

Bronnen, paden en lotgevallen van probleemstoffen in de Waddenzee

'Factsheets'

Titel Bronnen, paden en lotgevallen van probleemstoffen
in de Waddenzee. 'Factsheets'

Correspondentie adres Rijksinstituut voor Kust en Zee/ RIKZ
Postbus 207
9750 AE Haren

Contactpersoon K.van de Ven: C.L.M.vdVen@rikz.rws.minvenw.nl

Inleiding

Kader en algemene doelstelling

De Rijkswaterstaatsdirecties Noord-Nederland en Noord-Holland hebben het beheer van de waterkwaliteit van de Waddenzee in handen. Voor een duurzame ontwikkeling en uitvoering van het **waterkwaliteitsbeheer van de Waddenzee** is onder meer kennis van de aanvoer en de verspreiding van stoffen en de effecten van stoffen op organismen noodzakelijk.

Het project 'Lakmoes'¹ bevat een aantal producten die de **chemische kwaliteit** van de Waddenzee in beeld brengen. Deze factsheets en/of factsheetmap behoren tot deze producten. Naast deze papieren factsheets zijn er tevens websheets ontwikkeld. De websheet is een verkorte populaire vorm van de factsheet voor een brede doelgroep. Deze websheets zijn beschikbaar via de internetsite www.waddenzee.nl/waterkwaliteit.

De waterkwaliteit wordt onder andere bepaald door het toetsen van stoffen aan de normen. Uit de toetsing vloeien probleemstoffen voort. Een probleemstof is binnen Rijkswaterstaat gedefinieerd als:

- a. een stof die de streefwaarde (VR, verwaarloosbaar risico) of achtergrondwaarde of indicatieve MTR overschrijdt in water, sediment of zwevend stof.
- b. een stof die een zodanige trend volgt dat dit mogelijk op de korte termijn tot overschrijding van de norm zal lijden.

Een factsheet geeft informatie over een **probleemstof** of groep van **probleemstoffen** in het Waddenzeegebied. Voor de beheersdirecties geeft de gebundelde kennis informatie over de invloed van diverse bronnen en aanvoerroutes. Hiermee komt ook zicht op mogelijk te nemen maatregelen op regionaal niveau ten aanzien van een bepaalde stof. Tevens geeft de ontwikkeling van de factsheets een beter inzicht in witte vlekken in de kennis over die stof

De factsheets zijn het resultaat van het inventariseren, samenvatten en leesbaar maken van de beschikbare informatie en kennis over een probleemstof. De relevante informatie is opgebouwd op een manier waarbij **overzicht en mogelijkheid tot actualisering** centraal staan. De factsheets zijn opgebouwd uit de hoofdstukken introductie, beleid, bronnen (aanvoerroutes), paden (routes en processen), lotgevallen (afbraak en ophoping) en terugdringen van emissies.

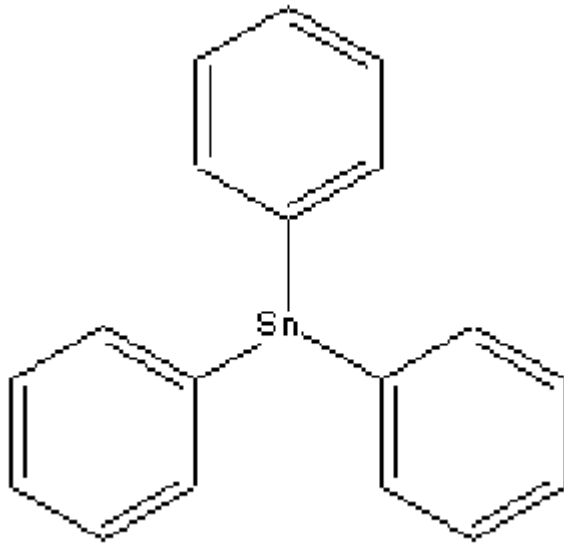
De beschikbare factsheets (december 2005) zijn:

- TBT (2^e versie, december 2005)
- TFT (2^e versie, december 2005)
- Irgarol (1^e versie, december 2002)
- Antraceen (1^e versie, december 2002)
- Benzo[a]pyreen (1^e versie, december 2002).

Informatie over deze en andere stoffen is tevens in factsheet-format, voor heel Nederland, terug te vinden op www.factsheetstoffen.nl.

¹ In Lakmoes wordt de Waddenzee beschouwd als lakmoespapiertje voor de chemische kwaliteit van het Nederlandse mariene en estuariene milieu.

Trifenyyltin



Auteur
Bijgewerkt door
Datum laatste bijwerking

Melissa van Hoorn
Femkje Sierdsma
december 2005

1 Introductie

De organotinverbinding TFT (trifenylytin, synoniemen: triphenylytin (TPT), fentin of phentin) werd voornamelijk gebruikt in de aardappelteelt als biocide tegen de schimmel *Phytophthora infestans*. De stof is in het mariene milieu onder meer toxisch voor vis [22]. TFT is een probleemstof in het Waddenzeegebied omdat het normoverschrijdend is [21].

Geschiedenis en toepassing

TFT is van antropogene oorsprong. Het wordt industrieel geproduceerd met behulp van de uitgangsstoffen fenylchloride, metallisch magnesium en tintetrachloride. Het product van een aantal opeenvolgende reacties met deze stoffen is tetrafenylytin (TeFT) waaruit tot slot verschillende vormen van TFT worden verkregen [22].

Huidig gebruik

Tot 1998 was de belangrijkste toepassing gelegen in de aardappelteelt en rijst ter bestrijding van de schimmelziekte die veroorzaakt wordt door *Phytophthora infestans* [5 & 26]. De toepassing van TFT in de landbouw is sinds 1 juli 2003 in Europa verboden. Het gebruik wordt sinds 2001 ingeperkt [26].

Eigenschappen

TFT bestaat uit het metaalelement tin, gebonden aan drie fenylgroepen. De stof is lipofiel en matig tot slecht oplosbaar in water. De toxiciteit van TFT is vergelijkbaar met die van tributyltin (TBT). TFT verbindingen zijn acuut toxisch voor vissen en bacteriën en zeer toxisch voor algen en plankton. In het zoute milieu zijn opgetreden effecten groter dan in het zoete milieu [22]. Uit Japans onderzoek is gebleken dat ook TFT verantwoordelijk kan zijn voor imposex (zie factsheet TBT) [1].

Omzettingsproducten

De metaboliëten van TFT zijn DFT (difenylytin), MFT (monofenylytin) en Sn (anorganisch tin), respectievelijk afnemend in toxiciteit [22].

2 Beleid

De verbindingen TFTAc (trifenylytinacetaat), TFTCl (trifenylytinchloride) en TFTOH (trifenylytinhydroxide) staan in het IMP (Indicatief Meerjaren Project water) van 1986 op de zwarte lijst van stoffen [17]. In de Derde Nota Waterhuishouding (NW3) is een norm voor trifenylytin verbindingen voor het zoete water bepaald [16]. In de Vierde Nota Waterhuishouding (NW4) is de MTR voor TFT bepaald en gespecificeerd naar het zoute water (zie tabel 2.1). In tabel 2.1 worden deze MTR waarden weergegeven.

Tabel 2.1: MTR waarden voor TFT gespecificeerd naar het zoute water [15].

	Sediment ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	Zwevend stof ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	Oppervlaktewater (ng L^{-1})
MTR	1	1	0,9

Scheepvaart

TFTF (trifenylytinfluoride) mocht in de scheepvaart uitsluitend gebruikt worden als aangroeiwerend stof tot 1 januari 2003 [26, 27, 28]. Voor overig beleid ten aanzien van organotinverbindingen in aangroeiwerende verf wordt verwezen naar de factsheet voor TBT.

Landbouw

Er is in Nederland vanaf 1 januari 2003 een totaalverbod op gebruik van TFT in de landbouw. Het beleid is gericht op bestrijdingsmiddelen waarin TFT-verbindingen (TFTAc, TFTOH, TFTCl en/of TFTF) gebruikt worden. De stof TFT wordt niet als zodanig beleidsmatig benaderd [26].

TFTAc (in de landbouwbestrijdingsmiddelen werd deze binding het meest toegepast als actieve component) was toegelaten in 5 bestrijdingsmiddelen tegen *Phytophthora*. Voor de overige toepassingsgebieden en bestrijdingsmiddelen, waarin TFTAc werd toegepast, was al sinds 1998 een verbod van kracht. De overbruggingsperiode waarin het gebruiksverbod van toepassing is, maar het verbod op het opmaken, produceren, verkopen en ruilen nog niet geldig is, liep tot 1 juni 2003.

De toelating van TFTOH, dat ook werd gebruikt in een bestrijdingsmiddel (SOLIDE) tegen *Phytophthora*, is in augustus 2001 beëindigd [26].

Sinds 1997 is er geen toelating op bestrijdingsmiddelen waarin TFTCl wordt toegepast als werkzaam bestanddeel.

In de Europese Unie is er een beschikking van kracht geworden waarmee de toelatingen van gewasbeschermingsmiddelen met TFT ingetrokken zijn met ingang van 1 januari 2003 [33].

Toekomstig beleid Kaderrichtlijn Water

Door het Europese verbod op TFT-verbindingen als gewasbeschermingsmiddel, wordt geen probleem verwacht ten aanzien van de geldende waterkwaliteitsnormen en zijn deze verbindingen niet opgenomen in de lijst van prioritaire stoffen van de KRW. Wel zijn TFTCl en TFTOH opgenomen in de indicatieve lijst van de belangrijkste verontreinigende stoffen. Voor deze stoffen geldt dat, indien ze voor een lidstaat of stroomgebiedsautoriteit van belang (kunnen) zijn, lidstaten zelf normen dienen af te leiden [37].

3 Bron

Veruit de grootste bron van verontreiniging van TFT in het milieu was afkomstig vanuit de land- en tuinbouw. Voor kust en zee was ook de scheepvaart een kleine bron van TFT [22].

In 2001 is er aanvullend onderzoek gedaan naar het voorkomen van fenyltinverbindingen in het Waddengebied. Hierbij blijkt dat gebruik van fenyltinverbindingen in de aardappelteelt een bron is van TFT en dat er een route is van afwatering via zoetwater(spuien) op het Waddengebied [35]. In Oost-Groningen worden consumptieaardappelen geteeld. Pootaardappelen worden in grote dichtheden op bepaalde plekken in Friesland, Noord-Holland en Groningen verbouwd [22].

Land- en tuinbouw

Via afspoeling en verwaaiing door toepassing van bestrijdingsmiddelen kan TFT in het oppervlaktewater terechtkomen. In de aardappelteelt (consumptie- en pootaardappelen) vond de toepassing van TFT uitsluitend plaats in combinatie met het bestrijdingsmiddel Maneb. TFTAc werd daarnaast toegepast ter bestrijding van bladvlekkenziekte en vuur bij knolselderij en gladiool. TFTOH werd naast de aardappelteelt gebruikt ter bestrijding van vruchtboomkanker bij appel en peer [22 & 29].

Scheepvaartactiviteiten

Aangroeiwerende verf met als actieve stoffen organotinverbindingen had een aandeel van ongeveer acht procent TFT. TFT kan via dezelfde routes het mariene milieu bereiken als TBT, namelijk via uitloging van varende of verankerde schepen en via activiteiten van werven [22] (meer informatie over uitloging door scheepvaart is te vinden in de factsheet TBT). De hoeveelheid TFT die nu nog in het mariene milieu komt door scheepvaart, is verwaarloosbaar.

4 Pad

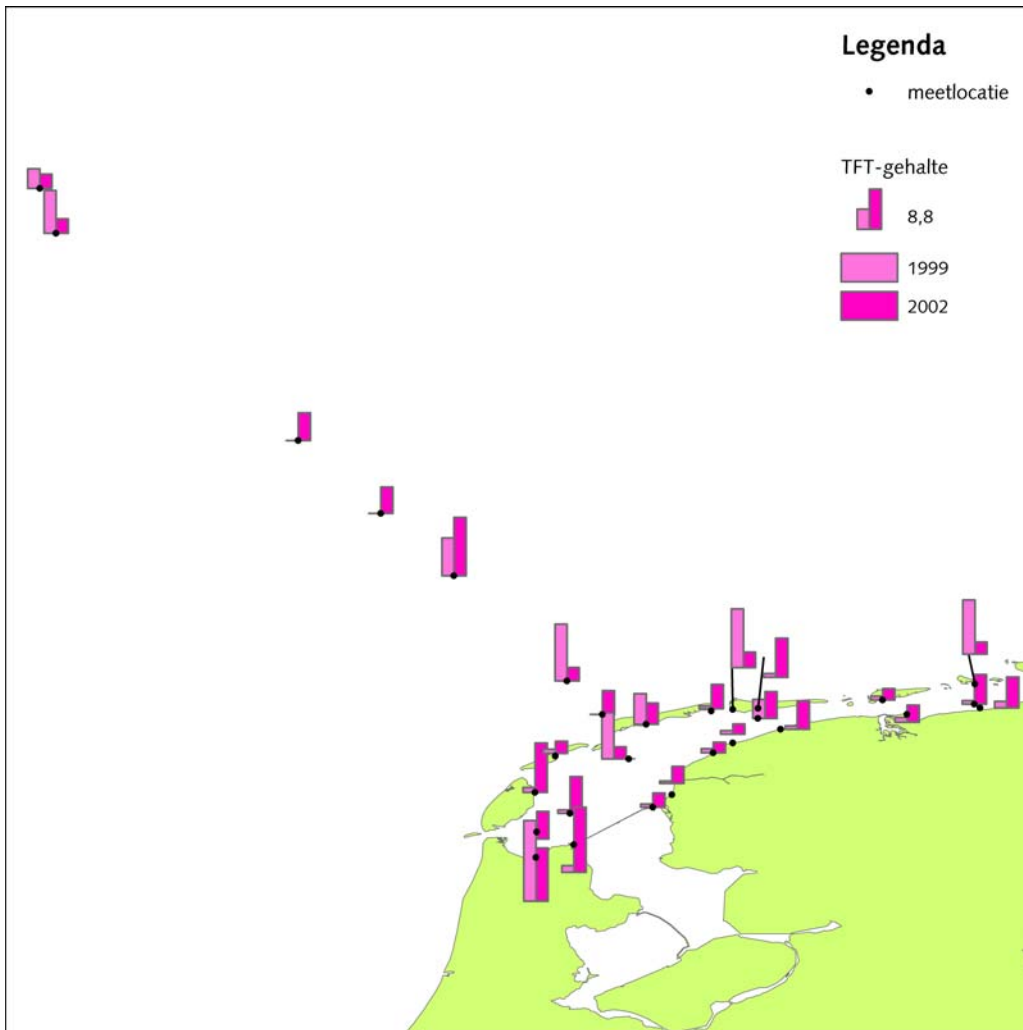
Van zoetwaterspui en scheepshuid naar mariene systeem

Via spuiwater kan TFT het mariene systeem bereiken [22 & 35]. Daarnaast kan TFT vrijkomen uit scheepsverf via het constant uitlogen van biociden waaronder TFT uit het co-polymeer netwerk [1, 4 & 22].

TFT in de vaste fase: eigenschappen

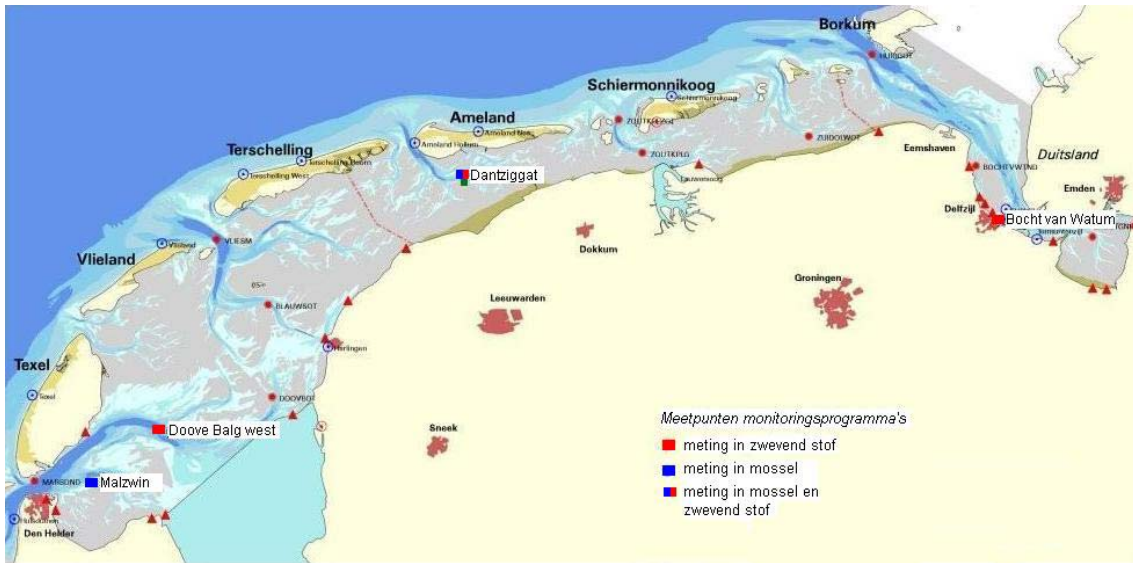
Door de matige tot slechte oplosbaarheid van TFT heeft het een aanzienlijke affiniteit voor vaste deeltjes ('sorptie'); de hoogste concentraties zijn aanwezig in sediment en zwevend stof. De verdelingscoëfficiënt K_p , (zie tabel 4.1) is onder andere afhankelijk van het gehalte organische stof en de aanwezigheid van kleimineralen in sediment [1 & 6]. Karakteristieken van sediment hebben weinig invloed op TFT speciaties. TFTOH en TFTAc worden voornamelijk omgezet in kationen, maar TFTCl en TFTF blijven in de neutrale vorm [22].

In figuur 4.1 staan de gemiddelde TFT-gehalten in sediment weergegeven per compartiment in de Waddenzee en locaties in de Noordzee in 1999 en 2002.



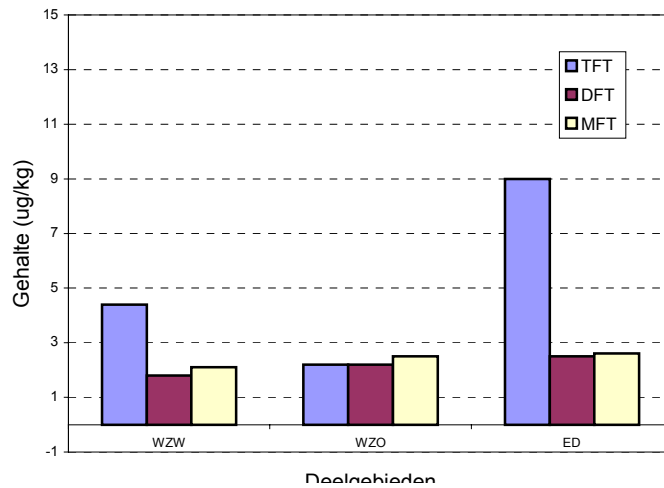
Figuur 4.1: Gemiddelde gehalten van TFT in sediment per compartiment in de Waddenzee en in delen van de Noordzee in 1999 en 2002.

In onderstaande kaart staan de meetpunten weergegeven waar gehalten TFT in zwevende stof en in mossels zijn bepaald. Het betreft hier vier locaties in de Waddenzee en het Eems-Dollardgebied: Malzwin, Doove Balg west, Dantziggat (Waddenzee) en Bocht van Watum (Eems-Dollard).



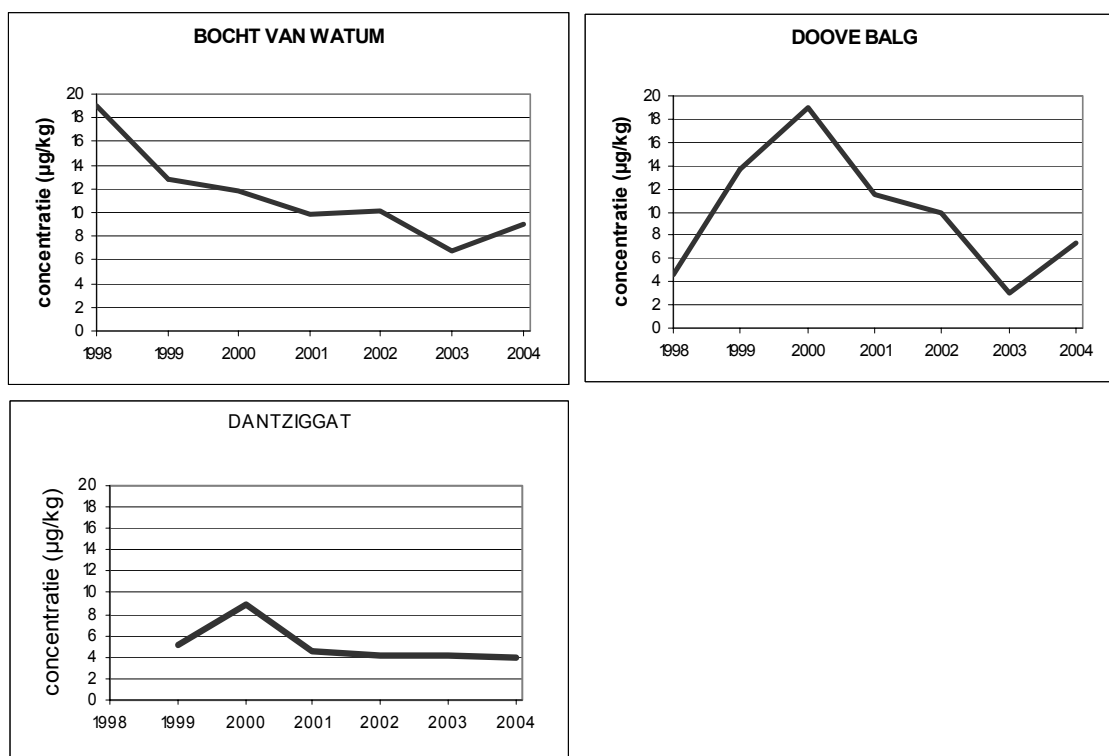
Figuur 4.2: Meetlocaties voor bepaling TFT-gehalten in zwevend stof en in mossels in het Waddenzeegebied en het Eems-Dollardgebied.

In 2004 zijn de gehalten aan TFT nog alleen in het Eems-Dollardgebied aanmerkelijk groter dan die van DFT en MFT (figuur 4.3).



Figuur 4.3: Median -gehalten fenyltin aan zwevend stof in 2004

In figuur 4.4 zijn de trends weergegeven van gehalten TFT in zwevend stof van 1999 tot 2004 op verschillende locaties in de Waddenzee en het Eems-Dollardgebied.



Figuur 4.4: Concentraties van TFT (medianen) aan zwevende stof (van 1998 tot en met 2004), gestandaardiseerd met de sedimentformule, op verschillende locaties in de Waddenzee en het Eems-Dollardgebied.

Alleen in het Eems-Dollard gebied (Bocht van Watum) is een duidelijke dalende trend waar te nemen. Dit is niet het geval voor de overige locaties in de Waddenzee door lage concentraties in het jaar 1998 en/of 1999.

TFT in de waterfase: eigenschappen

De binding tussen het tinatoom en het anion is semi-polair. Hierdoor kan in waterige oplossing uitwisseling optreden tussen het oorspronkelijke anion met aanwezige anionen in het water². Omdat in het mariene milieu variatie optreedt in gebonden en ongebonden vormen, staan in tabel 4.1 de fysisch chemische eigenschappen van TFT [2].

Tabel 4.1: Fysisch-chemische eigenschappen van TFT. Door gebrek aan gegevens is gebruik gemaakt van de niet gestandaardiseerde gegevens³.

Eigenschap	S (Oplosbaarheid)	Log K_{ow} (Octanol-water verdelingscoëfficiënt)	Log K_p zw. st/water (zwevend stof water verdelingscoëfficiënt)	Log K_p sed/water (sediment water verdelingscoëfficiënt)
Factor(en) van invloed	pH, saliniteit [22]	pH, saliniteit [5, 6]		saliniteit [6]
Waarde	<1 mg L ⁻¹ bij pH is onbekend in zoutwater [22] 1,6 mg L ⁻¹ bij pH en saliniteit onbekend [5]	3,5 bij pH ≈ 6 en saliniteit ≈ 0 ‰ tot 3,7 bij pH ≈ 7,5 en saliniteit ≈ 18 ‰ [5]	5,3 tot 6 bij onbekendheid aan mogelijke factoren van invloed. [log uit 6]	van 2,1 tot 3,2 L kg ⁻¹ bij onbekende pH en saliniteit [5]

Er zijn slechts beperkt gegevens beschikbaar van concentraties fenyltinverbindingen in de waterfase in het Waddenzeegebied. Alleen in 2003 zijn metingen gedaan in de jachthaven van Vlieland en van Harlingen. Deze concentraties waren verwaarloosbaar klein (beneden de detectiegrens).

² In de Waddenzee is de pH ongeveer 8. Bij deze zuurgraad domineren neutrale vormen. Bovendien speelt saliniteit een aanzienlijke rol waardoor de binding TFTCl veel voorkomt [6].

³ De getalswaarden van de fysisch-chemische eigenschappen komen uit verschillende bronnen en zijn zodoende onder verschillende omstandigheden en met verschillende analyse methoden bepaald. De data moeten daarom met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

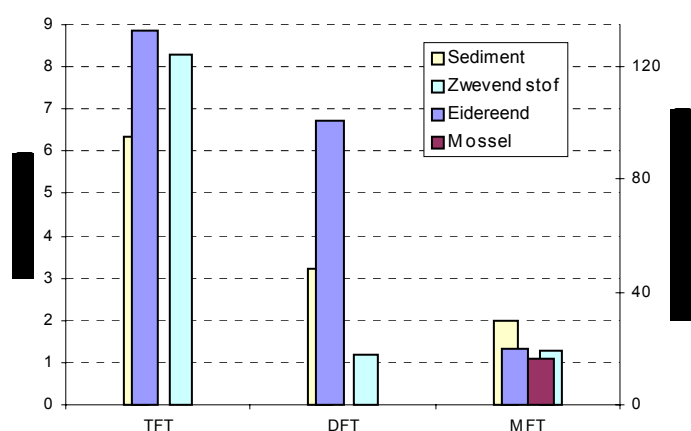
5 Lot

Opname en ophoping

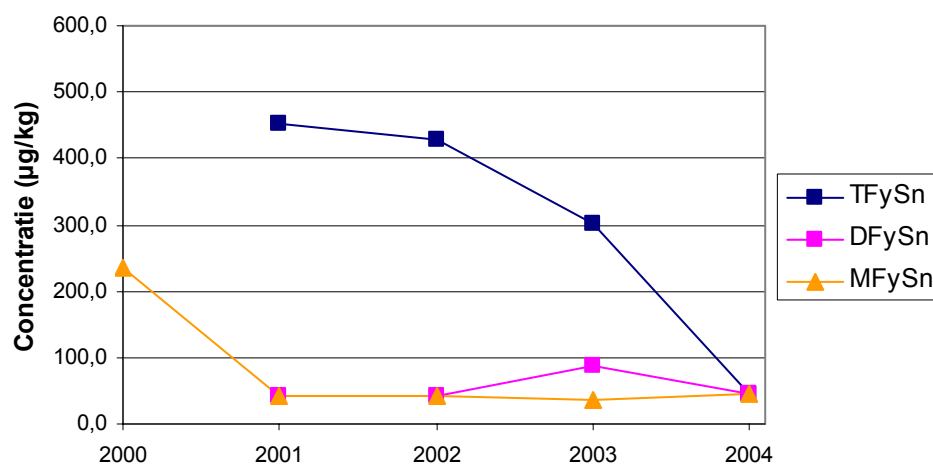
Organismen nemen TFT meestal in de ongeladen vormen op door middel van lipofiele mechanismen [6]. Na opname is het kation verantwoordelijk voor de toxicologische werking. De invloed van eventueel gekoppelde anionen is verwaarloosbaar. Organismen kunnen TFT opnemen uit water, sediment en voedsel. Analyses van organotinverbindingen in zeester en wulk uit de Noordzee wezen uit dat de organotinverbinding TFT de hoogste gehalten had [1 & 22]. Ophoping via de waterfase kan worden uitgedrukt in BCF (bioconcentratiefactor, tabel 5.1). Over het risico van doorvergiftiging in organismen die hoger in de voedselketen staan is weinig bekend.

De gehalten van TFT en haar metabolieten in een organisme zijn onder andere afhankelijk van de blootstellingconcentratie (concentraties in sediment, water en zwevend stof) en de mogelijkheid van een organisme om stoffen af te breken.

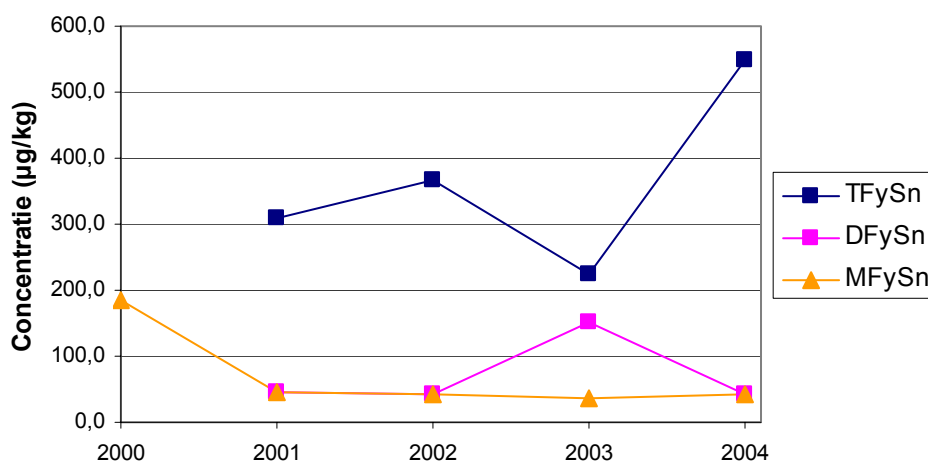
In 1999 zijn van de mossel in de Waddenzee alleen gehalten van MFT beschikbaar (gemiddeld $16 \mu\text{g kg}^{-1}$) (figuur 5.1). Over het algemeen geldt voor de gemeten concentraties in eidereenden dat de concentratie TFT het hoogst is, gevolgd door DFT. MFT is in 1999 in de laagste concentraties aanwezig [20].



Figuur 5.1: Gehalten fenyltin in organismen (in μg butyltin per kg levermonster op droge stof van eidereend, in μg butyltin per kg drooggewicht van de totale mossel), in sediment en zwevend stof in 1999.



Figuur 5.2a: Gehalten fenyltin in mossels (in μg butyltin per kg drooggewicht van de totale mossel, gestandaardiseerd op 100% vet) in de westelijke Waddenzee (locatie Malzwin) van 2000 tot en met 2004.



Figuur 5.2b: Gehalten fenyltin in mossels (in µg butyltin per kg drooggewicht van de totale mossel, gestandaardiseerd op 100% vet) in de oostelijke Waddenzee (locatie Dantziggat) van 2000 tot en met 2004.

Voor de locatie Malzwin is een dalende trend waar te nemen voor het gehalte TFT in mossels. Dit is niet het geval voor de locatie Dantziggat.

Toxische eigenschappen

Er is een stuk minder bekend over de toxische eigenschappen van TFT in vergelijking met die van TBT. Organismen die blootgesteld worden aan TFT-concentraties vertonen acuut toxische reacties. Over chronische toxiciteit van de stof heerst nog enige onbekendheid [22].

Tabel 5.1: Toxische eigenschappen van TFT, het gaat hier om verschillende organismen⁴.

Eigenschap	LC ₅₀ Letale dosis voor 50% van de test organismen	NOEC No Observed Effect Concentration	BCF Bioconcentratiefactor
Factor van invloed	pH [20]	pH [20]	
Waarde	0,4 mg L ⁻¹ in vis (<i>Alburnus alburnus</i>) [26]	20 mg L ⁻¹ [26] in mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	2100 tot 2900 [26] ⁵

Afbraak

Ophoping van TFT vindt plaats in sediment. Omzetting in sediment verloopt langzaam. Microbiële afbraak vindt plaats wanneer de stof door desorptie vrij is van de bodem. Van omzettingen in sediment zijn geen getallen bekend. Microbiële omzetting in zout water duurt meer dan 200 dagen, maar exacte getallen zijn niet bekend. TFT is boven een bepaalde concentratie toxisch voor micro-organismen, waardoor afbraak wordt verminderd.

Fotolytische afbraak speelt een rol tot een diepte van 1 meter in de waterkolom. In zoetwater is de halfwaardetijd tot 18 dagen en in zoutwater is de halfwaardetijd onbekend.

⁴ Ook deze getalswaarden komen uit verschillende bronnen en zijn zodoende onder verschillende omstandigheden en met verschillende analyse methoden bepaald. De data moeten daarom met enige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

⁵ Op basis van opnamesnelheid/eliminatiesnelheid [26].

6 Terugdringen emissies

Er geldt sinds 2003 een verbod op TFT (zie hoofdstuk 2 over beleid).

Als alternatief voor TFTAc als werkzame stof in bestrijdingsmiddelen tegen de schimmel *Phytophthora infestans*, is er grootschalig overgegaan op andere stoffen. Dit zijn de stoffen fluazinam, mancozeb, cymoxanil en metiram [26].

Voor alternatieven voor TFT als werkzame stof in aangroeiwerende scheepsverven, wordt verwezen naar de factsheet over TBT.

Literatuur

- 1 **Kortlandt, E & Stronkhorst, J., 1998.** *An issue of substance, TBT in marine antifouling paints.* National Institute for Coastal and Marine Management/ RIKZ brochure.
- 2 **Evers, E.H.G., van Meerendonk, J.H., Ritsema, R., Pijnenburg, J. & Lourens, J.M. 1995.** *Butyltinverbindingen. Een analyse van de problematiek in aquatisch milieu.* Rapport RIKZ-95.007.
- 3 **Chemfinder:** www.chemfinder.com
- 4 **Kisman, R.E. & van Opstal, M. (eds.), 2000.** *Chemische feitelijkheden.* Actuele encyclopedie over chemie in relatie tot gezondheid, milieu en veiligheid. Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging.
- 5 **Tas J.W., 1993.** *Fate and effects of triorganotins in the aqueous environment. Bioconcentration kinetics, lethal body burdens, sorption and physico-chemical properties.* Universiteit van Utrecht.
- 6 **Fent, K. , 1996.** *Critical reviews in Toxicology.*26(1): 1-117. CRC Press, Inc.
- 7 **Vroom, M.G., Thissen, M.H.M. & Hoff, P., 2000.** *Jaarboek Waddenzee 1999.* Rijkswaterstaat, Directie Noord Nederland.
- 8 **Ariese F., 1998.** *Organotin pollution levels in sediments from the Dutch Wadden Sea.* Institute for Environmental studies/ IVM.
- 9 **Swertz, O.C., 1999.** *Butyltingehalten in de zoute wateren in 1998.* Rapport RIKZ-99.021.
- 10 **Evers, H.G., Stolwijk, S. & de Vries, A., 1996.** *Verspreidingsberekeningen verontreinigingen voor WSV*ANALYSE en SPECIMEN. Invoergegevens en randvoorwaarden Nederlandse zoute watersystemen.* Werkdocument RIKZ/OS-96.114x.
- 11 **Willemssen, P.R. & Ferrari, G.M, 1992.** *Emissies van organotin naar Nederlands oppervlaktewater.* Toegepast Natuurwetenschappelijk onderzoek/ TNO.
- 12 **Verhoeven, B., M. Position paper scheepvaart.-Alternatieven voor metaal en biocidehoudende antifouling-** RIKZ. In prep.
- 13 **Dijkhuizen, D., Loos, C. & Schobben, J., 1996.** *Emissies visserij Waddenzee.* RIKZ/AB-96.603x.
- 14 **TNO , 2001.** *Environmentally compatible Antifouling Coatings for the protection of ships, water systems, fish cages and other immersed structures against growth (Camellia).* Brite-Euram 95 2182.
- 15 **Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998.** *Vierde Nota waterhuishouding Regeringsbeslissing.* Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- 16 **Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1989.** *Derde nota Waterhuishouding. Water voor nu en later.*SDU uitgeverij 's Gravenhage. ISSN 0921-7471.
- 17 **Ministerie van Verkeer en Waterstaat & Ministerie van Volkshuisvesting, ruimtelijke ordening en milieu, 1986.** *De waterkwaliteit van Nederland. Indicatief meerjarenproject water 1985-1989.* staatsdrukkerij, s 'Gravenhage.
- 18 **VROM, Wet milieugevaarlijke stoffen. Ontwerp-besluit organotinverbindingen**
- 19 **Craig, P., 1986.** *Organometallic compounds in the environment. Principles and reactions.* School of Chemistry, Leicester Polytechnic. Leicester, UK.
- 20 **Werkman, G. T., Eggens, M.,L. & van de Ven, C. L. M., 2001.** *Waterkwaliteit en eidereenden in de Waddenzee. Is er een relatie tussen de waterkwaliteit en de eidereendensterfte in de winter 1999-2000?.* Rapport RIKZ/2001.007.
- 21 **ter Hofstede, R. & van de Ven, C. L. M., 2001.** *Bronnen, paden en lotgevallen van probleemstoffen in de Waddenzee en Eems Dollard. Tussenrapport editie 2000.* Werkdocument RIKZ/AB/2000.609x.
- 22 **Crijns, O.M., Stortelder, P.B.M., Frintrop, P.C.M., ten Hulscher, , T.E.M., van Steenwijk, J.M. & Wagemaker, F.H., 1992.** *Trifenylytinverbindingen. Een analyse van de problematiek in aquatisch milieu.* RIZA nota 92.014.
- 23 **Wagemaker, F., Knijff, L., Duynhoven, N. van, Legierse, K. & Pijnenburg, J., 2003.** *Probleemverkenning prioritaire stoffen (fact sheets).* RIZA-werkdocument 2003-222X.
- 24 **van de Ven, C.L.M. de Lange, W.T., 2000.** *Inventarisatie probleemstoffen in de Waddenzee en Eems-Dollard, peiljaar 2004.* RIKZ-werkdocument. RIKZ/KWW/2005.610W
- 25 **VMM:** www.vmm.be/pdf/trifenylytinacetaat.pdf
- 26 **CTB:** www.ctb-wageningen.nl d.d. januari 2004
- 27 **Greenpeace:** www.greenpeace.nl
- 28 **IMO:** www.imo.org
- 29 **Centraal Bureau voor de Statistiek, 1987.** *Organotinverbindingen in Nederland, 1985.* 's Gravenhage, Staatsuitgeverij. CBS-publicaties.
- 30 **Bartelds, W., Akerman, J., van de Ven, C.L.M., 2005.** *Emissies aangroeiwerende middelen scheepvaart Waddenzeegebied.* RIKZ-werkdocument 2005.607.W.
- 31 **van Hattum, B., Baart, A.C., Boon, J. G., Steen, R. & Ariese, F., 1999.** *Computer model to generate predicted environmental concentrations (PEC's) for antifouling products in the marine environment.* IVM, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- 32 **Steyaert, F. & van der Ploeg, R., 1995.** *Mogelijke verontreiniging van de waterbodem als gevolg van het lozen van gezuiverd afvalwater (effluent) door scheepswerf Frisian Shipyard Welgelegen*

- b.v. (FSW) op de Industriehaven te Harlingen. Werkdocument RIKZ/AB &RWS NN. (Gebruik is gemaakt van de recentere meetgegevens uit 2000 en 2001.
- 33 **Regulation (EC) No. 782/2003 of the European parliament and council of 14 aprri 2003 on the prohibition of organotin compounds on ships**
- 34 **Bellert E.G. & van de Ven C.L.M., 2003.** *Monitoring van trifenylytin en tributyltin in het Waddenzeegebied* Ministerie van Verkeer en Waterstaat, DG Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Werkdocument RIKZ/AB/2003.611.x.
- 35 **Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004.** *Werkdocument organotin ten bate van de beleidsmonitor water.* RIKZ/OS/2004/135.
- 36 **Schipper, C.A, & Schout, P, 2004.** *De weg naar implementatie van de Chemie-Toxiciteit-Toets.* ISBN 36934761. AKWA/RIKZ 04.005. www.zeeslib.nl/doc/ImplementatieCTT.pdf
- 37 **Europese Kaderrichtlijn Water:** www.kaderrichtlijnwater.nl
- 38 www.waddeninzicht.nl
- 39 www.lennotech.com/schadelijke-stoffen/lijst-met-prioritaire-stoffen.htm
- 40 www.zeeslib.nl