

# **Waterkwaliteit en eidereenden in de Waddenzee**

**Is er een relatie tussen de waterkwaliteit en de  
eidereendensterfte in de winter 1999-2000?**

Januari 2001

Rapport RIKZ/2001.007

**G.T. Werkman, M.L. Eggens & C.L.M. van de Ven**

ISSN 0927-3980

---

# Inhoudsopgave

---

<b>1 Aanleiding</b>	<b>7</b>
<b>2 Aanpak</b>	<b>9</b>
2.1 <i>Acute toxiciteit</i>	9
2.2 <i>Historische trends</i>	9
2.3 <i>Gehalten van stoffen in eidereenden</i>	10
<b>3 Resultaten en discussie</b>	<b>11</b>
3.1 <i>Acute toxiciteit</i>	11
3.1.1 Calamiteiten	11
3.1.2 Monitoringsgegevens 1999/1998	11
3.2 <i>Historische trend</i>	11
3.3 <i>Gehalten van stoffen in eidereenden</i>	12
<b>4 Conclusies</b>	<b>15</b>
<b>5 Aanbevelingen</b>	<b>17</b>
<b>6 Literatuur</b>	<b>19</b>
<b>Bijlage</b>	<b>20</b>

---

## Voorwoord

---

Dit project is uitgevoerd onder het thema waterkwaliteit van de regionale directies Noord-Nederland en Noord-Holland en het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) van Rijkswaterstaat. De Regiegroep Integraal Waterbeheer Waddenzee (RIWW) is verantwoordelijk voor dit thema.

Het in dit document beschreven onderzoek heeft ook bijgedragen aan een document dat is uitgebracht door het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij (Van de Berk *et al.*, 2000). Hierin zijn verschillende onderzoeken samengevat die meerdere aspecten van de sterfte van de eidereenden hebben onderzocht.

---

# 1 Aanleiding

---

In winter 1999-2000 werden langs de Friese kust veel dode eidereenden gevonden. Het aantal was 6 keer hoger dan normaal. Veel levende eidereenden bleken erg versuft en gemakkelijk te vangen. Er werd als mogelijke oorzaak van deze sterfte gedacht aan acute toxiciteit. Opvallend is dat de sterfte alleen plaatsvond onder de eidereenden en niet bij andere vogelsoorten. Er zijn door de Erasmus Universiteit van Rotterdam in eerste instantie een aantal eidereenden histologisch en pathologisch onderzocht. De dode eidereenden bleken sterk vermagerd en hadden parasieten in hun maag en darmen.

In de eerste persberichten over de bovenmatige sterfte van eidereenden werd gezinspeeld op de mogelijke rol van een slechte waterkwaliteit in de Waddenzee. In reactie op de daarop volgende kamervragen over een mogelijk verband tussen een slechte waterkwaliteit in de Waddenzee en de sterfte van de eidereenden is door Rijkswaterstaat, directie Noord-Nederland, aan het Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ de vraag gesteld of er onverwachte hoge gehalten aan bepaalde stoffen met acute toxische effecten in de Waddenzee aanwezig zijn.

Er is door het RIKZ in Haren een onderzoek gestart naar een mogelijk verband tussen de waterkwaliteit en de verhoogde eidereendensterfte in de Waddenzee. De volgende onderzoeksvragen zijn daarbij gesteld:

- 1) Laten de monitoringsgegevens van 1999 onverwacht verhoogde gehalten van bepaalde stoffen in mossels en in andere compartimenten in de Waddenzee zien?
- 2) Zijn er verontrustende gehalten van stoffen in de dode eidereenden?

In dit rapport wordt het onderzoek beschreven waarbij de vraag centraal staat: 'In hoeverre is het waarschijnlijk dat de waterkwaliteit van de Waddenzee mede de sterfte van eidereenden in winter 1999-2000 heeft veroorzaakt?'

Eerst wordt de aanpak van het onderzoek beschreven. Vervolgens komen de resultaten en de discussie aan bod. Daarna de conclusies en aanbevelingen volgend uit het onderzoek.

---

## 2 Aanpak

---

Om te bepalen of het waarschijnlijk is dat de waterkwaliteit van de Waddenzee mede de sterfte van de eidereenden in de winter 1999-2000 heeft veroorzaakt, zijn de volgende aspecten onderzocht:

- acute toxiciteit
- historische trends
- gehalten van stoffen in eidereenden.

### 2.1 Acute toxiciteit

Plotselinge verhoogde sterfte is vaak een uiting van acuut toxische effecten. Op het eerste gezicht lijkt sterfte ten gevolge van lozingen met acuut toxische effecten uitgesloten omdat er sprake is van een langdurige (november – juni) en geen kortdurende sterfte onder de eidereenden. Desalniettemin zijn de mogelijkheden onderzocht.

De gehalten van de stoffen die jaarlijks worden gemeten in het kader van het monitoringsprogramma (MWTL) van Rijkswaterstaat zijn bekeken. Er is onderzocht of er grote veranderingen in gehalten van stoffen in verschillende compartimenten van de Waddenzee (i.e. water, sediment, zwevend stof en mossels) zijn opgetreden in 1999 ten opzichte van 1998. Daartoe zijn de gehalten van stoffen in 1999 vergeleken met de gehalten van stoffen in 1998. Alle gemonitorde stoffen zijn bovendien getoetst aan het heersende maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR), aan de streefwaarde en aan de achtergrondwaarden van de Noordzee in het kader van het project Lakmoes van Rijkswaterstaat. In het kader van het onderzoek naar de sterfte van de eidereenden is gekeken of de gehalten van de gemeten stoffen in 1999 beneden de MTR<sup>1</sup>-waarden liggen.

### 2.2 Historische trends

Naast acute toxiciteit is gekeken naar potentiële chronische effecten van stoffen. Chronische effecten kunnen optreden wanneer een organisme lange tijd blootgesteld wordt aan relatief lage gehalten aan stoffen. Sterfte kan meestal niet direct vanuit de chronische blootstelling worden verklaard. In combinatie met sterke vermagering, virale besmetting etc. kan echter wel sterfte optreden.

Om te zien of er dergelijke effecten te verwachten zijn, is per deelgebied in de Waddenzee (Waddenzee-West, -Oost en Eems-Dollard) gekeken naar het verloop van de gehalten van stoffen in de verschillende compartimenten. Er is van die stoffen voor een periode van 10 jaar (1989-1999) een trend berekend in de verschillende compartimenten in de Waddenzee (mossels, water en zwevend stof). Het was niet mogelijk om met de gebruikte methode een trend te bepalen van 'sediment' omdat er maar van drie jaar data zijn (Van de Ven *et al.*, 2000). Aan de hand van de trend kan worden bepaald of de gehalten van

---

<sup>1</sup> De MTR is een norm, die gebaseerd is op chemische, biologische en toxicologische experimenten. Wanneer de waterkwaliteit aan deze norm voldoet, betekent dit dat 95% van de potentieel aanwezige soorten in het ecosysteem in theorie is beschermd (Ragas *et al.*, 1994).

stoffen in verschillende compartimenten is afgenomen, toegenomen of gelijk is gebleven in verloop van de tijd.

Voor de problematiek rond de eidereenden zijn die stoffen belangrijk die een positieve trend vertonen en daarbij ook boven de MTR liggen, deze stoffen zijn potentiële risico stoffen.

### 2.3 Gehalten van stoffen in eidereenden

De gevonden eidereenden waren sterk vermagerd. Door de sterke vermagering is het mogelijk dat de in vetoplosbare stoffen vrijkomen in het bloed. Hierdoor kunnen andere effecten, zoals versuftheid, optreden. Er zijn verschillende veldwaarnemingen gedaan in de winter 1999-2000 van levende eidereenden die zeer versuft waren.

Die versuftheid kan een gevolg zijn van het narcotiserend effect dat kan ontstaan als stoffen in hoge gehalten in het milieu voorkomen. Organismen, zoals de eidereenden, nemen stoffen met hun voedsel op en er kan dan ophoping van stoffen plaatsvinden (biomagnificatie). Dit kan resulteren in toxische effecten op het organisme. Het mechanisme waarmee een stof ingrijpt op een organisme varieert per stofgroep. Zo kunnen in de membraan van de cellen in een organisme, die voor een groot gedeelte bestaat uit fosfolipiden, ophoping plaatsvinden van hydrofobe (vetoplosbare) stoffen. Hierdoor kan de celmembraan niet meer functioneren. Dit type toxiciteit wordt 'narcose' genoemd en alle stoffen die zich in vet ophopen kunnen dit veroorzaken (Van Wezel, 1995).

Er is, in het kader van de eidereendensterfte, onderzoek uitgevoerd door RIKZ in samenwerking met het RIVO naar het gehalte van vetoplosbare stoffen in dood gevonden eidereenden. Er zijn 14 eidereendmonsters onderzocht, 13 spierweefsel- en 1 levermonster. Bij dit onderzoek zijn zowel stoffen uit het monitoringsprogramma als stoffen die niet in dit programma zitten en waar nog weinig over bekend is, meegenomen. Bij het bepalen van het gehalte aan vetoplosbare stoffen is door het RIVO een nieuwe methode ontwikkeld, beschreven in de rapportage 'Chemische analyses voor eidereenden' (Leonards en Brandsma, 2000). Eerst is het totale vetgehalte in de monsters bepaald en vervolgens werd met behulp van de nieuwe methodiek het somgehalte van vetoplosbare stoffen in het weefsel bepaald.

Deze somgehalte werd vergeleken met de lethal body burden (LBB) die vanuit de literatuur bekend is. De lethal body burden is een maat voor de concentratie van het totaal aan stoffen in een organisme waarbij een organisme sterft. De LBB is een constante en ligt voor de verschillende soorten organismen binnen een bepaalde range (Van Wezel, 1995). Deze range ligt tussen de 30-160 mmol/kg vet voor acute toxiciteit en 3-16 mmol/kg vet voor chronische toxiciteit (McCarthy et al., 1993; Van Wezel, 1995).

Onderzocht is of het mogelijk is dat een verhoogd gehalte aan stoffen, vrijgekomen als gevolg van sterke vermagering, bijgedragen heeft aan de sterfte van de eidereenden vanwege een stress op stress situatie.

Naast dit onderzoek zijn door het laboratorium van het RIKZ in de lever van een eidereend de gehalten aan organotinverbindingen bepaald. Ook de resultaten van dit deelonderzoek staan beschreven in dit rapport.

# 3 Resultaten en discussie

---

## 3.1 Acute toxiciteit

### 3.1.1 Calamiteiten

In 1999 zijn geen calamiteiten, zoals lozingen, gemeld in de Waddenzee die een verhoogde sterfte van eidereenden zouden kunnen veroorzaken. Er is bovendien sprake van een langdurige sterfte (november-juni) onder de eidereenden.

### 3.1.2 Monitoringsgegevens 1999/1998

De volgende stoffen worden jaarlijks gemeten in het kader van het monitoringsprogramma van Rijkswaterstaat: zware metalen (cadmium, kwik, koper, nikkel, lood, zink, chroom, arseen), polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's), polychloorbifenylen (PCB's), hexachloorbenzeen (HCB), tributyltin (TBT), triphenyltin (TFT) en radioactieve stoffen.

Het gehalte aan stoffen in mossels, één van de belangrijkste voedselbronnen voor de eidereend, wijkt in 1999 niet significant af van wat gemeten werd in 1998. De gehalten zijn eerder afgenomen dan toegenomen (voor een uitgebreide rapportage over de gemeten stoffen in 1999 zie Van de Ven *et al.*, 2000).

Voor de andere compartimenten geldt dat er geen sterk significant verschillende gehalten zijn gevonden voor de gemeten stoffen in 1999 ten opzichte van 1998. Alleen voor TFT geldt dat het gehalte gebonden aan zwevend stof in 1999 wel is toegenomen ten opzichte van 1998. Dit geldt met name voor het deelgebied Eems-Dollard. De concentratie aan TFT in de Eems-Dollard was hoger dan in het westelijke of oostelijke gedeelte van de Waddenzee waar juist de sterfte van de eidereenden voornamelijk plaatsvond.

## 3.2 Historische trend

De resultaten van de trendbepaling in mossels, water en zwevend stof geven aan dat er geen of juist een dalende trend in de gehalten van de meeste stoffen, genoemd in 3.1.2., optreedt in de betreffende periode in de Waddenzee. Van de organotinverbindingen konden in de compartimenten mossels, sediment en zwevend stof geen trendanalyse worden uitgevoerd omdat van deze stoffen maar van twee jaar data voor handen zijn (Van de Ven *et al.*, 2000). Echter de gehalten TBT in de mossels in de Waddenzee zijn vergelijkbaar met de gehalten in de Noordzee en de Oosterschelde maar zijn veel lager dan de gehalten in de Westerschelde (resultaten ABM meetnet, pers. meded. Swertz RIKZ).

De gehalten TBT en TFT in sediment en zwevend stof overschrijden als enige stoffen ruim de MTR; voor TBT is de overschrijdingsfactor voor de gehele Waddenzee ongeveer even hoog, voor TFT geldt dat de overschrijdingsfactor in de Eems-Dollard hoger is dan in de westelijke en oostelijke Waddenzee. Van de organotinverbindingen is echter te weinig bekend van de effecten van hoge gehalten in hogere organismen (zoals vogels en zeehonden) om een uitspraak te kunnen doen over hun potentiële risico voor deze organismen. Wel is uit de literatuur bekend dat TBT-verbindingen zich in mossels bijvoorbeeld kunnen ophopen maar dat doorvergiftiging naar hogere organismen niet waarschijnlijk wordt geacht. Er vindt namelijk in organismen van een hoge



trofische niveau zeer snelle metabolisatie (omzetting) plaats van TBT in minder toxische di-en monobutyltinverbindingen (Evers et al.1995). Verder zijn de gehalten van TBT in mossels in de Waddenzee veel lager dan in de Westerschelde en daar is geen sprake van een verhoogde sterfte onder de eidereenden.

Daarnaast is het opvallend dat de verhoogde sterfte alleen plaatsvond bij eidereenden en niet bij andere vogelsoorten in de Waddenzee, zoals de scholekster, die net als de eidereend 's winters voornamelijk leeft van kokkels en mossels.

### 3.3 Gehalten van stoffen in eidereenden

Naar aanleiding van de sterfte onder de eidereenden is het weefsel van 13 dood gevonden eidereenden onderzocht op contaminanten.

Er is o.a. het interne totale gehalte aan vetoplosbare stoffen bepaald (interne somgehalte). Vervolgens is deze somgehalte vergeleken met de in de literatuur beschikbare lethal body burden (LBB) voor organismen (zie 2.3).

De belangrijkste resultaten van het onderzoek staan in Tabel 1. In deze tabel is het somgehalte van alle stoffen weergegeven, alsook het somgehalte van de bekende stoffen (i.e. PCB's DDE, PCT's etc.).

Tabel 1

Somgehalten (mmol/kg vetgewicht) van alle stoffen en bekende stoffen in de onderzochte eidereenden (Leonards en Brandsma, 2000)

weefsel	vetgehalte (%)	somgehalten (mmol/ kg vetgewicht)	
		alle stoffen	som bekende stoffen
spier	1.19	1.0	0.6
spier	1.21	1.8	0.7
spier	1.23	0.9	0.3
spier	1.33	0.8	0.2
spier	1.44	0.5	0.2
spier	1.53	2.3	0.1
spier	1.36	1.8	0.3
spier	1.07	0.7	0.6
spier	1.22	0.3	0.2
spier	1.19	0.3	0.2
spier	1.17	0.4	0.3
spier	1.28	0.3	0.2
spier	1.28	0.2	0.2
lever	2.50	0.3	0.2

Het somgehalte van alle stoffen in de weefsels varieert tussen 0.2 en 2.3 mmol/kg vetgewicht.

De gevonden somgehalten zijn vergeleken met de LBB-waarden voor verschillende organismen bekend uit de literatuur. De gehalten die gevonden zijn in de eidereenden liggen beneden de LBB-waarden die bekend zijn uit de literatuur.

Daarnaast is onderzocht welke stoffen in één spierweefselmonster aanwezig waren. Stoffen die geïdentificeerd konden worden waren met name gechloreerde en gebromeerde verbindingen: polychloorbifenyyl (PCB's), mogelijk metylhydantion of dioxycreatine, hexachloorbenzeen (HCB) en polychloortrifenylen (PCT's). De aanwezigheid van PCB's en PCT's in eidereenden afkomstig uit de Waddenzee is eerder aangetoond (Boon et al, 1998).

---

Verder konden worden gedetecteerd: difenylether (DE), polybroom-difenylethers (PBDE) en hexabroomcyclododecaan (HBCD). Ook de aanwezigheid van PBDE in eidereenden is eerder aangetoond (Boon *et al*, 1997). Alle broomverbindingen behoren tot de groep van vlamvertragers. Verder was het aandeel van onbekende verbindingen in de verschillende weefsels van de eidereenden relatief groot (tabel 1); de identiteit van deze stoffen kon niet worden vastgesteld in dit onderzoek (Leonards en Brandsma, 2000).

Verder zijn in de lever van een eidereend de gehalten van organotin-verbindingen bepaald (bijlage). Opvallend is dat de gehalten aan dibutyltin (DBT) veel hoger zijn dan die van tributyltin (TBT) en monobutyltin (MBT). Blijkbaar is TBT omgezet in DBT, maar is DBT (nog) niet verder omgezet in MBT. Dit is omgekeerd aan wat is bepaald in mossels, namelijk de gehalten aan TBT zijn in mossels hoger dan die aan DBT. De omzetting van TBT naar DBT heeft blijkbaar plaatsgevonden in de eidereend. Dit sluit aan bij wat is gevonden in de literatuur, namelijk dat in hogere organismen zeer snelle metabolisatie (omzetting) plaatsvindt van TBT in minder toxische di- en monobutyltin verbindingen (Evers *et al.*, 1995). Daarom is het belangrijk om bij risico-evaluaties van TBT ook de gehalten aan DBT en eventueel MBT te analyseren in organismen van een hoog trofisch niveau. Omdat geen vergelijkingsmateriaal van eidereenden in de Waddenzee en literatuur hierover beschikbaar is, kan uit deze resultaten niet geconcludeerd worden of de gehalten aan organotinverbindingen een risico vormen voor de eidereenden. Wel kan verwezen worden naar wat gezegd is in paragraaf 3.2.

---

## 4 Conclusies

---

Op basis van de huidige informatie rondom de water-en bodemkwaliteit van de Waddenzee, kan geen relatie worden aangetoond tussen de waterkwaliteit van de Waddenzee en de verhoogde sterfte van de eidereenden in de winter van 1999-2000.

Deze algemene conclusie is gebaseerd op de volgende overwegingen:

Er zijn geen calamiteiten gemeld in 1999 zodat acute sterfte tengevolge van bijvoorbeeld lozingen uitgesloten is.

De verhoogde sterfte vond alleen plaats onder de eidereenden en niet bij andere vogelsoorten in de Waddenzee.

De meeste trends in de gehalten van stoffen zijn dalend of constant gebleven in de Waddenzee (periode 1989-1999). De gehalten van de stoffen kunnen niet de plotselinge massale sterfte in 1999 verklaren. In de jaren daarvoor waren de gehalten gelijk of soms hoger dan in 1999 en was er geen sprake van een verhoogde sterfte van de eidereenden.

De meeste gehalten van stoffen liggen beneden het maximaal toelaatbaar risiconiveau in de Waddenzee, behalve de organotinverbindingen. Er kon geen relatie worden aangetoond tussen geografische verschillen in gehalten van organotinverbindingen in mossels in Nederland en de sterfte van de eidereenden. Het wordt dan ook niet waarschijnlijk geacht dat de organotinverbindingen de sterfte hebben veroorzaakt.

Het feit dat zelfs na sterke vermagering de totale gehalte aan vetoplosbare stoffen in dode eidereenden beneden de lethal body burden voor verschillende organismen ligt, geeft aan dat, op basis van narcotische toxiciteit, het zeer onwaarschijnlijk is dat de waterkwaliteit de directe oorzaak is geweest van de sterfte van de eidereenden in de winter van 1999-2000.

---

## 5 Aanbevelingen

---

Het onderzoek zoals in dit rapport beschreven, is maar beperkt. Er is alleen gekeken naar stoffen die worden gemeten in het kader van het monitoringsprogramma van Rijkswaterstaat en een aantal andere stoffen die een narcotische werking op organismen kunnen hebben. Er zijn veel andere stoffen in het milieu en in de eidereenden zelf, die (nog) niet kunnen worden geïdentificeerd of waarvan de effecten onbekend zijn. Meer gericht onderzoek is noodzakelijk om in de toekomst met meer zekerheid uitspraken te kunnen doen over de invloed van de waterkwaliteit op bijvoorbeeld sterfte van organismen in de Waddenzee.

Het gehalte van de organotinverbindingen ligt ver boven de MTR. Organotinverbindingen zijn probleemstoffen in de Waddenzee. Wij bevelen met nadruk aan, dat onderzoek gedaan wordt naar de chronische effecten van organotinverbindingen op hogere organismen (vogels en zeehonden) in zoute wateren.

Het verdient tot slot de aanbeveling, dat stoffen die zijn gemeten in weefsel van de eidereenden verder onderzocht worden. Er zijn relatief veel vetoplosbare onbekende verbindingen gevonden, soms in hogere gehalten dan die van de bekende stoffen. Naast de identificatie van deze onbekende stoffen zouden eidereenden van verschillende locaties in de Waddenzee, met een duidelijke gradiënt in de relatieve vervuiling, onderzocht moeten worden om inzicht te krijgen in de mogelijke invloed van de gevonden gehalten. Deze resultaten zouden afgezet moeten worden tegen referentiemateriaal van gezonde eidereenden.

## 6 Literatuur

---

**Boon, J.P., M.J. Greve, M.K. de Boer, W.E. Lewis, H.J.C. Klamer, D. Pastor, P.G. Wester, J. de Boer, 1997.**

In vitro biotransformatie van organohalogeenvverbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. III Gebromeerde vlamvertragers (polybroom difenylethers & polybroom bifenylen). Den Haag, BEON rapport nr. 97-6.

**Boon, J.P., D.E.C. Smith, W.E. Lewis, H.J.C. Klamer, D. Pastor, P.G. Wester, J. de Boer, 1998.**

In vitro biotransformatie van organohalogeenvverbindingen in zeezoogdieren en vogels. Mogelijke gevolgen voor bioaccumulatie en genotoxiciteit. IV Polychloorterfenylen (PCT's). Den Haag, BEON rapport nr. 98-1.

**Evers, E.H.G., J.H. van Meerendonk, R. Ritsema, J. Pijnenburg, J.M. Lourens, 1995.**

Butyltinverbindingen, een analyse van de problematiek in aquatisch milieu. Den Haag, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. Rapport RIKZ-95.007.

**Leonards, P.E.G. en S.H. Brandsma, 2000.**

Chemische analyses van eidereenden. Wageningen UR, Rivo Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek. RIVO rapport C038/00.

**McCarthy, L.S., D. Mackay, A.D. Smith, G.W. Ozburn and D.G. Dixon, 1993.** Interpreting aquatic toxicity QSAR's: the significance of toxicant body residues at the pharmacologic endpoint. Sci. Total Environ. 109/110, 515-525.

**Ragas, A., R. Leuven & D.Schoof, 1994.**

Milieukwaliteit en normstelling. Meppel, Boom.

**Van de Ven, C.L.M., G.T. Werkman & B. Frederiks, 2000.**

Inventarisatie probleemstoffen in de Waddenzee en Eems-Dollard. Haren, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee/RIKZ. RIKZ/AB/2000.608X.

**Van Wezel, A.P., 1995.**

Residue-based effects of narcotic chemicals in fish and in lipid bilayers. Utrecht; Universiteit Utrecht, faculteit Biologie. ISBN 90-393-0719-9.

In onderstaande tabel staan de resultaten van de meting van organotinverbindingen in de lever van een eidereend uitgevoerd door het RIKZ-laboratorium.  
De resultaten worden uitgedrukt op 'µg butyl/phenyltin- ion/ kg monster op droge stof'.

monster code	MBT	DBT	TBT	MPhT	DPhT	TPhT
SM-1	81	2090	17	22	132	159
SM-2	44	781	9	48	345	237
SM-3	31	443	5	<1	21	37
SM-4	115	2859	48	5	65	163
SM-5	101	985	17	17	79	87
SM-6	71	547	<1	1	23	71
SM-7	60	904	10	12	28	67
SM-8	24	160	<1	56	159	318
SM-9	42	891	13	13	89	66
SM-10	26	475	11	19	147	228
SM-11	39	409	9	36	98	91
SM-12	42	544	14	11	26	76

Verklaring: MBT: monobutyltin, DBT: dibutyltin, TBT: tributyltin, MPhT: monophenyltin, DPhT: diphenyltin, TPhT: triphenyltin

Toelichting:  
werkwijze (RIKZ-LAB):  
De levermonsters zijn gehomogeniseerd met een ultraturrax.  
In een deel van het monster wordt de droge stof bepaald (SVA088)  
Een ander deel van het monster wordt gebruikt voor organotin analyses (SVA646)  
De experimentele methode bestaat uit:  
ethylering met tetra-ethyl boraat  
extractie met hexaan  
opwerking over Alox  
meting m.b.v. GC-AED

opmerking (RIKZ-LAB):  
Ervaring heeft geleerd dat complete derivatisering van de mono-xxx-tin verbindingen moeilijk is. De resultaten voor deze mono-verbindingen zijn hierdoor minder betrouwbaar.