centre for business & sustainability for the co-operative group. NCBS ref: 2225 5 november 2001.
- Guenther, K., Heinke, V., Thiele, B., Kleist, E., Prast, H. & Raecjer, T. 2002. Endocrine disrupting nonylphenols are ubiquitous in food. *Environmental Science and Technology*36 (8) 1676-1680.
- Hamers, T.H.M. 2003. Toxic potency and effects of diffuse air pollution. Thesis Wageningen University. ISBN. 90-5808-709-3.
- IVF Research Publication 99824. 1999. Alternatives to halogenated flame retardants in electronic and electrical products - Results from a conceptual study.
- Iwata H., Tanabe S., Sakai N., Nishiimura A.. and Tatsukawa R. 1994. Geographical distribution of persistent organochlorines in air, water and sediments from Asia and Oceania, and their implications for global redistribution from lower altitudes. *Environmental pollution* 85: 15-33.
- Jobling, S. and Sumpter, J. P. 1993. Detergent components in sewage effluent are weakly estrogenic to fish - An in-vitro study using rainbow-trout (*Oncorhynchus mykiss*) hepatocytes. *Aquat. Toxicol.* 27: 361-372.
- Koo J-W, Parham, F., Kohn, M.C., Masten S.A, Brock J.W., Needham, L.L., et al. 2002. The association between biomarker-based exposure estimates for phthalates and demographic factors in a human reference population. *Environmental health Perspectives*100:405-410.
- Krauter, M. und Seidl, E. 2002.Dauergiftte-Bedrohung für das Leben in den Alpen. Die Belastung der Fischen und Gebirgsseen der Alpen mit neuen schwer abaubaren endokrin wirksamen organischen Schadstoffen.. Greenpeace 2002.

- LOES. 2002. Vethaak, A.D., Rijs, G.B.J, Schrap, S.M., Ruiter, H., Gerritsen, A en Lahr, J. Estrogens and xeno-estrogens in the aquatic environment of the Netherlands. Occurrence, Potency and Biological effects. RIZA/RIKZ-report no.2002.001
- Maguire R.J. Water Qual. Res. J. Canada 34, 37-78, 1999.
- Mayer, F.L., Stalling, D.L. & Johson, J.L.1972. Phthalate esters as environmental contaminants. Nature 238: 411-413.
- Meerts IATM, van Zanden JJ, Luijks EAC, van Leeuwen-Bol I, Marsh G, Jakobsson E, Bergman A, Brouwer A. 2000. Potent competitive interactions of some brominated flame retardants and related compounds with human transthyretin in vitro TOXICOLOGICAL SCIENCES 56 (1):95-104
- 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.
- Oehlmann, J, U Schulte-Oehlmann, M Tillmann and B Markert. 2000. Effects of endocrine disruptors on Prosobranch snails (Mollusca: Gastropoda) in the laboratory. Part I: Bisphenol A and Octylphenol as xenoestrogens. *Ecotoxicology* 9:383-397.
- Oehlmann, J, U Schulte-Oehlmann, M Tillmann and B Markert. 2000. Effects of endocrine disruptors on Prosobranch snails (Mollusca: Gastropoda) in the laboratory. Part I: Bisphenol A and Octylphenol as xenoestrogens. *Ecotoxicology* 9:383-397.
- OSPAR. 2000. OSPAR Background Document on Musk Xylene and other Musks. OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-Eats
- Atlantic. OSPAR Commission. London ISBN 0-946956-55-3: 37 pp.
- OSPAR. 2001. Nonylphenol/nonylphenolethoxylates, OSPAR Priority Substances Serie, OSPAR Convention for the Protection of the North-East Atlantic, OSPAR Commision, London, ISBN 0-946956-79-0: 18pp.
- Peters R.J.B. 2003. Hazardous Chemicals in Precipitation. TNO-report r 2003/198, may 2003.
- Raad van State 's Gravenhage.2002. LJN-nummer: AF3544 zaaknr:200200259/2
- Rijksinstituut voor Kust en Zee, C.P.Groshart, W.B.A. Wassenberg, R.W.P.M. Laane, Chemical Study on Brominated Flameretardants, RIKZ/2000.017, 2000.
- Rimkus G.G. and Wolf M. 1995. Nitro musk fragrances in biota from freshwater and marine environment. *Chemosphere* 20, 641-651.
- Santillo, D, Johnston, P. and Brigden K. 2001.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, March 2001.
- 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 Technical, Note 01/2003 (GRL-TN-01-2003).
- Schönfelder, G, W Wittfoht, H Hopp, CE Talsness, M Paul and I Chahoud. 2002. Parent Bisphenol A Accumulation in the Human Maternal-Fetal-Placental Unit. *Environmental Health Perspectives* 110:A703-A707.
- Soto, A. M., Justicia, H., Wray, J. W. and Sonnenschein, C. 1991. p-Nonylphenol, an estrogenic xenobiotic released from 'modified' polystyrene. *Environ. Health Persp.* 92: 167-173.
- Soto, A. M., Sonnenschein, C., Chung, K. L., Fernandez, M. F., Olea, N. and Serrano, F. O. 1995. The E-SCREEN assay as a tool to identify estrogens: An update on estrogenic environmental pollutants. *Environ. Health Persp.* 103(Suppl. 7): 113-122.
- Soto, A.M., Justicia, H., Wray, J.W., and Sonnenschein, C. 1991. P-Nonyl-phenol: An estrogenic xenobiotic released from "modified" polystyrene. *Environmental Health Perspective*, 92, 167-173.
- Takahashi, O and S Oishi. 2000. Disposition of Orally Administered 2,2-Bis(4-hydroxyphenyl) propane (Bisphenol A) in Pregnant Rats and the Placental Transfer to Fetuses. *Environmental Health Perspectives* 108:931-935.
- Telegraaf, 12-06-'03. Willem-Alexander: Paal en perk aan lozing gifstoffen. Prins maant tot aanpak van waterbeheer.
- VROM. 2002. Beleidsstandpunt Weekmakers, stand van zaken. . Gezamenlijk standpunt van de ministers van EZ, SZW,VROM, VWS en V&W. VROM 020209/06-02 21765/206.
- Wania F., and Mackay, D. 1996. Tracking the distribution of persistent organic pollutants. *Environmental Science and Technology* 30 (9): 390A-396A.
- Warhurst, A. M. 1995. An Environmental Assessment of Alkylphenol Ethoxylates and Alkylphenols. Friends of the Earth, London, UK
- White, R., Jobling, S., Hoare, S. A., Sumpter, J. P. and Parker, M. G. 1994. Environmentally persistent alkylphenolic compounds are estrogenic. *Endocrin.* 135: 175-182.
- Wiersma G., H.A.J. Mulder, Stofdocumenten; musk xyleen, KNN Milieu BV, 2000.
- Wiig O. et al, Female pseudohermaphrodite polar bears at Svalbard, *Journal of Wildlife Diseases*, vol. 34, pg. 792-796, 1998.

---

WWF, 1999. Chemical trespass: a toxic legacy.  
WWF-Uk report June 1999.

WWF, 2000. Bisphenol a, a know endocrine  
disrupter. A WWF European Toxics programme  
report. April 2000.

WWF, 2000. Briefing for OSPAR Commission,  
Synthetic musk fragrances, a cause of concern,  
may 2000.

World Health Organisation, Diethylhexyl phthalate,  
Environmental Health Criteria 131, WHO Genève  
1992

Websites:

<http://www.knmi.nl/>

---

## Appendix I

### Summary

A recent TNO project, studying the role of the atmosphere as a transport medium for persistent organic pollutants, showed the presence of a number of hazardous chemicals in the atmosphere and in precipitation. Exposure of living organisms to some particular hazardous chemicals can lead to hormone disrupting effects. At the moment, much attention is focused on the interaction of so-called xeno-estrogens, synthetic compounds with hormone receptors causing a number of reactions that eventually lead to reproduction and development related effects. The current study was initiated by Greenpeace to further investigate the presence of hazardous chemicals, in particular xeno-estrogens, in precipitation.

Precipitation samples were collected by Greenpeace at 47 locations in The Netherlands, 2 in Germany and 1 in Belgium, in a four-weekly period. The samples were analysed for bisphenol-A, alkylphenols and ethoxylates, phthalates, brominated flame retardants and synthetic musk compounds in the laboratory of the Department of Environmental Quality of TNO. A number of pesticides, also labelled as xeno-estrogens, were not analysed in these samples since they were already measured in a previous TNO study.

The results of the current study clearly show the presence of these compounds in precipitation. Apart from brominated flame retardants, several representatives of the compound groups were found in precipitation samples at most locations. The concentrations ranged from a low ng/l range for brominated flame retardants to several thousands of ng/l for the phthalates. Bisphenol-A was found in 32% of the locations in concentrations up to 357 ng/l while alkylphenols and ethoxylates were found at virtually every location in concentrations up to 924 ng/l for the individual compounds. Phthalates were by far the most abundant xeno-estrogens in the precipitation samples and present in every sample. At one location di-isodecyl phthalate was found in a surprisingly high concentration of almost 100,000 ng/l. Brominated flame retardants were identified in this study for the first time in precipitation and were found in a low ng/l range at than 28% of the sampling locations. Noticeable was the finding of hexabromocyclododecane, a replacement for the polybrominated diphenyl ethers at one location in a concentration of nearly 2,000 ng/l. Finally, as expected, synthetic musk compounds could be found at almost every location. This is especially true for the polycyclic musks that were found in concentrations up to 147 ng/l. Nitro musks were found at about 30% of the locations.

Apart from measuring the concentrations of compounds, it was also possible to gain some insight into probable emission sources from these data. Kriging techniques were used to calculate deposition concentrations in between actual sampling locations and contour plots were prepared for a number of compounds. These plots clearly showed that a distinction can be made between on the one hand the sometimes high overall concentrations due to diffuse emissions, and on the other hand located point emissions for a number of compounds, among which bisphenol-A, nonylphenol ethoxylate, phthalates (DEHP and DINP) and AHTN, a polycyclic musk.

---

## Appendix II

### Samenvatting

In een recent TNO onderzoek, met als primair doel het vaststellen van de rol van de atmosfeer bij het transport van persistente stoffen, werd de aanwezigheid van gevaarlijke chemicaliën in lucht en regen vastgesteld. De blootstelling aan bepaalde chemicaliën hebben hormonale effecten tot gevolg. Op het moment gaat veel aandacht uit naar de zogenaamde xeno-oestrogenen, synthetische verbindingen die interacties aangaan met hormonale receptoren wat op zijn beurt kan leiden tot beïnvloeding van de reproductie en de ontwikkeling. Het huidige onderzoek dat in opdracht van Greenpeace wordt uitgevoerd, is specifiek gericht op het vaststellen van de aanwezigheid en gehalten van xeno-oestrogene stoffen in atmosferische depositie.

Monsters regenwater zijn verzameld door Greenpeace Nederland op 47 locaties in Nederland, 2 in Duitsland en 1 in België, in vierwekelijkse periodes. De monsters zijn geanalyseerd op bisfenol-A, alkylfenolen en ethoxylaten, ftalaten, brandvertragers en synthetische musk verbindingen, door het laboratorium van de Afdeling Milieukwaliteit en -analyse van TNO. Een aantal pesticiden, die aangemerkt worden als xeno-oestrogene stoffen, zijn niet geanalyseerd omdat deze reeds in de eerdere TNO studie zijn onderzocht.

De resultaten van deze studie tonen aan dat de onderzochte stoffen in regenwater aanwezig zijn. Met uitzondering van de gebromeerde brandvertragers komen de individuele stoffen van de overige stofgroepen zelfs veelvuldig voor en worden ze op de meeste locaties aangetroffen. De concentraties variëren daarbij van het lage ng/l gebied voor brandvertragers tot enkele duizenden ng/l voor ftalaten. Bisfenol-A werd in 32% van de monsters aangetroffen in gehalten tot 357 ng/l terwijl alkylfenolen en ethoxylaten op nagenoeg alle locaties werden aangetroffen in gehalten tot 924 ng/l voor de individuele componenten. Ftalaten waren veruit de meest voorkomende xeno-oestrogenen en werden in alle depositie monsters aangetroffen. Di-isodecylftalaat werd op één locatie zelfs aangetroffen met een verrassend hoog gehalte van bijna 100.000 ng/l. Gebromeerde brandvertragers, die in deze studie voor het eerst werden aangetoond in regenwater, werden in ca 28% van de monsters aangetoond in gehalten onder de 10 ng/l. Een opmerkelijke uitzondering was hexabroomcyclododecaan, een vervanger voor de polybroombifenyloethers, die in één monster werd aangetroffen met een concentratie van bijna 2000 ng/l. Tenslotte, werden zoals verwacht ook een aantal, voornamelijk polycyclische musk verbindingen aangetroffen in bijna elk monster met een maximum gehalte van 147 ng/l. Nitro musk verbindingen werden nog in circa 30% van de gevallen aangetroffen.

Naast het vaststellen van de aanwezigheid en concentratie van deze stoffen bleek het ook mogelijk iets te zeggen over de aanwezigheid van emissiebronnen. Door gebruik te maken van Kriging technieken is het mogelijk gegevens te interpoleren en zodoende depositiegegevens ruimtelijk weer te geven in de vorm van contourkaarten. Deze kaarten laten duidelijk zien dat er in het algemeen sprake is van min of meer uniforme, soms hoge concentraties op alle locaties, wat wijst op diffuse emissiebronnen, en een aantal lokale emissiebronnen, puntemissies, met name voor de stoffen bisfenol-A, nonylfenoethoxylaat, ftalaten (DEHP en DINP) en AHTN, een polycyclische musk.



---

## Appendix III

### Afkortingen

| Afkorting | Volledige naam                                   |
|-----------|--|
| POP's     | Persistent organic pollutants                    |
| PVC       | Polyvinylchloride                                |
| DEHP      | di-(2-ethylhexyl) phthalate                      |
| DINP      | di-iso-nonyl phthalate                           |
| DIDP      | di-iso-decyl phthalate                           |
| AP's      | Alkyfenolen                                      |
| APE's     | Alkyfenol ethoxylaten                            |
| OSPAR     | Oslo Paris Convention                            |
| LOES      | Landelijk Onderzoek Oestrogene Stoffen           |
| EU        | Europese Unie                                    |
| OPEO      | Octylfenol ethoxylaten                           |
| NPEO      | Nonylfenol ethoxylaten                           |
| DMP       | Dimethyl phthalate                               |
| DEP       | Diethyl phthalate                                |
| DIBP      | di-iso-butyl phthalate                           |
| DBP       | di-n-butyl phthalate                             |
| BBP       | Butylbenzyl phthalate                            |
| DCHP      | Dicyclohexyl phthalate                           |
| DPP       | Diphenyl phthalate                               |
| DOP       | di-n-octyl phthalate                             |
| DPMI      | Cashmeron  |
| ADBI      | Celestolide                                      |
| HHCB      | Galaxolide                                       |
| AHMI      | Phantolide                                       |
| AHTN      | Tonalide   |
| ATTI      | Traseolide                                       |
| MA        | Musk ambrette                                    |
| MK        | musk ketone                                      |
| MM        | musk moskene                                     |
| MT        | Musk tibetene                                    |
| MX        | musk xylene                                      |
| BDE-17    | 2,2',4,-tribromo deiphenylether                  |
| BDE-28    | 2,2,4'- tribromo deiphenylether                  |
| BDE-47    | 2,2',4,4'-tertrabromo deiphenylether             |
| BDE-49    | 2,2',4,5'- tetrabromo deiphenylether             |
| BDE-85    | 2,2',3,4,4'- pentabromo deiphenylether           |
| BDE-99    | 2,2',4,4',5-pentabromo deiphenylether            |
| BDE-100   | 2,2',4,4',6-pentabromo deiphenylether            |
| BDE-153   | 2,2',4,4',5,5'-hexabromo deiphenylether          |
| BDE-154   | 2,2',4,4',5,6'-hexabromo diphenylether           |
| BDE-183   | 2,2',3,4,4',5',6-heptabromo diphenylether        |
| BDE-octa  | octa diphenylether                               |
| BDE-nona  | Nonabromo diphenylether                          |
| BDE-209   | Decabromo diphenylether                          |
| HBCD      | Hexabromo cyclodecane                            |
| TBBA      | Tetrabromobisphenol A                            |
| WWF       | World Wildlife Fund (Wereld Natuur Fonds)        |
| VROM      | Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu |
| SOMS      | Strategisch Omgaan Met Stoffen                   |