

# Brand in de Noordzee!

*Het vetweefsel van dolfijnen en bruinvissen uit de Europese zeeën bevat broomhoudende verbindingen, afkomstig van vlamvertragers uit onder meer elektronica en textiel. Relatief hoge gehalten zijn aangetroffen in zeezoogdieren uit de Ierse Zee. Van broomverbindingen is bekend dat ze in hoge concentraties de hormoonhuishouding kunnen verstoren. Milieuorganisaties hopen dat nieuwe Europese regelgeving, die halverwege dit jaar van kracht gaat, de industrie verder zal pushen om alternatieven te zoeken.*

Noordzeewater bevat steeds meer gebromeerde vlamvertragers, zo bleek in het voorjaar van 2005 uit onderzoek van Rijkswaterstaat. Vlamvertragers worden door de overheid als de probleemstoffen van de toekomst beschouwd. Naarmate het zeewater meer broomverbindingen bevat, neemt ook de concentratie in het vetweefsel van zeezoogdieren toe. Bruinvissen en dolfijnen staan aan de top van de voedselpiramide en krijgen daarom meer chemische stoffen binnen dan vissen en andere zeeorganismen. Uit nieuw onderzoek, uitgevoerd door het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) in opdracht van de Stichting Noordzee en de Waddenvereniging, blijkt dat ook zeehonden, platvis en eieren van visdiefjes broomverbindingen bevatten. Probleem van veel gebromeerde verbindingen is dat zij slecht afbreekbaar (persistent) zijn, zich ophopen in het milieu en dieren (bio-accumulatie) en in

*Het Waddengebied is kwetsbaar voor verontreinigingen die via de rivieren in de Noordzee terecht komen en vervolgens via de 'kustrivier' (de waterstroom langs de kust naar het noorden) naar de Waddenzee worden getransporteerd.*

hoge concentraties de hormoonhuishouding kunnen verstoren.

'De concentraties in vetweefsel van zeezoogdieren zijn in vergelijking met de "ouderwetse" organochloorverbindingen, zoals de polychloorbiphenylen en DDE, een metabooliet van het insecticide DDT, een factor tien tot honderd lager,' nuanceert dr. Jan Boon van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). 'Vanuit toxicologisch oogpunt zijn deze oude verbindingen nog steeds belangrijker, ondanks het strenge beleid dat hiervoor internationaal wordt gehanteerd.'

Als gevolg van dit strenge beleid zijn de concentraties van organochloorverbindingen sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw gedaald. Polychloorbiphenylen (PCB's),

# van vlamvertragers in het milieu

die chemisch een sterke gelijkenis vertonen met de verboden vlamvertrager PBB, komen nog steeds vrij uit Noordzeeslib. 'PCB's komen vrij naarmate het Noordzeewater zelf minder PCB-verbindingen bevat,' licht Boon toe. 'Het gehalte aan PCB's in dolfijnachtigen in de zuidelijke Noordzee ligt op dit moment nog boven de als veilig beschouwde ondergrens van vijftien microgram per gram vetweefsel.'

## Rivieren

De vlamvertragers zijn niet alleen een doorn in het oog van milieuoorganisaties en overheden. Vlamvertragers jagen havenbedrijven en waterzuiveringsbedrijven op kosten. Voor havenbedrijven is het duurder om zwaarder verontreinigd slib te verwerken of te storten en waterzuiveringsbedrijven zijn niet of alleen tegen hoge kosten in staat sommige ongewenste verbindingen uit het afvalwater te verwijderen.

Vlamvertragers worden vooral gebruikt in textiel, tapijt, isolatieschuim in de bouw en elektronica, zoals in printplaten en behuizing van computers en televisies. Ze zijn globaal in te delen in twee groepen: verbindingen met en verbindingen zonder broom. Vlamvertragers komen in het milieu terecht via rivieren waarop de industrie afvalwater loost en in mindere mate via huishoudelijk afvalwater, wanneer ze de rioolwaterzuivering onverwerkt passeren. De broomhoudende vlamvertragers zijn veruit het populairst. Een stukje chemie is hier even onmisbaar. Er zijn vier groepen broomhoudende vlamvertragers (oftewel brandvertragers) te onderscheiden: TBBP-A (tetrabroombisfenyl-A), PBDE's (polybroom diphenylethers, ook wel PBDO's genoemd), HBCD (hexabroomcyclododecaan) en de in Europa verboden en vrijwel niet toegepaste PBB's (polybroombifenylen).

## Ierse Zee

De concentratie waarin broomverbindingen in dieren worden aangetroffen varieert. Boon: 'Zeezoogdieren uit de Ierse Zee hebben hoge concentraties HBCD in hun vetweefsel. In het zuidelijk deel van de Noordzee zijn vooral de "ouderwetse" organochloorverbindingen, zoals PCB's, problematisch en in de Westerschelde worden vooral de vlamvertragers Deca-BDE en TBBP-A aangetroffen.' Boon en zijn collega's analyseerden het vetweefsel van de bruinvis en de gewone dolfijn in verschillende Europese zeeën.

'TBBP-A is qua volume de meest toegepaste vlamvertrager, maar de bio-accumulatie is niet zo hoog,' zegt

**Eén van de meest populaire broomhoudende vlamvertragers van dit moment is 'Decamix'. Het komt nauwelijks in zeedieren voor. Onderzoekers treffen het echter wel in vogels aan.**

Boon, die momenteel in het Europese onderzoeksproject FIRE de effecten van vlamvertragers op dieren onderzoekt. 'Van de PBDE's levert de 'Pentamix' het grootste risico op voor het milieu. Daarom heeft de Europese Unie de productie ervan onlangs verboden. Pentamix wordt in de Noordzee aangetroffen in slib en in vrijwel alle organismen.'

De veruit meest populaire PBDE van dit moment is 'Decamix', waarvan op jaarbasis ongeveer vijfenvijftigduizend ton wordt geproduceerd. Boon: 'We komen het in het mariene systeem vooral in de bodem tegen, nauwelijks in zeedieren. Overigens treffen onderzoekers het wel in vogels aan. Het is echter niet erg giftig.' Door de aanwezigheid van de textielindustrie in Antwerpen bevat slib uit de Westerschelde zeer hoge concentraties Deca-BDE. De



inmiddels eveneens verboden 'Octamix', ook een PBDE, wordt nauwelijks teruggevonden in het milieu.

HBCD's worden vooral in isolatieschuim in de bouw en meubelkleding toegepast. 'Hiervan vinden we vooral de alfa-variant terug in zeedieren,' zegt Boon. 'Alfa-HBCD ontregelt bij hoge concentraties het schildklierhormoon en het zenuwstelsel. Dat we vooral de alfa-isomeer vinden, terwijl dit slechts voor een klein deel in de industriële mix aanwezig is, komt omdat de twee andere (bèta- en gamma-)isomeren in de lever worden omgezet door het enzym Cytochroom P450. Kort geleden hebben we ontdekt dat ook vissen de bèta- en gamma-isomeren

**['Alfa-HBCD ontregelt bij hoge concentraties het schildklierhormoon en het zenuwstelsel']**

afbreken. Ook het voedselaanbod voor predatoren als dolfijnachtigen raakt zodoende verrijkt met het alfa-isomeer. Dat zou de tweede verklaring zijn waarom we zoveel alfa-isomeren in zeezoogdieren terugvinden.'

## Ademhaling

Volgens Boon zijn longademende dieren, zoals zeezoogdieren en vogels, kwetsbaarder dan dieren die via kieuwen ademen. Boon: 'Kieuwademende dieren, zoals zeesterren, zeeschelpdieren en vissen zijn beter in staat giftige stoffen onveranderd weer uit te scheiden omdat hun vet en bloed als het ware in evenwicht is met het omringende zeewater. Bij zeehonden en walvisachtigen ontbreekt dit uitscheidingsmechanisme.'

Dat de populaire Decamix niet schadelijk zou zijn omdat het grotendeels aan het slib is gebonden, stelt Jeroen Dagevos van de Stichting Noordzee niet gerust. Hij is van mening dat er aan de afbraakproducten van Deca-BDE wel degelijk risico's verbonden zijn. 'Deca hoopt zich nauwelijks op in zeeorganismen doordat het molecuul slecht oplosbaar en zeer groot is. Maar in een vis of een mens of via bacteriële afbraak in het maagdarmkanaal vervalt Deca-BDE tot kleinere BDE-moleculen en in de lever tot geoxideerde verbindingen die iets beter oplosbaar maar misschien ook schadelijker kunnen zijn.'

Als specialist Bodem- en Waterkwaliteit volgt Dagevos de ontwikkelingen van broomhoudende vlamvertragers en andere organohalogenen op de voet. 'Als in het verleden een variant van PBDE werd verboden, reageerde de industrie meestal met het versleutelen van die verboden chemische verbinding door er bijvoorbeeld een extra broomatoom aan te koppelen. Zo vinden we inmiddels een

**Longademende dieren zoals zeezoogdieren en vogels zijn kwetsbaarder voor giftige stoffen dan zeedieren die via kieuwen ademen.**

[foto: Jan Hopman/  
Foto Natura]

hele reeks van PBDE's terug in slib en zeewater.'

Eveneens riskant vindt Dagevos de perfluorverbindingen, ook organohalogenen, die in brandschuim worden gebruikt. In het recente onderzoek in opdracht van de Stichting Noordzee en de Waddenvereniging blijkt dat behalve broom- ook fluorverbindingen in de eieren van het visdiefje en zeehonden worden aangetroffen. Dagevos: 'Broom vinden we vooral in het vetweefsel terwijl fluorverbindingen zich vooral ophopen in lever, bloed en spieren. Wat ze met elkaar gemeen hebben is dat ze de werking van bepaalde enzymen die betrokken zijn bij de hormoonhuishouding kunnen verstoren.'

## Stap vooruit

Dagevos heeft goede hoop dat de nieuwe plannen van de Europese Unie, vastgelegd in REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restrictions on Chemicals), goed kunnen uitpakken voor het Noordzeemilieu. REACH gaat halverwege 2006 van kracht en verplicht producenten van chemische stoffen nieuwe verbindingen eerst uitgebreid te onderzoeken op gezondheidseffecten alvorens ze op de markt te brengen. Dagevos: 'De uitgangspunten van REACH zijn in ieder geval een stap vooruit. Het is nu nog zo dat de industrie een nieuwe stof op de markt mag brengen voordat deze uitgebreid getest is op toxische eigenschappen. In de nieuwe wet moet het testen vooraf gaan aan de productie. De kans bestaat echter dat stoffen, waarvan minder dan tienduizend ton op jaarbasis wordt geproduceerd, de dans ontspringen. Het zou gaan om twintigduizend van de dertigduizend stoffen die al op de markt zijn, waaronder ook organohalogenen. Wij vinden dat een slechte zaak.'

Vooruitlopend op de nieuwe Europese wetgeving probeert de milieuorganisatie Greenpeace bedrijven ertoe te brengen alternatieve stoffen voor broomhoudende vlamvertragers te ontwikkelen. Verschillende textiel- en elektronicaconcerns hebben toegezegd hun best te doen om tot een duurzamere productie over te gaan. Zo hebben onder meer Samsung, Sony, Siemens, Apple en Nokia toegezegd

**De Waddenzee kent een enorme rijkdom aan weekdieren, zoals zeeslakken. Het in de beroepsvaart populaire aangroeiwerende middel tributyltin (TBT) leidde tot een sterke afname van de purperslak en de wulk in de Nederlandse kustwateren als gevolg van geslachtsverandering. In de Waddenzee komt de wulk niet meer voor.**



broomhoudende vlamvertragers in hun elektronische producten uit te faseren of op zoek te gaan naar vervangende stoffen. Ook het kledingbedrijf H&M heeft beterschap beloofd. Maar alternatieven zijn niet één-twee-drie gevonden en sommige bedrijven twifelen of het überhaupt wel mogelijk is. Bovendien moet apparatuur of kleding wel aan hoge veiligheidseisen blijven voldoen.

Het Wereld Natuur Fonds publiceerde in 2005 onderzoek waarin werd aangetoond dat tegenwoordig ook bloed van kinderen broomverbindingen afkomstig van vlamvertragers bevat, maar van acuut toxische effecten zou geen sprake zijn. Het zijn vooral dieren die de kans lopen de dupe te worden van de negatieve effecten van vlamvertragers in het milieu. 'Daadwerkelijke effecten op het voortplantingsvermogen van zeezoogdierenpopulaties zijn tot nu toe niet aangetoond,' zegt Boon. 'Bekend is dat deze stoffen de vruchtbaarheid kunnen aantasten, maar we hebben nog geen aanwijzingen dat het bij de huidige concentratie-

**[Het zijn vooral dieren die de kans lopen de dupe te worden van de negatieve effecten van vlamvertragers in het milieu]**

leid gaat. 'Wij zijn een land van delta's. De rivieren Rijn, Maas, Schelde en Eems monden uit in de Nederlandse kustwateren. Alle stoffen die via de rivieren worden afgevoerd komen uiteindelijk in onze kuststreek terecht. We hebben geen belangrijke chemische industrie, in tegenstelling tot bijvoorbeeld Duitsland. Dan zou je van de Nederlandse politici toch een hoger ambitieniveau verwachten.'

Weinig ambitie toont Nederland ook als het de ratificatie van het verdrag over tributyltin (TBT) aangaat, vindt Dagevos. TBT wordt gebruikt in aangroeiwerende verf op schepen om de aangroei van organismen zoals zeepokken tegen te gaan. Ook in lage concentraties heeft TBT negatieve effecten op de voortplanting van diverse zeedieren. Hierdoor zijn de purperslak en de wulk, ook een slak, inmiddels zeldzaam in onze kustwateren, of komen er helemaal niet meer voor.

'Milieuvriendelijkere alternatieven voor TBT zijn al beschikbaar, zoals koperhoudende verven en zelfs verven met nauwelijks giftige toevoegingen voor schepen die continue onderweg zijn en snel varen,' zegt Boon. Innovatieve bedrijven zijn zelfs op zoek naar natuurlijke gifstoffen uit sponzen en algen die als antifoulingmiddel tegen de aangroei van zeepokken ingezet kunnen worden. Sponsgiffen zouden niet alleen in de scheepvaart een goed alternatief zijn. Ook viskwekerijen in zee behandelen hun netten met anti-aangroeimiddelen.

In de recreatievaart is TBT al jaren verboden. Om het 'Antifouling-verdrag', dat voor de beroepsvaart is opgesteld door de Internationale Maritieme Organisatie (IMO), in werking te laten treden, moeten voldoende landen, waaronder ook Nederland, het verdrag nog ondertekenen. Dagevos: 'Nederland geeft geen prioriteit aan strengere wetgeving voor TBT als het om de beroepsvaart gaat. Het kost blijkbaar teveel tijd en moeite.'

niveaus met de zeezoogdieren in de Noordzee en Ierse Zee slecht is gesteld. We onderzoeken de effecten nu in een laboratoriumsituatie bij ratten in het grote onderzoeksproject FIRE van de Europese Unie.'

Probleem is dat hormoonverstorende stoffen niet op alle diergroepen dezelfde uitwerking hebben. Sommige diersoorten zijn veel ongevoeliger en dat bemoeilijkt het onderzoek. In FIRE doet het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) experimenten met vissen en ratten, maar het effect op vogels en ongewervelden zoals schelpdieren kan anders uitpakken.

**Het vetweefsel van dolfijnen en bruinvissen uit de Ierse zee bevat de meeste broomhoudende vlamvertragers.**

[foto: Tony Bomford/  
Foto Natura]

## Land van delta's

Dagevos is verbaasd dat de Nederlandse overheid geen fanatiekere positie inneemt als het om het stoffenbe-

