

BEON thema bijeenkomst

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's)

22 februari 1996
Den Haag

Beleidsgericht
ecologisch onderzoek
van de
Noordzee/Waddenzee

BEON

IZWO
Instituut voor Zeewetenschappelijk Onderzoek
Institute for Marine Scientific Research
VICTORIALAAN 3 - B - 8400 OOSTENDE BELGIUM
Tel. +32-(0)59-321045 — Fax: +32-(0)59-

BEON Thema bijeenkomst

Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK'S)

22 februari 1996
Den Haag

728

Presentatie

PB BEON
Stuurgroep BEON
DEF., LNV, OC&W, VROM, V&W

Directeuren Overleg Ecologie Noordzee/Waddenzee
IBN-DLO, TNO-MEP, NIOO-CEMO, NIOZ, RIVM, RIVO-DLO,
RWS-RIKZ, RWS-DNZ, Universiteiten, WL

Programma coördinatie
Programma Bureau BEON

BEON rapport nr. 96-13

ISSN 0924-6576

Inhoudsopgave

Voorwoord 1

1. Inleiding 3

2. Opening 4

3. Voordrachten 8
   Bronnen van PAK voor de Noordzee, trends in de tijd. 8
   Het lot en de effecten van PAKs in de zeebodems: resultaten uit experimenteel onderzoek 12
   PAK's in schelpdieren en garnalen 15
   Normstelling PAKs 17
   Kanttekeningen vanuit het beheer 20

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 Sheets voordracht Van Straalen
BIJLAGE 2 Sheets voordracht Wulffraat
BIJLAGE 3 Sheets voordracht Scholten
BIJLAGE 4 Sheets voordracht Hagel
BIJLAGE 5 Sheets voordracht Dijkman
Programma
Deelnemerslijst
Reeds verschenen BEON rapporten

Voorwoord

Zeer tot onze spijt is de bandopname van de discussie naar aanleiding van de lezingen grotendeels mislukt. Het is daardoor niet mogelijk geweest om de discussie in het rapport op te nemen.

1. Inleiding

Het Tweede Meerjarenprogramma BEON 1993-1997 is geënt op de algemene doelstelling voor het Noordzeebeleid, n.l. het komen tot een duurzaam gebruik van de Noordzee, inclusief de kustwateren, met afweging van de verschillende belangen.

Eén van de doelstellingen van het BEON-Programma is het verbeteren van de kennisuitwisseling binnen de onderzoekswereld en tussen de onderzoekswereld en de beleidsvormende kaders. Om dit te bereiken worden onder andere de BEON thema bijeenkomsten georganiseerd.

Binnen de Begeleidingsgroep Microverontreinigingen bestond de behoefte om meer aandacht te besteden aan het onderwerp PAK's. Daarom is voor de BGM leden en een aantal mensen die in dit veld werkzaam zijn, een middag over dit onderwerp georganiseerd. In een vijftal inleidingen wordt aandacht geschonken aan de belangrijkste bronnen van PAK's, de accumulatie in organismen, het tot stand komen van de huidige grens- en streefwaarden van PAK's en hoe daar in de praktijk mee wordt omgegaan. Tevens zijn enkele resultaten van experimenteel BEON onderzoek gepresenteerd.

In dit rapport zijn de voordrachten weergegeven in hoofdstuk 2. De bij de voordrachten gebruikte overhead sheets zijn opgenomen in de bijlagen 1 tot en met 5.

Gastvoorzitter van deze thema bijeenkomst was prof. dr. N.M. van Straalen, Professor Dierecologie aan de Vrije Universiteit van Amsterdam.

2. Opening

Onzekerheden bij de risicobeoordeling van polycyclische aromatische koolwaterstoffen in het milieu

N.M. van Straalen, Vrije Universiteit

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen zijn organische microverontreinigingen waarvan de concentraties in het milieu enorm gestegen zijn door allerlei menselijke activiteiten. De belangrijkste processen waarbij PAK naar het milieu geëmitteeerd worden zijn:
- verliezen bij winning en transport van aardolie en aardolieprodukten,
- emissies van olieverwerkende industrie (o.a. kraakinstallaties),
- verbranding van fossiele brandstoffen (kolen, cokes, dieselolie, benzine, kerosine),
- produktie van stadsgas uit steenkool (in het verleden),
- uitloging van asfalt, gecreosoteerd hout en met teer behandelde materialen,
- verbranding van organisch materiaal (huishoudelijk afval, landbouwafval),
- bosbranden.

In het milieu komen PAK steeds voor als mengsels van 20 tot 50 verbindingen (sheet 1). De verschillende bronnen geven aanleiding tot verschillende verhoudingen tussen de PAK-verbindingen. PAK hebben als milieuprobleem vooral bekendheid gekregen vanwege het feit dat sommige verbindingen sterk mutageen en kankerverwekkend zijn. Vanuit de arbeidstoxicologie is veel aandacht geweest voor de analyse van blootstelling in arbeidssituaties (o.a. asfaltwerkers, fabrieksarbeiders). De biochemische mechanismen die leiden tot mutaties in het erfelijk materiaal (DNA-adducten) zijn bij zoogdieren goed onderzocht. De verschillende verbindingen hebben een zeer uiteenlopende mutagene potentie; sommige stoffen zijn in het geheel niet mutageen, andere hebben een extreme werkzaamheid. De mutagene neiging blijkt samen te hangen met de ruimtelijke structuur van het PAK-molecuul.

Voor het gedrag in het milieu is van belang dat de stoffen slecht in water oplossen en sterk de neiging hebben zich op te hopen in vetweefsel. De lipofiliteit varieert per verbinding. De persistentie in het milieu is zeer sterk afhankelijk van de matrix. Opgelost in water worden PAK gemakkelijk afgebroken, vooral als ze blootgesteld worden aan zonlicht. Gehecht aan stof- of roetdeeltjes in de lucht zijn PAK behoorlijk stabiel. In de bodem en in sedimenten zijn PAK zeer persistent. In bosbodems zijn PAK persistenter dan het bladmateriaal waar ze aan gehecht zijn, zodat ze tijdens de bladafbraak geconcentreerd worden. In de humusfractie van sedimenten en bodems kunnen soms extreem hoge gehalten aangetroffen worden.

In organismen lijken PAK niet persistent te zijn. Er zijn geen aanwijzingen dat PAK,

ondanks de hoge lipofiliteit van sommige stoffen, accumuleren in voedselketens. De meest waarschijnlijke reden hiervoor is dat het laagste trofische niveau in een ecosysteem (benthische evertebraten en vissen, afvaleters, bodem- en sedimentbewoners) reeds in staat is de verbindingen te metaboliseren (sheet 2). Dit is dan ook het niveau dat het meest direct blootgesteld wordt. Bij hogere dieren is de directe inname waarschijnlijk belangrijker dan de blootstelling via de voedselketen (bv. inname van olie van het verenkleed, inslikken van roet bij het poetsen van de vacht, etc.). Bij dieren met intensief contact kan ook de opname via de huid van belang zijn. In planten worden altijd lage residuen aangetroffen; deze residuen zijn bovendien grotendeels afkomstig van depositie uit de lucht op de waslaag van bladeren. Planten met veel uitwendig (sterk geplooid of behaard) oppervlak bevatten de hoogste gehalten.

De beoordeling van de milieurisico's van PAK kan nog nauwelijks op voldoende betrouwbare gegevens gebaseerd worden. Afgezien van de onzekerheden die verbonden zijn aan elke risico-evalutie, zijn volgens mij de volgende vier problemen min of meer specifiek voor PAK (sheet 3):
- bepaling van de concentratie,
- beoordeling van het meest relevante werkingsmechanisme,
- beoordeling van mengsels,
- gebrek aan gegevens

Bepaling van de concentratie
Vanwege de sterke hechting aan organisch materiaal is de verdeling van PAK in het milieu zeer heterogeen en is de preciese monstername van groot belang voor de uitslag van een analyse. In de jaren tachtig is veel gewerkt aan de harmonisatie van analysemethodes, via ring-onderzoek en de opstelling van praktijkrichtlijnen. Er is nu een zekere overeenstemming over de keuze van stoffen en de te volgen procedures. Opgemerkt moet worden dat in de "10 van VROM" niet de meest mutagene verbindingen meegenomen zijn (sheet 4).

Werkingsmechanismen
Aangezien de verschillende verbindingen een sterk uiteenlopende werking hebben, is het niet gemakkelijk een risico-evaluatie op te stellen voor PAK als geheel. Er zijn vier typen werkingsmechanismen beschreven:
- *Minimumtoxiciteit*. Alle verbindingen hebben de neiging te interferen met membraanlipiden en veroorzaken zo een narcotisch effect. Dit effect neemt toe met toenemende lipofiliteit.
- *Mutageniteit*. Sommige verbindingen zijn sterk mutageen. Voor de mens en voor hogere dieren is dit het meest relevante effect, echter voor de dieren laag in de voedselketen lijkt het niet zo belangrijk.
  Dit effect is sterk afhankelijk van de moleculaire strcutuur van de stof en is niet gecorreleerd met de lipofiliteit.
- *Fototoxiciteit*. Sommige verbindingen worden omgezet in zeer reactieve metabolieten wanneer ze worden blootgesteld aan licht (met name UV). Dit effect is relevant voor

aquatische organismen aan het wateroppervlak.
- *Inductie van biotransformatie-enzymen.* Behalve dat dit aanleiding geeft tot reactieve metabolieten kan een verhoogde activiteit van biotransformatie-enzymen ook de stofwisseling van lichaamseigen stoffen verstoren (o.a. steroïde hormonen). Dit effect is vooral van belang voor organismen die PAK goed kunnen metaboliseren.

Mengsels

Voor de analyse van mengseltoxiciteit is het van belang te differentiëren naar werkingsmechanisme. De niet-mutagene PAK moeten apart van de mutagene PAK beschouwd worden. Voor de niet-mutagene werking geldt waarschijnlijk het relatieve concentratie-additiemodel. Voor de mutageniteit wordt gedacht aan de ontwikkeling van verhoudingsgetallen die, op dezelfde wijze als de toxiciteitsequivalentiefactoren voor PCBs en dioxines, de mutagene potentie van een verbinding uitdrukken ten opzichte van een referentieverbinding, bv. benzo(a)pyreen. Wanneer de beoordeling uitgevoerd kan worden met vaste verhoudingsgetallen, wordt het mogelijk normen af te leiden voor de som van een aantal verbindingen uit de norm voor een referentieverbinding en de relatieve vrhouding waarin de PAK in een mengsel voorkomen.

Gebrek aan gegevens

Vanwege het feit dat betrouwbare toxiciteitsgevens grotendeels ontbreken, met name voor het terrestrisch milieu, wordt veel gewerkt met plaatsvervangende ("by proxy") methoden, zoals de omrekening van watergegevens naar bodemgegevens met behulp van een evenwichtsberekening en de extrapolatie van de ene stof naar de andere met behulp van quantitatieve structuur-werkingsrelaties (QSARs). Geconstateerd moet worden dat de aan deze methoden ten grondslag liggende modellen in een aantal gevallen niet op blijken te gaan.

De conclusie uit dit overzicht kan zijn dat de risicobeoordeling van PAK nog nauwelijks gebaseerd kan worden op betrouwbare ecotoxiciteitsgegevens. Onderwerpen die in de toekomst aandacht verdienen zijn:
- meer basale ecotoxicteitsgegevens voor organismen aan de basis van de voedselketen,
- meer gegevens over verwante verbindingen, o.a. PAK met ringsubstituties en nitro-groepen,
- beschikbaarheid van PAK, in relatie tot veroudering van sedimenten, bioturbatie en verandering van fysische parameters (aëratiegraad van sediment bij opbaggeren),
- beter inzicht in de werkingsmechanismen bij lagere dieren, mede in verband met de beoordeling van mengsels,
- mutageniteit en vorming van gezwellen bij hogere dieren.

Literatuur

Crommentuijn, G.H., Van de Plassche, E.J. & canton, J.H. (1994). Guidance document on the derivation of ecotoxicological criteria for serious soil contamination in view of the intervention value for soil clean-up. RIVM-rapport 950011, RIVM, Bilthoven.

TCB (1995) Advies aanpassing interventiewaarde PAK. Rapport TCB A13, Technische commissie bodembescherming, Den Haag.

Van Brummelen, T.C. (1995) Distribution and ecotoxicity of PAHs in forest soil. Proefschrift Vrije Universiteit, Amsterdam.

Van Hattum, A.G.M. (1995). Bioaccumulation of sediment-bound contaminants by the freshwater isopod *Asellus aquaticus* (L.). Proefschrift Vrije Universiteit, Amsterdam.

3. Voordrachten

Bronnen van PAK voor de Noordzee, trends in de tijd.

Kees Wulffraat, RIKZ

(1) PAK's zijn nog niet in alle Noordzeelanden een onderkend milieuprobleem. Dat betekent dat zij in veel landen nog niet zijn opgenomen in routine milieu-minitoringnetwerken. De nu beschikbare kennis spitst zich vooral toe op de zuidelijke Noordzee (sheet 1). Als voorbeeld is gekozen: benz(a)pyreen (BaP), immers PAK is de verzamelnaam voor een groot aantal cyclische aromatische koolwaterstoffen. Het afwisselend gebruik van afzonderlijke componenten en sommaties (6 van Borneff, 10 van VROM, EPA-lijst) is bijzonder frustrerend voor het opstellen van sluitende massabalansen.

(2) PAK's komen op grote schaal en vanuit veel verschillende bronnen in het (aquatisch) milieu terecht. Voor de zuidelijke Noordzee zijn de volgende bronnen te onderscheiden (kilogram BaP in 1990) (sheet 4 en 5):

• Rijn, Maas, Schelde (netto)	500
• in zee verspreiden van baggerspecie	540
• atmosferische depositie	7700
• offshore industrie	90
• zeescheepvaart	41- 315
• aanvoer uit de wereldzeëen	2700
	+
	11571-11845

(3) Voor de Zuidelijke Noordzee is atmosferische depositie is veruit de grootste bron. Expert-schattingen komen voor rivieren en baggerspecie op ruwweg 1000 kilo ieder, wanneer ook Verenigd Koninkrijk en Duitland zouden worden meegeteld. Dit wil nog niet zeggen dat de atmosfeer ook de grootste bijdrage levert aan mogelijke effecten, dan wel waargenomen normoverschrijdingen.

(4) BaP in Nederlandse watersystemen vinden hun oorsprong in vooral grensoverschrijdend transport en slijtage van teercoatings van binnenvaartschepen.

Het overgrote deel van deze BaP-input blijft achter in de waterbodems van Ketelmeer, Hollandsdiep etc en in de Slufterdeponie voor verontreinigde baggerspecie. BaP-balans voor Nederland in 1990 (kilogram BaP):

input			output	
•	grensoverschrijdend	1730	• afbraak, sediment	3560
•	communaal	70	• rivieren naar zee	500
•	industrie	70	• baggerspecie	540
•	binnenvaart	2600		
•	atmosferische depositie	130		
		+		+
		4600		4600

(5) Vanwege grote jaar op jaar variaties in rivierafvoeren, de onzekerheid in vrachtberekeningen zijn tussen 1985 en 1994 geen trends aantoonbaar in zowel riviervrachten als baggerspecievrachten (sheet 3, 6 en 7). Daarnaast zijn er nog twee oorzaken waardoor de gerealiseerde inspanningen niet zichtbaar zijn: (1) de nu gesaneerde bronnen (industrie) zijn niet de grootste boosdoeners, (2) het systeem van gehaltetoets en vrachttoets zorgt er voor dat de vracht contaminanten die via baggerspecie in zee belandt constant blijft.

(6) Atmosferische depositie van BaP is afkomstig van een groot aantal bronnen in een groot aantal landen. Met modelinstrumentaria is e.e.a. geanalyseerd. Als eerste stap zijn op een schaal van 50 bij 50 kilometer de emissies naar lucht in kaart gebracht. In de tweede stap is het gemiddeld atmosferisch transport daar overheen gelegd. In de derde stap zijn atmosferische omzettingsprocessen en valsnelheden ingevoerd. Zo kan per gridcel een depositie worden uitgerekend.

(7) De atmosferische emissies in Nederland zijn aanzienlijk groter dan die naar water (kilogram BaP in 1990) (sheet 8):

•	grote vuurhaarden	65
•	kleine vuurhaarden (houtkachels etc)	3200
•	verkeer	420
•	ijzer en staal produktie	2000
•	non-ferro metaal	320
•	houtconservering	8000
		+
		14005

NB: BaP-emissie naar water als gevolg van houtconservering (uitloging) is verwaarloosbaar klein. De vervluchtiging uit geconserveerd hout is echter groot.

(8) Van de Nederlandse emissies naar lucht belandt 7.5% (1030 kg) op de Noordzee, 13% (1770 kg) op Nederland zelf en 79.5% elders in Europa. Via de lucht is Nederland een BaP-exporteur (sheet 9).

(9) Totale Europese BaP-emissie naar lucht (1124000 kg/1990) is een veelvoud van de Nederlandse (sheet 10). Vanwege de overheersende westelijke windrichting en het atmosferische-chemisch gedrag belandt uit die Europese BaP-pool slechts weinig BaP op Nederland of de Noordzee. Dat betekent dat de depositie op de Noordzee vooral uit de Noordzeelanden afkomstig is en dat elders (Oosteuropa) het BaP-milieuprobleem aanzienlijk groter zal zijn. De procentuele bijdragen zijn (sheet 11):

	BaP-depositie op de Noordzee	BaP-depositie op Nederland
Nederland	6.2	39.3
Duitsland	11.7	23.7
België	7.3	17.5
Frankrijk	7.5	8.4
Verenigd Koninkrijk	55.7	8.6
Scandinavië	4.7	0.2
Overig	5.0	0.7

(10) Modelberekeningen en metingen tonen geen afname in de depositie van BaP in de periode 1980 tot 1990. Niet verwonderlijk want de voornaamste bronnen zijn of ongevoelig voor beleid (het aantal open haarden en het autoverkeer groeien nog steeds) of kennen een lange naijling (houtverduurzaming).

(11) BaP-emissies door scheepvaart (sheet 13) en offshore (sheet 14) zijn gerelateerd aan (1) het van nature voor komen van BaP in minerale olie en (2) het verbruik van stook- en smeerolie. Emissieschattingen zijn dan ook het produkt van emissiefactoren (gebaseerd op metingen van BaP in diverse oliën) en ramingen van gebruik dan wel produktie.

De zeegebonden emissies van BaP in 1990 zijn (kilo) (sheet 15 en 16):

	NCP	Noordzee
scheepvaart		
• operationeel naar water	20-270	220-1120
• operationeel naar lucht	1-25	3-100
• calamitieus	20	120
offshore		
• lozingen van spoeling en boorgruis	15	-
• lozing van produktiewater	75	-

(12) BaP-emissies van de zeescheepvaart worden vooral bepaald door de illegale lozingen van bilgewater en slobs. Illegale lozingen zijn vooralsnog weinig gevoelig voor beleidsmaatregelen - en bovendien moeilijk te kwantificeren - zodat een trend in de tijd niet kan worden vastgesteld. Derhalve is beïnvloeding van gedrag mogelijk effectiever dan technische maatregelen.

(13) BaP-emissies door de offshore zijn vooral het gevolg van de lozing van verontreinigd produktiewater. Aangezien de winning van olie en gas nog toeneemt en verouderde velden meer en zwaarder verontreinigd produktiewater kennen, zal de lozing via produktiewater verder toenemen. Omdat het aantal boringen en het gebruik van oil

based muds voor de smering afnemen, zal ook het aandeel van boorgruis en spoeling verder afnemen.

(14) Uit de resultaten van metingen in sediment op het NCP blijkt dat het gehalte PAK in de mariene waterbodem een duidelijke gradiënt kent. Hoge concentraties worden gevonden langs de Hollandse kust (sheet 18), maar ook in sedimentatiegebieden als de Waddenzee en de Oestergronden. In deze gebieden worden grenswaarden overschreden. Uit het verspreidingspatroon blijkt eveneens dat de uitstroom van vervuild rivierwater en de lozing van baggerspecie in belangrijke mate bijdragen aan de normoverschrijding in de kustzone. Waar langs de kust hoge PAK-gehalten zijn gemeten, is ook het relatieve risico op levertumoren in platvis groot (sheet 19).

(15) Modelberekeningen met het MANS-instrumentarium tonen een grote seizoensdynamiek van BaP in het mariene milieu. Aangezien BaP vooral is geadsorbeerd aan organisch materiaal, leidt de sterke toename van de biomassa in voorjaar en zomer tot een enorme verdunning. Derhalve zijn de concentraties BaP in organisch materiaal in de winter vele malen hoger dan in de zomer (sheet 20).

(16) Met modelberekeningen is een prognose voor 2000 opgesteld. Naar verwachting zal de belasting van de zuidelijke bocht van de Noordzee zo'n 25% afnemen, vooral tengevolge van uitfaseren van scheepsteer en creosoot. Berekeningen tonen echter aan dat dit nauwelijks effect heeft op de mate waarin de streefwaarde wordt overschreden (sheet 21).

Het lot en de effecten van PAKs in de zeebodems: resultaten uit experimenteel onderzoek

Martin C. Th. Scholten, TNO-MEP afdeling Ecologische Risico's

Een groot deel van de PAKs die in het zeemilieu terecht komen accumuleert in de zeebodem, en kunnen zo een toxische belasting voor zeebodemdieren vormen. De beoordeling van de ecologische risico's van PAKs in zeebodems is vooral gebaseerd op geochemische algoritmen die de partitie van PAKs tussen de organische bodemfractie en water beschrijven, in combinatie met een beperkt inzicht in de aquatische toxiciteit van de PAKs.

Hoewel onderzoek naar de daadwerkelijke ecologische risico's van de zeebodemvervuiling met PAKs beperkt is gebleven, zijn er aanwijzingen dat deze risicobeoordeling niet accuraat is. Hier volgt een overzicht van experimentele feiten met betrekking tot de omzetting van PAKs in zeebodems, de accumulatie van PAKs door zeebodemdieren en de toxische effecten die daarvan het gevolg zijn.

De afbraak van PAKs in zeebodems verloopt traag. Er vindt uitsluitend afbraak aan het sediment oppervlak plaats. Anaerobie remt de microbiologische afbraak in de zeebodem, terwijl fotochemische afbraak is nihil doordat in de zeebodem geen licht doordringt. In het BEON project "BENTOX" is waargenomen dat het BaP-gehalte in met BaP opgeladen mariene sedimenten met 20% is afgenomen over een periode van 2,5 jaar. De belangrijkste verliesroute blijkt evenwel resuspensie van organisch materiaal te zijn. Een Botlek baggerspecie, welke in mesocosms op toxiciteit is getoetst, vertoonde een afname van het BaP-gehalte van 50% in 5 jaar tijd. Bioturbatie stimuleert de BaP afbraak omdat daardoor steeds weer sediment aan zuurstof en licht wordt blootgesteld.

De opname van PAKs door dieren in het water is sterk gerelateerd aan de Kow. De bioaccumulatie neemt toe met een toenemende Kow, tot logKow = 6. Een hogere Kow doet de bioaccumulatie weer afnemen. De evenwichtpartitie correctie voor waterbodemverontreiniging voorspelt een minder sterke invloed van de Kow, doordat een hogere Kow ook leidt tot een lagere biologische beschikbaarheid door binding aan organisch koolstof. De bioconcentratiefactor voor PAKs op basis van koolstof in biota en sedimenten is dan ook in principe Kow onafhankelijk.

Echter, wanneer onderscheid wordt gemaakt tussen bodemdieren die bovenstaand water filtreren en bodemdieren die zich met sediment deeltjes voeden, wordt duidelijk dat evenwichtspartitie tussen bodem en water zorgt voor een mindere bioaccumulatie met toenemende Kow voor de filterfeeders en dat de bioaccumulatie oploopt met toenemende Kow voor depositfeeders. Depositfeeders worden derhalve sterker aan slecht oplosbare PAKs blootgesteld dan op grond van de evenwichtspartitie wordt verondersteld. Dit patroon is in BENTOX bevestigd. De accumulatie van BaP is in zeepieren 15-30 x hoger dan in filterfeedende kokkels en nonnetjes. Als het nonnetje gedwongen wordt tot depositfeeding (door een te lage beschikbaarheid van gesuspendeerde algen) is de bioaccumulatie van BaP ook groter. De risico's van slecht oplosbare PAKs moeten dan ook gezocht worden bij zeebodemdieren met een sterk sediment contact. De zeepier is in dit verband een ideale indicatorsoort.

Het intern gehalte aan PAKs bij een chronische blootstelling wordt ook beïnvloedt door het vermogen van de zeebodemdieren om de PAKs te metaboliseren. Vissen en kreeftachtigen beschikken over krachtige "detoxificatie"-systemen. Bij weekdieren, wormen, stekelhuidigen en koralen is ook metabolsisatie van aromatische koolwaterstoffen aangetoond. Door metabolisering is er vrijwel geen sprake van biomagnificatie. In een oudere BEON studie is voor de helmkrab aangetoond dat de bioaccumulatie van BaP wel toeneemt met een toenemende concentratie van BaP in het sediment, maar dat het voeren van met BaP opgeladen zeepieren geen invloed op het BaP-gehalte in de helmkrab heeft.

Overigens is metabolisering geen garantie voor de toxificatie van PAKs. Naast de zogenaamde aspecifieke "baseline"-toxiciteit van PAKs op basis van de narcotiserende werking van koolwaterstoffen, is er sprake van additionele toxiciteit in de vorm van mutageniteit en carcinogeniteit waarvoor PAKs-metabolieten de oorzaak kunnen zijn. Voorbeelden van PAK toxiciteit voor zeebodemdieren zijn cytogenetische effecten van BaP op de zeeëgel; immuno-respons van FAN bij de mossel; micronuclei-schade in de mossel door BaP en een reductie van het bevruchtingssucces de van zeepier en de kokkel door BaP. De laatste waarneming komt uit het BEON-project "BENTOX".

De ecotoxicologische effecten zijn duidelijk gerelateerd aan het interne gehalte van de PAKs in de dieren. Het interne gehalte weerspiegelt de mate waarin de bodemdieren aan de sedimentgebonden PAKs zijn blootgesteld. Niet alleen het sedimentcontact, maar ook de biologische beschikbaarheid speelt daarin een grote rol. Er treden grote verschillen op in de mate waarin bioaccumulatie van PAKs uit sedimenten optreedt.

Daardoor is er geen sprake van een eenduidig verband tussen gehalte in het sediment en het optreden van ecotoxicologische effecten, zelfs als het sedimentgehalte is genormeerd naar organische stof. Voor een bepaling van de actuele ecologische risico's van PAKs in

sedimenten is het van belang de biologische beschikbaarheid te bepalen door middel van een bioassay waarmee de bioaccumulatie in bijvoorbeeld de zeepier wordt bepaald, en het interne gehalte te gebruiken als toetswaarde. Daarbij kan worden gerefereerd aan een verstoorde reproduktie die boven een bepaalde intern PAK-gehalte optreedt. Tevens is het aan te bevelen andere mutagene effecten van PAKs in de risicobeoordeling te betrekken.

PAK's in schelpdieren en garnalen

Paul Hagel, RIVO-DLO

Ingegaan wordt op de aanwezigheid van PAK's in schelpdieren en garnalen (sheet 1). Alhoewel PAK's door hun goede oplosbaarheid in vet en slechte oplosbaarheid in water gemakkelijk geaccumuleerd zouden kunnen worden in het vetweefsel van visserijprodukten, worden deze stoffen als zodanig alleen nog enigermate aangetroffen in schelp- en schaaldieren. Vissen nemen de PAK's wel op maar metaboliseren deze snel tot veel beter wateroplosbare verbindingen, waardoor accumulatie uitblijft (sheet 4).

PAK's behoren tot de meest bekende kankerverwekkende stoffen. Bepaalde kortlevende metabolieten, dihyrodiolepoxiden, lijken daarvoor in hoofdzaak verantwoordelijk (sheet 6). Afhankelijk van het mogelijke ontstaan van dergelijke metabolieten kunnen bepaalde PAK's wat dit betreft actief zijn (benz(a)pyreen of inactief (benz-e)pyreen) (sheet 2 en 5).

PAK's worden gevormd door onvolledige verbranding van organisch materiaal. In de natuur door vulkanisme en bosbranden, door de mens bij onder meer de verbranding van fossiele brandstoffen en afval. Daarnaast bevatten bepaalde produkten als teer veel PAK's, die in het milieu vrij komen bij het gebruik ervan op bijvoorbeeld scheepshuiden (sheet 7).

Blootstelling van de mens aan PAK's kan plaatsvinden via het voedsel, via de ademhaling en via de huid (sheet 8). Het voedselpakket levert een dagelijkse hoeveelheid van 3-17 µg PAK's. De bijdrage via de ademhaling is normaal ongeveer 0,6-1,0 µg per dag, maar deze hoeveelheid kan gemakkelijk oplopen tot 1-26 µg per dag voor passieve rokers en 6-160µg per dag voor actieve rokers! (sheet 16) Opname via de huid vindt in hoofdzaak plaats in bedrijfsomgevingen waar met PAK's bevattende materialen wordt gewerkt (sheet 13).

Schelpdieren en garnalen leveren een bijdrage van 0.1-3% van de dagelijkse opname van PAK's uit het voedselpakket (sheet 10 en 11). De gehalten aan PAK's in garnalen liggen daarbij op een ongeveer 10 maal lager niveau dan in schelpdieren. De bijdrage aan de dagelijkse PAK opname uit groenten (21%) en brood 5-9%) is naar verhouding zeer veel groter (sheet 12, 14 en 15).

Meting van PAK-gehalten in driehoeksmosselen uit de Nederlandse binnenwateren laat zien dat PAK-belasting een zeer plaatselijk karakter kan hebben (sheet 9). Vooral kleinere binnenwateren kunnen hierdoor zeer hoge PAK-gehalten laten zien (Kanaal van Gent naar Terneuzen). De PAK-belasting van het Nederlandse kustwater ligt ongeveer op eenzelfde niveau als de minst met PAK's belaste Nederlandse binnenwateren (sheet 14).

Dit achtergrondniveau lijkt in hoofdzaak samen te hangen met atmosferische depositie van PAK's.

In schelp- en schaaldieren aangetroffen PAK-patroon vertonen ondanks grote verschillen in belasting een opvallende overeenkomst. Alleen de gehalten aan fluoranteen en pyreen zijn in zwaarder belaste omgevingen soms relatief wat hoger. Betrekkelijk grote verschillen over korte afstanden in met PAK's belaste binnenwateren als de Vecht wijzen erop dat PAK's in het milieu redelijk goed worden afgebroken. Hoe goed zou in verband met de ernst van de PAK-verontreiniging van veel waterbodems nog nader zichtbaar gemaakt moeten worden.

Normstelling voor PAKs zou een interessante basis kunnen leveren voor normstelling voor andere meer "man made" kankerverwekkende stoffen (sheet 17).

Normstelling PAKs

Douwe Jonkers, VROM-DGM, Hoofdafdeling Water

1. Normstelling algemeen

Uitgangspunt van het effectgerichte spoor is het realiseren van een zodanige milieukwaliteit waarbij ongewenste effecten op het ecosysteem (inclusief de mens) worden voorkomen. Voor microverontreinigingen vormt de risicofilosofie de basis voor de normstelling: op basis van ecotoxicologische gegevens worden risicogrenzen afgeleid (ernstig risiconiveau, ER; maximaal toelaatbaar risiconiveau, MTR; verwaarloosbaar risiconiveau, VR) en worden beleidsmatige kwaliteitsdoelstellingen als grens- en streefwaarden geformuleerd. Uitgangspunt voor het vaststellen van grenswaarden is dat hierbij een economische afweging plaats vindt, d.w.z. grenswaarden dienen 'haalbaar' te zijn.

Met oog op het uitbrengen van een 'MILBOWA-2' eind 1996/begin 1997 worden momenteel in het kader van het project INS nieuwe risicogrenzen afgeleid en bestaande grenswaarden op hun haalbaarheid geevalueerd. Naast aanvullingen kan dit opnieuw leiden tot aanpassing van bestaande normen.

2 Normstelling PAK

2.1 Onderbouwing huidige normen

De huidige grenswaarden voor individuele PAKs zijn gebaseerd op de Ecologische Waarden (EcoW) uit het RIZA-rapport Kansen voor waterorganismen (1989), destijds opgesteld tbv de Derde Nota Waterhuishouding. De getallen zijn door RWS-RIZA vastgesteld op basis van een wetenschappelijke evaluatie, echter nog niet volgens de 'risico-filosofie'. Door het ontbreken van voldoende toxiciteitsgegevens is hierbij gekozen voor een volledige berekende benadering: de toxiciteit van PAKs is geschat op basis van een QSAR voor minimale toxiciteit. Vervolgens is aanvullend gecorrigeerd voor mogelijke combinatietoxiciteit, zowel voor PAKs onderling, als ook met betrekking tot interacties met andere groepen van stoffen.
De EcoW zijn in de Derde Nota Waterhuishouding integraal (zei het afgerond) overgenomen als kwaliteitsdoelstelling voor 2000 ('AMK2000'), en vervolgens weer als grenswaarden overgenomen in MILBOWA. Er heeft dus op geen enkel moment een economische afweging c.q. toetsing van haalbaarheid plaatsgevonden. In het RIVM-rapport Streven naar Waarden (1989) zijn voor het eerst MTR's voor afzonderlijke PAKs in water en waterbodem afgeleid. MTR's voor afzonderlijke PAKs in water zijn afgeleid op basis van twee QSAR's voor chronische toxiciteit (NOEC) voor watervlo en

'vis', en toepassing van een veiligheidsfactor van 50: MTR = laagste QSAR/50 (factor 10 plus extra factor 5 gemotiveerd op basis van toetsing aan beperkte hoeveelheid beschikbare toxiciteitsgegevens). MTR's voor water zijn vervolgens via evenwichtspartitie-methode omgerekend naar MTR's voor de waterbodem. De streefwaarden uit MILBOWA zijn wel gebaseerd op het RIVM-rapport, en komen overeen met het VR.
In geen van de benaderingen is rekening gehouden met mutagene, carcinogene en/of teratogene effecten van PAKs.

2.2 Nieuwe MTRs en VRs

In december 1995 is het RIVM-rapport "Integrated environmental quality objectives for polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)" verschenen, waarin nieuwe MTR's zijn afgeleid, gebaseerd op recente en oude gegevens.
Voor het aquatische milieu zijn voor 7 van de 10 beschouwde PAK's MTR's afgeleid uit de beschikbare experimentele gegevens. Op basis van een vergelijking tussen de experimenteel beschikbare NOEC's en NOEC's geschat met behulp van QSAR's voor 19 soorten aquatische organismen lijken anthraceen en benzo(k)fluorantheen (exp << QSAR) een specifieke werking te hebben, voor de overige PAK's was geen duidelijk verschil aantoonbaar.
Door gebrek aan toxiciteitsgegevens zijn MTRs voor bodem en sediment voornamelijk afgeleid van die voor water via evenwichtspartitie.

Enkele resultaten:

- De beschikbaarheid aan toxiciteitsgegevens is groter dan voorheen, maar nog steeds gering.
- Op basis van reeds beschikbare gegevens met betrekking tot humane risico's lijkt het ecosysteem gevoeliger voor PAK's dan de mens (MTRhumaan >> MTReco).
- Doorvergiftiging en ophoping in de voedselketen lijken voor PAK's niet relevant.
- Bij de berekening van het MTReco is geen rekening gehouden met mutagene en/of carcinogene effecten van PAKs.
- Bij een vergelijking tussen de gevoeligheid voor zoetwater en marine organismen bleek voor naphthaleen geen signifant verschil (t-test) aantoonbaar. Voor de overige PAK's bleek een goede vergelijking door gebrek aan gegevens niet mogelijk. Op grond van het werkingsmechanisme wordt een duidelijk verschillende gevoeligheid evenwel niet verwacht.
- Omdat niet alle PAK's hetzelfde werkingsmechanisme hebben is het op dit moment niet mogelijk een wetenschappelijk onderbouwde somnorm voor de 10 PAKs te berekenen.
- In vergelijking met de oude MTR's blijken voor water alle nieuwe MTR's strenger te zijn dan de oude MTR's, voor bodem zijn ze voor 6 PAKs lager en vor 4 PAK's hoger

(fluorantheen, chryseen, benzo(ghi)peryleen, indeno(123cd)pyreen, voor sediment voor 5 PAK's lager en 5 hoger (bodem + BaP).

- In vergelijking met de achtergrondgehalten liggen de MTR's in alle compartimenten boven de achtergrondgehalten. Voor wat betreft de VR's liggen voor water voor 4 PAK's de VR's onder de achtergrondgehalten, voor bodem voor 5 PAK's en voor sediment voor 2 PAK's.

2.3 Evaluatie haalbaarheid grenswaarden in 2000

Recentelijk is door het RIZA de haalbaarheid van de huidige grenswaarden in 2000 geevalueerd (RIZA-nota "Toetsing huidige en verwachte water(bodem)kwaliteit aan de grenswaarden"). Op basis van een schatting van de gerealiseerde emissie-reductie in het jaar 2000 op basis van huidige en voorgenomen beleid (voor PAK's 70-80% emissiereductie tov 1985) en informatie over de huidige milieukwaliteit is een prognose gemaakt van de te verwachten milieukwaliteit in 2000. Resultaat: voor de meeste PAK's zijn grenswaarden in 2000 onhaalbaar. Met name in de waterbodem zullen voor veel PAK's in 2000 ook de MTR's nog ruim worden overschreden.

3 Bijstellen grens- en streefwaarden

Op basis van de beschikbare informatie worden met oog op het uitbrengen van een 'MILBOWA-2' eind 1996/begin 1997 momenteel in het kader van het project INS nieuwe getalswaarden (grens- en streefwaarden) voor PAK's in water en waterbodem voorgesteld. Voor de meeste PAK's zullen de grenswaarden naar verwachting (aanzienlijk) naar boven worden bijgesteld.

Kanttekeningen vanuit het beheer

F. Dijkman, hoofd Waterhuishouding, RWS Directie Noord-Holland

De betrokkenheid van ondergetekende bij PAK's verloopt vooral via vervuilde waterbodems en baggerspecie. De hoofdgroep Waterhuishouding is verantwoordelijk voor de vergunningverlening WVO in de W-Waddenzee en op het Noordzeekanaal. Tevens zit de waterbodemsanering (WBB) en de beleidsvoorbereiding m.b.t. de "verwerking" van baggerspecie (scheiden/reinigen, bergen in depots) in het werkpakket. Ondergetekende is daarnaast voorzitter van de interne RWS-werkgroep Zoute Baggerspecie. In dit kader zijn ondermeer de uniforme toetswaarden voor de verspreiding van zoute baggerspecie (zie ENW) voorbereid. Tevens wordt vanuit de werkgroep het project SPECIMEN van RIKZ begeleid (sheet 1).

Voor het oplossen van de baggerspecieproblematiek in Noord-Holland is in 1993 het provinciale baggerspecieplan vastgesteld. In dit plan wordt voor de korte termijn uitgegaan van berging in de Amerikahaven en de Averijhaven. Voor de lange termijn moeten er grootschalige depots komen in het IJmeer en bij Den Helder. Voor de regio Velsen geeft het provinciale plan nog geen oplossing. De in het plan genoemde oplossing voor Den Helder staat op gespannen voet met de PKB Waddenzee (sheet 2).

RWS-NH werkt tegen deze achtergrond aan de volgende initiatieven:
- De realisatie van het depot Averijhaven. De MER is afgerond in 1994. De aanleg start in 1996.
- De voorbereiding van de aanleg van een depot in het IJmeer. Daartoe is in 1995 de MER-procedure gestart.
- Door middel van een "open plan proces" benadering oplossingen voor de zoute baggerspecieproblematiek (Velsen, Den Helder) bespreekbaar en in procedure krijgen. Een startnotitie voor een MER is in februari ingediend bij GS (sheet 3).

De omvang van de baggerspecie-problematiek is sterk afhankelijk van de vraag hoe het verspreidingsbeleid t.a.v. licht verontreinigde baggerspecie (klasse 2) vorm zal krijgen in de vierde Nota waterhuishouding.
De omvang van het aanbod aan zoete baggerspecie (startnotitie MER IJmeer) is ca. 52 miljoen m^3 specie klasse 2/3/4. De PAK's zijn veelal de klassebepalende parameters. 16 miljoen m^3 van de zoete specie is klasse 2 (sheet 4).
Wat betreft de zoute baggerspecie is het aandeel licht verontreinigde specie veel groter. Voor de regio's Velsen en Den Helder spreken we in totaal over ca. 70 miljoen m^3 klasse 2 specie en 6 - 8 miljoen m^3 klasse 3/4 specie (sheet 5).

RWS-NH is behalve vergunningverlener WVO ook verantwoordelijk voor het onderhoud

van de natte hoofdinfrastructuur (Noordzekanaal, sluizen en Buitenhaven IJmuiden) en moet uit dien hoofde regelmatig zelf baggeren (sheet 6 en 7). Zo wordt voor de zeetoegang naar het Noordzeekanaal in de Buitenhaven bij IJmuiden jaarlijks ca. 3 miljoen m^3 gebaggerd. De kwaliteit voldoet i.h.a. aan de uniforme toetswaarden zodat deze specie nog verspreid mag worden op de Noordzee (WVZ). De specie uit de havens voldoet doorgaans niet aan de uniforme toetswaarden en moet in een depot worden geborgen of anderszins worden verwerkt (sheet 8).

Het is moelijk om een betrouwbaar beeld te krijgen van de vrachten aan PAK's die met de verspreiding van baggerspecie de zoute wateren bereiken. Een simpele "totaal-vracht" berekening (aantal m^3 maal het gehalte) geeft geen goed beeld omdat er dubbeltellingen inzitten en omdat er gecorrigeerd zou moeten worden voor achtergrond-gehaltes. Wat deze dubbeltellingen betreft, bijna de helft van de baggerspecie uit de buitenhaven bij IJmuiden is afkomstig van loswal Noord waar de specie uit het Rotterdamse havengebied wordt verspreid. De schattingen voor de totaal-vrachten voor 1993 en 1995 voor de som van de 10 PAK's van VROM, respectievelijk ca. 12.5 en 15 ton PAK's/jaar moeten dan ook tegen deze achtergrond worden beschouwd. De getallen kunnen niet zondermeer worden vergeleken met die zoals gepresenteerd door drs . K. Wulffraat.

Zoals gezegd is het zeer wezenlijk welke beleidskeuze er in NW4 wordt gemaakt m.b.t. de verspreiding van licht verontreinigde baggerspecie. De kustdirecties van RWS tezamen met de Hoofddirectie RWS en het projectteam NW4 hebben RIKZ opdracht gegeven tot een beleids-analytische studie naar het verspreidingsbeleid voor licht verontreinigde zoute baggerspecie. Dit is het eerder genoemde SPECIMEN-project. Binnen dit project moet op basis van de kennis zoals die is/wordt vergaard in verschillende lopende onderzoeks-projecten een duidelijk beeld worden gegeven van:

- het aanbod van specie en de kwaliteits-ontwikkeling daarvan
- de verschillende mogelijke bestemmingen
- de milieu-effecten van deze bestemmingen waarbij behalve naar de belasting van de zee met contaminanten b.v. ook naar morfologisch/ecologische aspecten van het onttrekken van grote hoeveelheden specie aan het systeem en het energieverbruik en/of het ruimtebeslag van bestemmingen wordt gekeken.

Op basis van een overzicht van de milieu-profielen van de verschillende bestemmingen en de maatschappelijke kosten daarvan kan zichtbaar worden gemaakt wat de consequenties zullen zijn van verschillende oplossingen. Aldus worden bouwstenen aangedragen voor de beleidskeuzen die gemaakt moeten worden in NW4.

Om een indruk te geven over welke orde-grootte van kosten het gaat is dat hieronder grofstoffelijk uitgewerkt voor de zoute baggerspecie in Noord-Holland vanaf nu tot 2010. Blijft het beleid zoals dat nu in NW3 is verwoord van kracht (dus na 2000 geen klasse 2 meer verspreiden) dan kan tot 2000 nog ca. 23 miljoen m^3 klasse 2 worden verspreid. Na

2000 moet er 51 -54 miljoen m^3 klasse 2/3/4 (maar overwegend klasse 2) in een depot worden geborgen. De kosten hiervan en van het verspreiden bedragen totaal ca. 1600 miljoen gulden (uitgaande van een storttarief voor een depot van f 30,- per m^3).
Mag ook na 2000 doorgegaan worden met het verspreiden van licht verontreinigde specie (totaal 70 miljoen m^3) dan behoeft maximaal 6-8 miljoen m^3 klasse 3/4 geborgen te worden in een depot. De kosten bedragen dan totaal ca. 350 miljoen gulden.

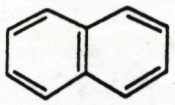
Geconcludeerd mag worden dat

- Bij de huidige normen PAK's veelal de klassebepalende parameters zijn en derhalve bepalen welke verwerkingsmogelijkheden er in beeld zijn voor de baggerspecie
- Het prijskaartje dat aan een en ander hangt er niet om liegt
- Discussies over de normering en/of het verspreidingsbeleid zeer relevant zijn voor de vraag hoe groot ons probleem is
- NW4 cruciaal is; voorbereiding van NW4 heeft daarom de volle aandacht van de regionale directies van RWS!

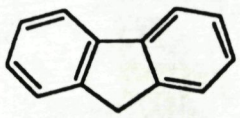
BIJLAGEN

BIJLAGE 1

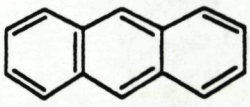
Sheets voordracht Van Straalen



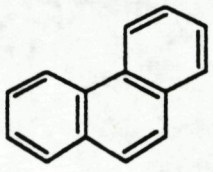
naftaleen (128)



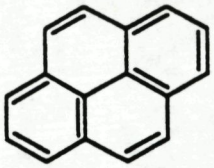
fluoreen (166)



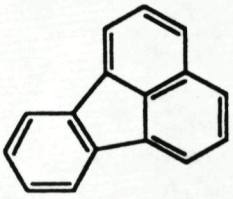
antraceen(178)



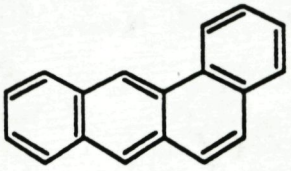
fenantreen (178)



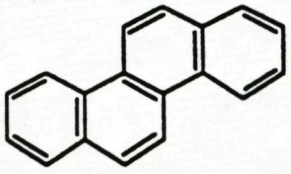
pyreen (202)



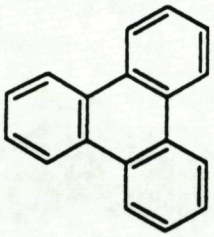
fluoranteen (202)



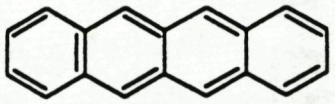
benz(a)antraceen (228)



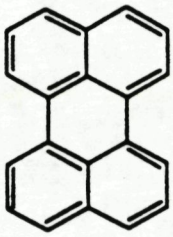
chryseen (228)



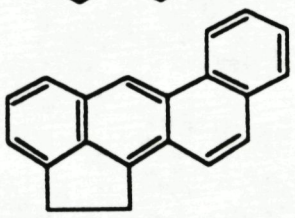
trifenyleen (228)



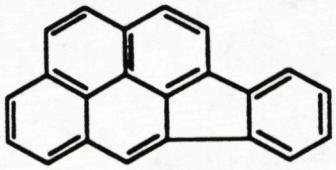
naftaceen (228)



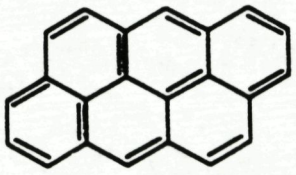
peryleen (252)



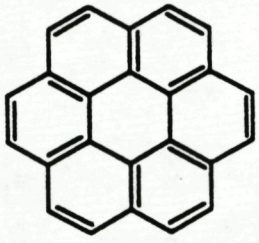
cholantreen (254)



indeno (1,2,3-cd)pyreen (276)



antantreen (276)



coroneen (300)

Sheet 1. Ruimtelijke structuur van PAK's.

Onzekerheden bij de risicobeoordeling van PAK

1. **Bepaling van concentraties**

   - sorptie
   - keuze van stoffen
   - standaardisering van analyse

2. **Werkingsmechanismen**

   - Minimumtoxiciteit
   - Mutageniteit
   - Fototoxiciteit
   - Inductie biotransfomatie-enzymen
   - Oestrogene werking?

3. **Mengsels**

   - Miniumumtoxiciteit concentratie-additief
   - Specifieke werkingen niet-additief

4. **Gebrek aan gegevens**
   - Geldigheid van proxy-methodes?
     - QSARs
     - Evenwichtsverdeling

Compound	N_i (mg/kg)	f_i	n_i (mg/kg)
Naphthalene	50	0.122	7.1
Phenanthrene	100	0.163	9.4
Anthracene	100	0.012	0.7
Fluoranthene	100	0.200	11.6
Chrysene	50	0.176	10.2
Benz(a)anthracene	50	0.049	2.8
Benzo(a)pyrene	10	0.024	1.4
Benzo(k)fluoranthene	50	0.110	6.4
Indeno (1,2,3-c,d)pyrene	50	0.057	3.3
Benzo(g,h,i)perylene	100	0.086	5.0
Σ 10 PAH (mg/kg)			57.8

$$N_{mix} = \frac{1}{\Sigma \frac{f_i}{N_i}}$$

f_i = frequency of i in mixture

N_i = norm for i

93DO51/DO22

Sheet 4. Verhoudingsgetallen.

BIJLAGE 2

Sheets voordracht Wulffraat

Belasting zuidelijke Noordzee BaP/kg/j

	1990	2000
• rivieren	500	50
• baggerspecie	540	490
• atmosferische depositie	7700	5200
• offshore	90	26
• scheepvaart	41-315	50-410
• wereldzee	2700	2000
	11571-11845 +	7816-8176 +



Sheet 1. Te onderscheiden bronnen van PAK's voor de zuidelijke Noordzee.

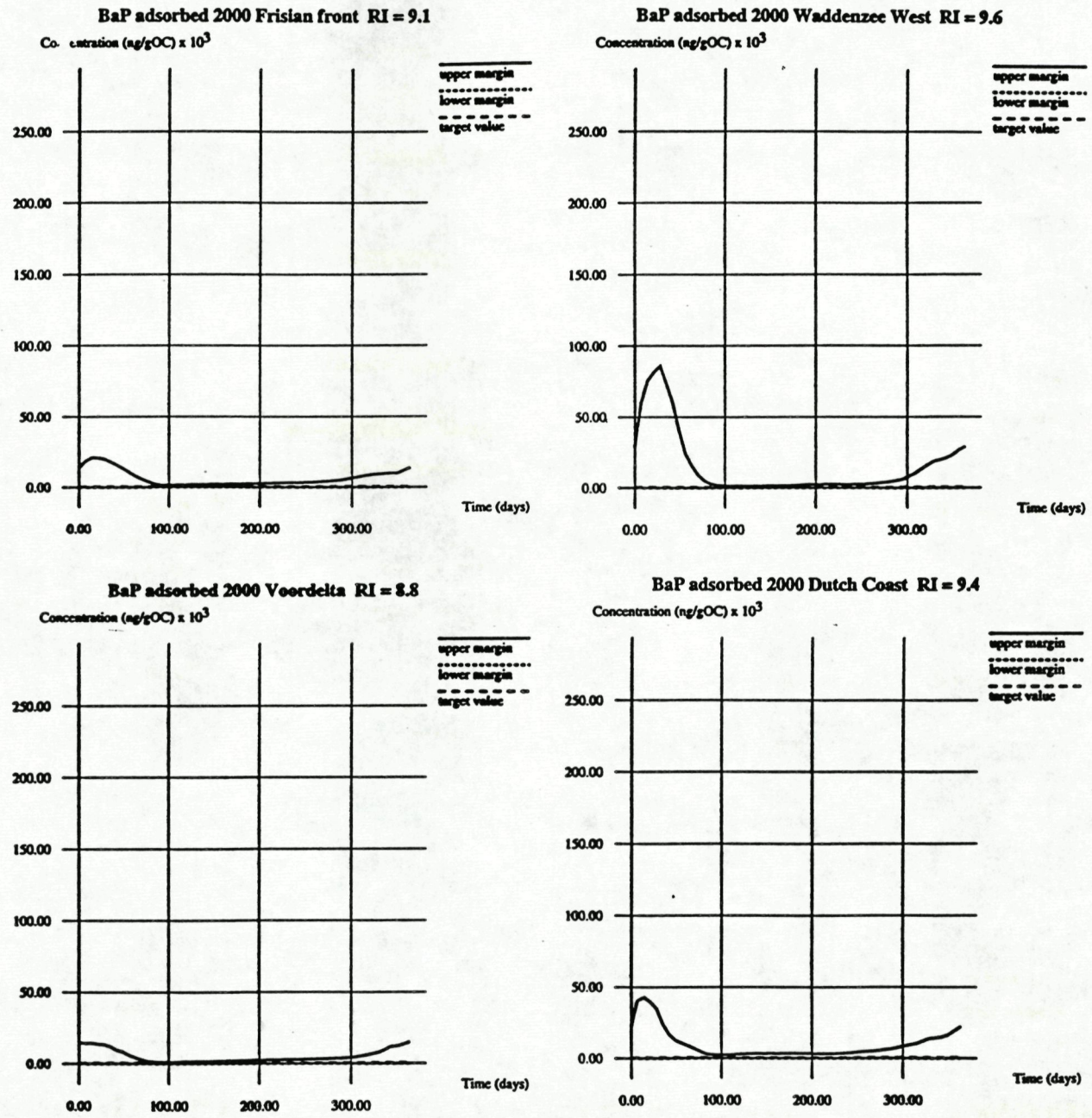
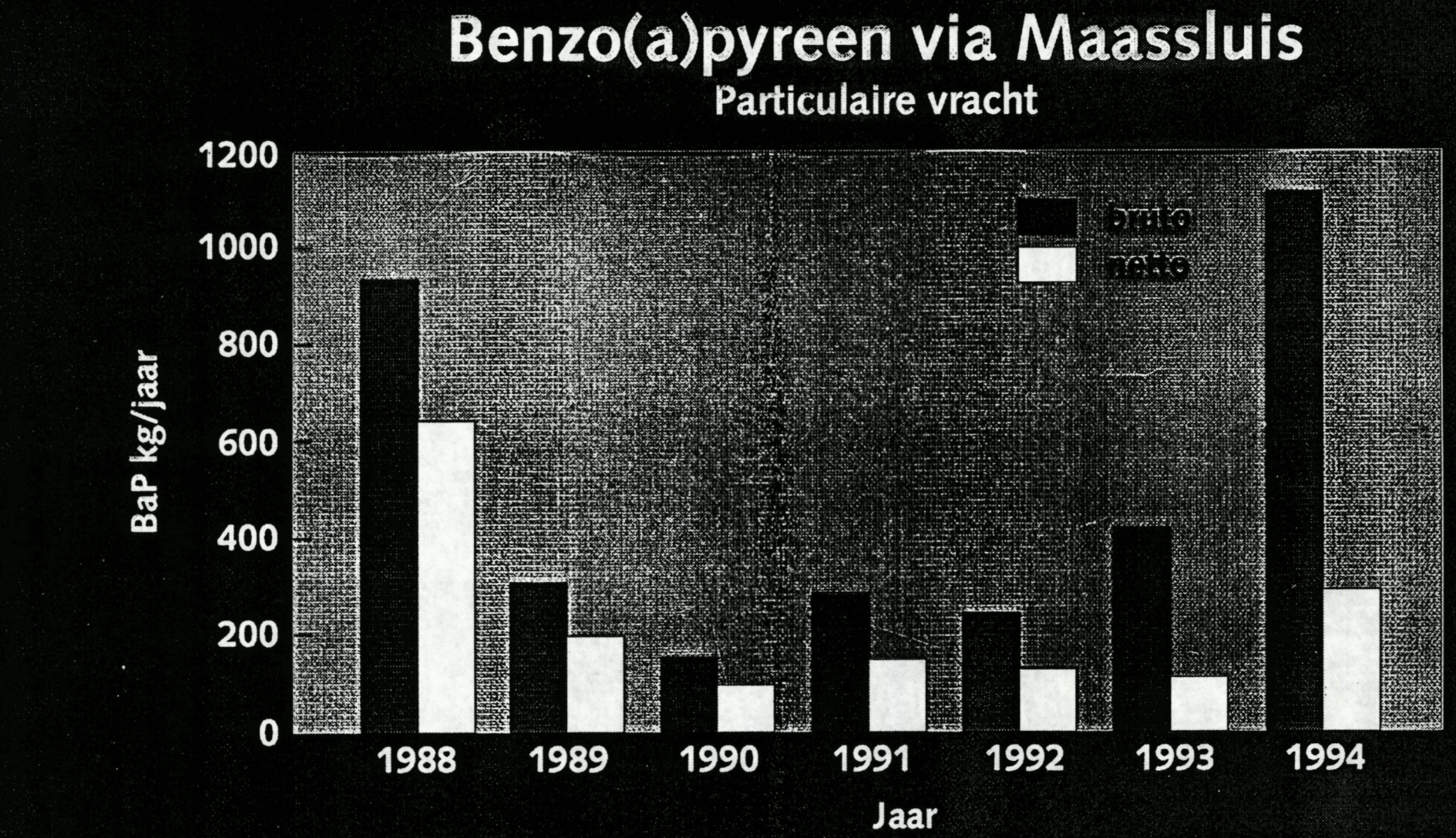


Figure 29: moving average of 95 percentile concentration of benz(a)pyrene in the Dutch Coast and Frisian Front area compared with the assessment criterion over time for 2000.

Sheet 2. Betrouwbaarheidsinterval van 95 % percentielconcentraties van benz(a)pyreen in de Nederlandse kustzone en het Friese Front vergeleken met de vastgestelde streefwaarde voor 2000.



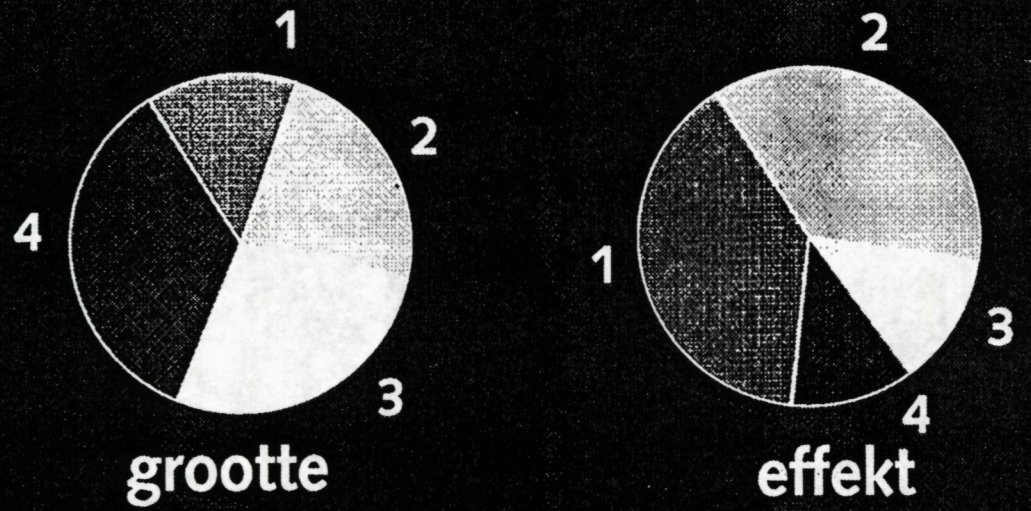
Sheet 3. Afvoer van benz(a)pyreen via Maassluis (particuliere vracht).

	1990/BaP/kg/jaar
Nederland in (Rijn, Maas, Schelde)	1730
• atmosferische depositie	130
• communaal	70
• industrie	70
• binnenvaart	2600
	+
	4600
afbraak, sediment, opslag	3560
baggerspecie naar zee	540
rivieren naar zee	500

Sheet 4. Bronnen van Pak's in Nederland in 1990 (BaP/kg/jaar).

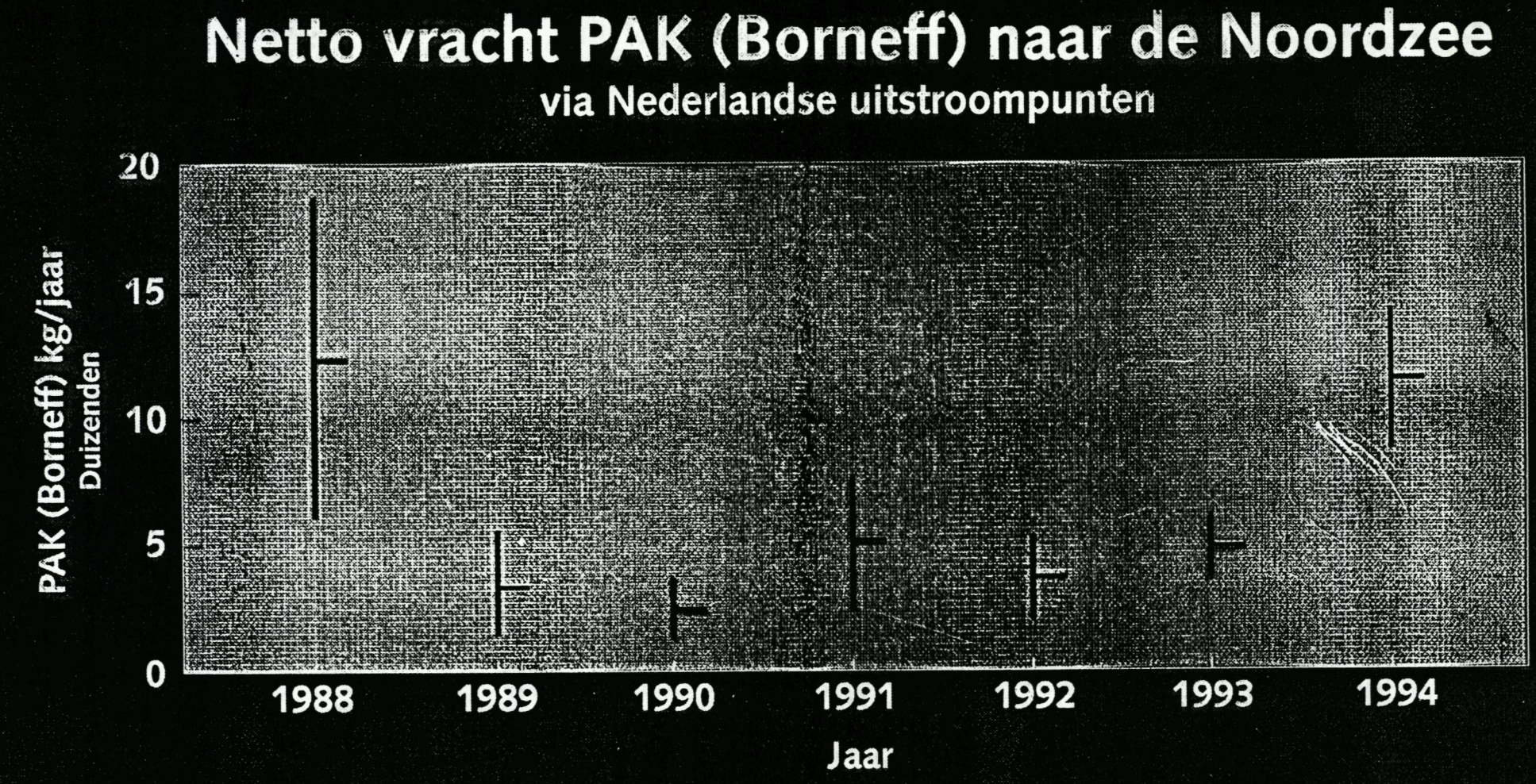
Bronnen van PAK trends in de tijd

- de wereldzee
- offshore
- scheepvaart
- baggerspecie
- atmosferische depositie
- rivieren

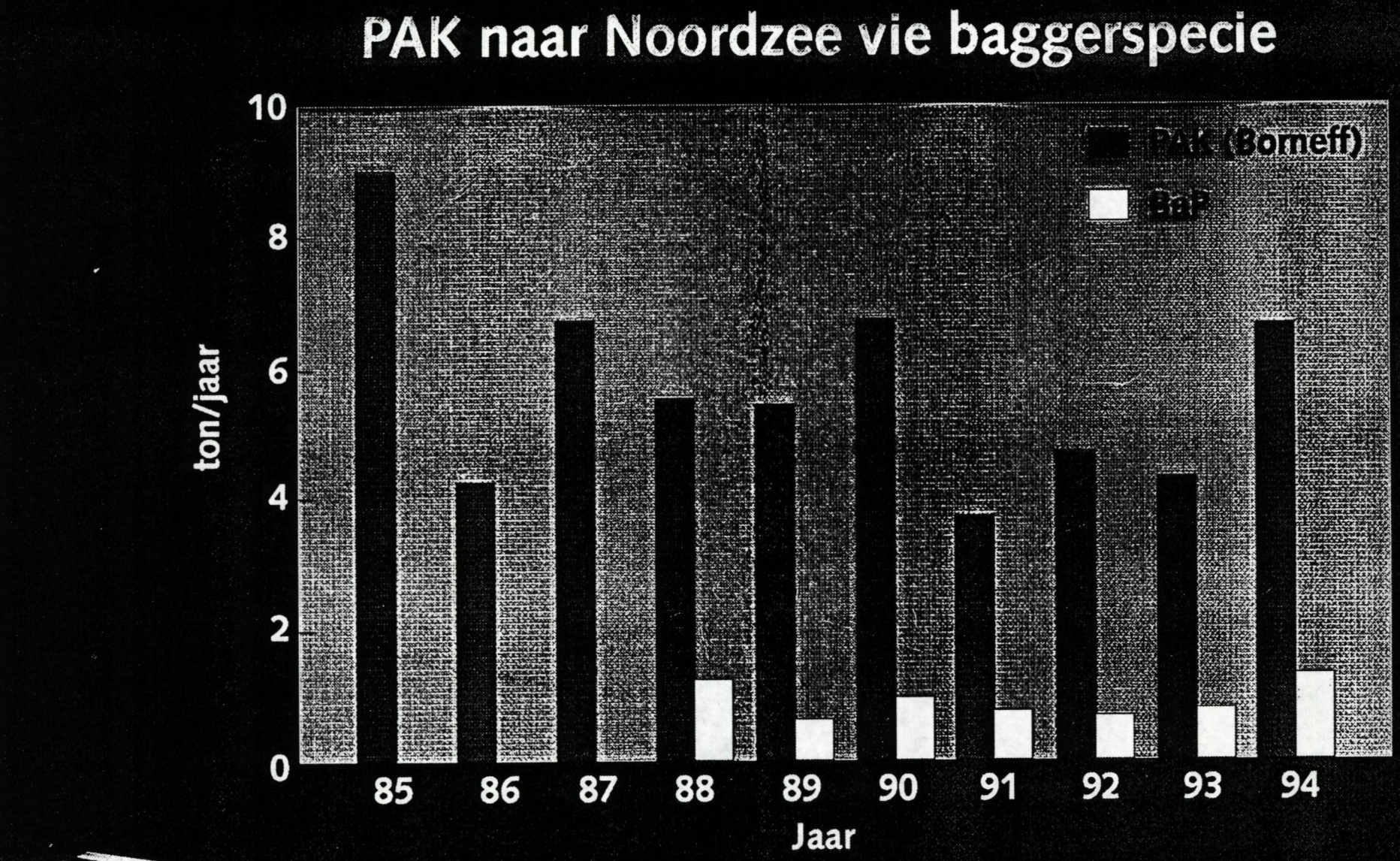


- is er een probleem
- maatregelen; kansrijk of effektief

Sheet 5. Bronnen van PAK trends in de tijd.



Sheet 6. Netto vracht PAK (Borneff) naar de Noordzee via Nederlandse uitstroompunten.

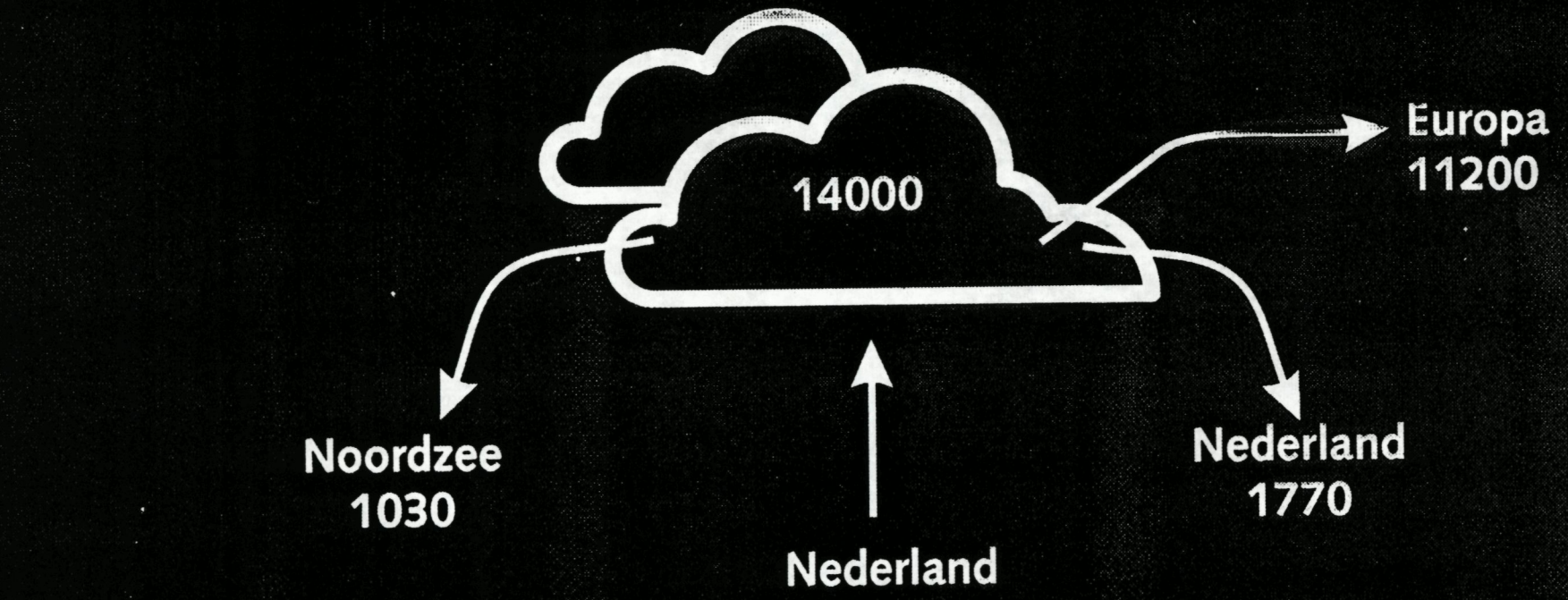


Sheet 7. Afvoer van PAK naar de Noordzee via baggerspecie.

Atmosferische BaP emissies in Nederland in 1990 in kg/j

• grote vuurhaarden	65
• kleine vuurhaarden	3200
• verkeer	420
• ijzer- en staalproduktie	2000
• non-ferro metaal industrie	320
• hout-conservering	8000 +
	14005

Sheet 8. Atmosferische BaP emissies in Nederland in 1990 in kg/jaar.

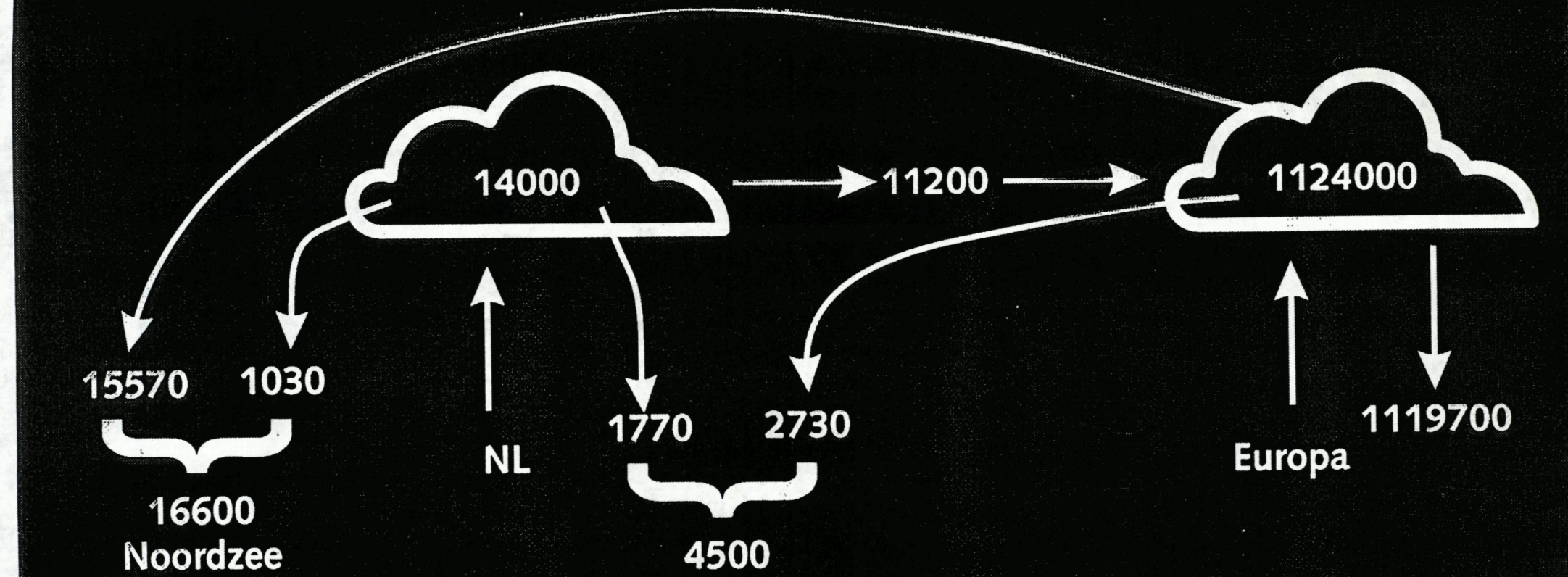


lotgevallen Nederlandse BaP emissie naar lucht in 1990 (kg/j)

Nederlandse (kg/j)

BaP emissie

Sheet 9. De lotgevallen van de Nederlandse BaP emissie naar de lucht in 1990 (kg/jaar)

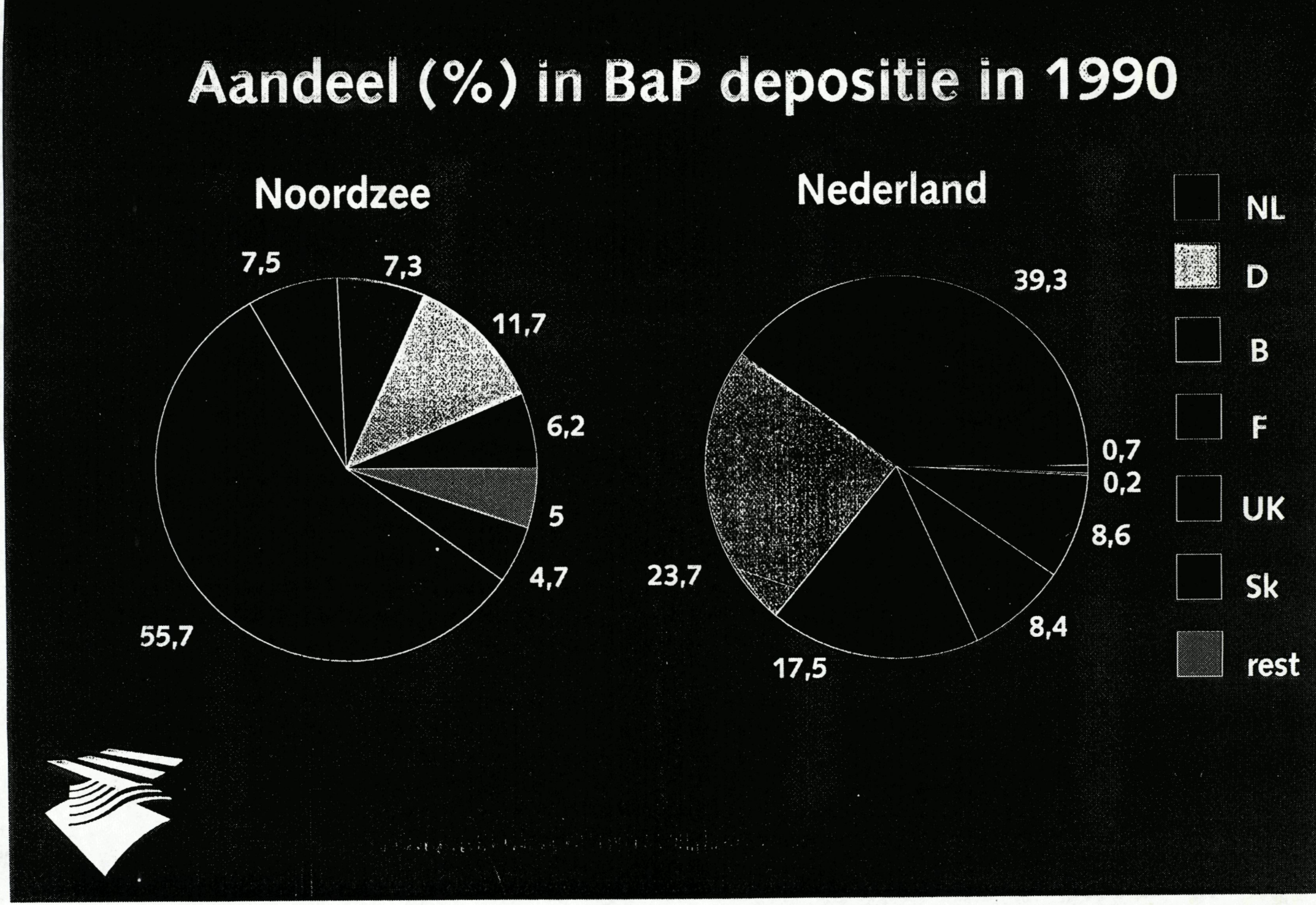


BaP lotgevallen in Europa in 1990 (kg/j)

Sheet 10. De BaP lotgevallen in Europa in 1990 (kg/jaar).

BaP emissie in 1990 (ton/j)	
Nederland	14
België	12
Duitsland	103
UK	54
Frankrijk	108
Skandinavië	28
Polen	69
USSR	465
overig	287
	1140

Sheet 11. De BaP emissie van een groot aantal landen in 1990 (ton/jaar).



Sheet 12 Aandeel van Nederland (%) in de BaP depositie in 1990

BaP emissie scheepvaart in 1990 (kg/j)

		NCP	Noordzee
operationeel	water	20-270	220-1120
	lucht	1-25	3-100
calamiteus		20	120
		+	+
		41-315	343-1340



Sheet 13. De BaP emissie via de scheepvaart in 1990 (kg/jaar).

BaP - emissie offshore in 1990 (kg/j)

Zuidelijke Bocht:

- BOORGRUIS / BOORSPOELING 15
- PRODUKTIEWATER 75 +

90

TRENDS:

- MINDER BORINGEN, MINDER OIL BASED MUDS
- TOENAME PRODUKTIE, VEROUDERING PUTTEN.

Sheet 14. De BaP emissie via de offshore in 1990 (kg/jaar).

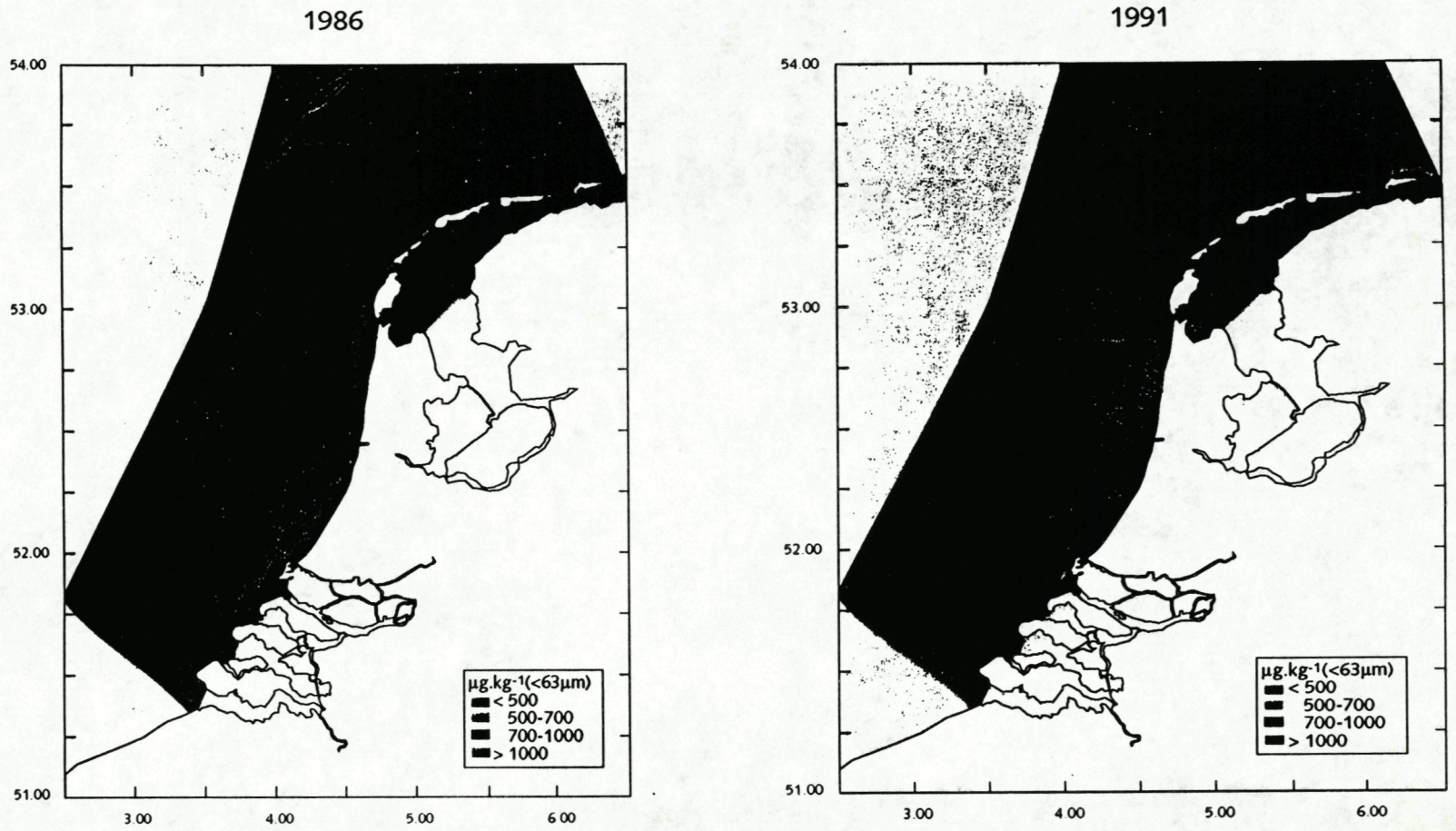
Belasting zuidelijke Noordzee — BaP/kg/1990

• rivieren	500
• baggerspecie	540
• atmosferische depositie	7700
• offshore	90
• scheepvaart	41-315
• wereldzee	2700
	+
	11571-11845



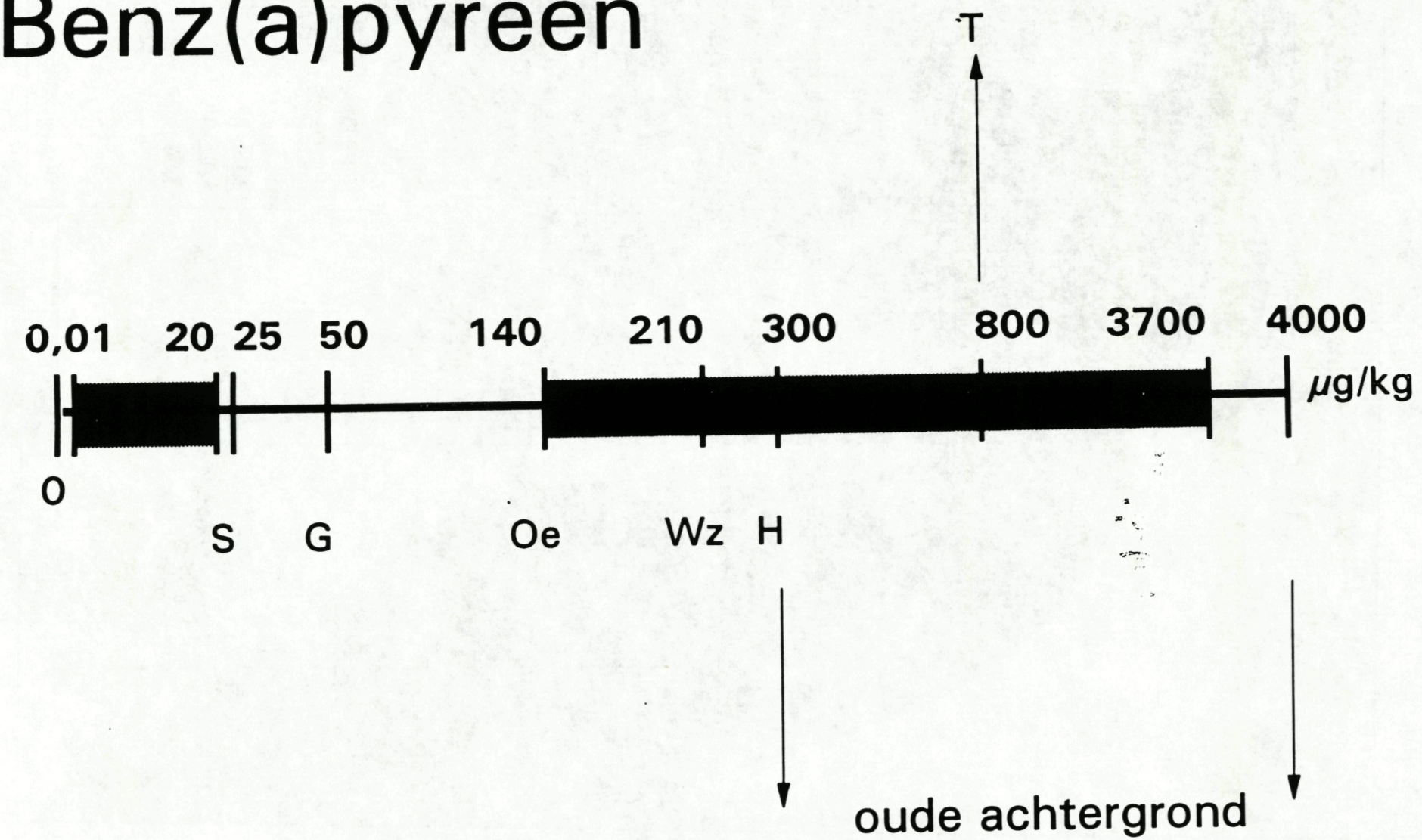
Sheet 15. De belasting van de zuidelijke Noordzee via verschillende bronnen (BaP/kg/1990).

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (Σ6)

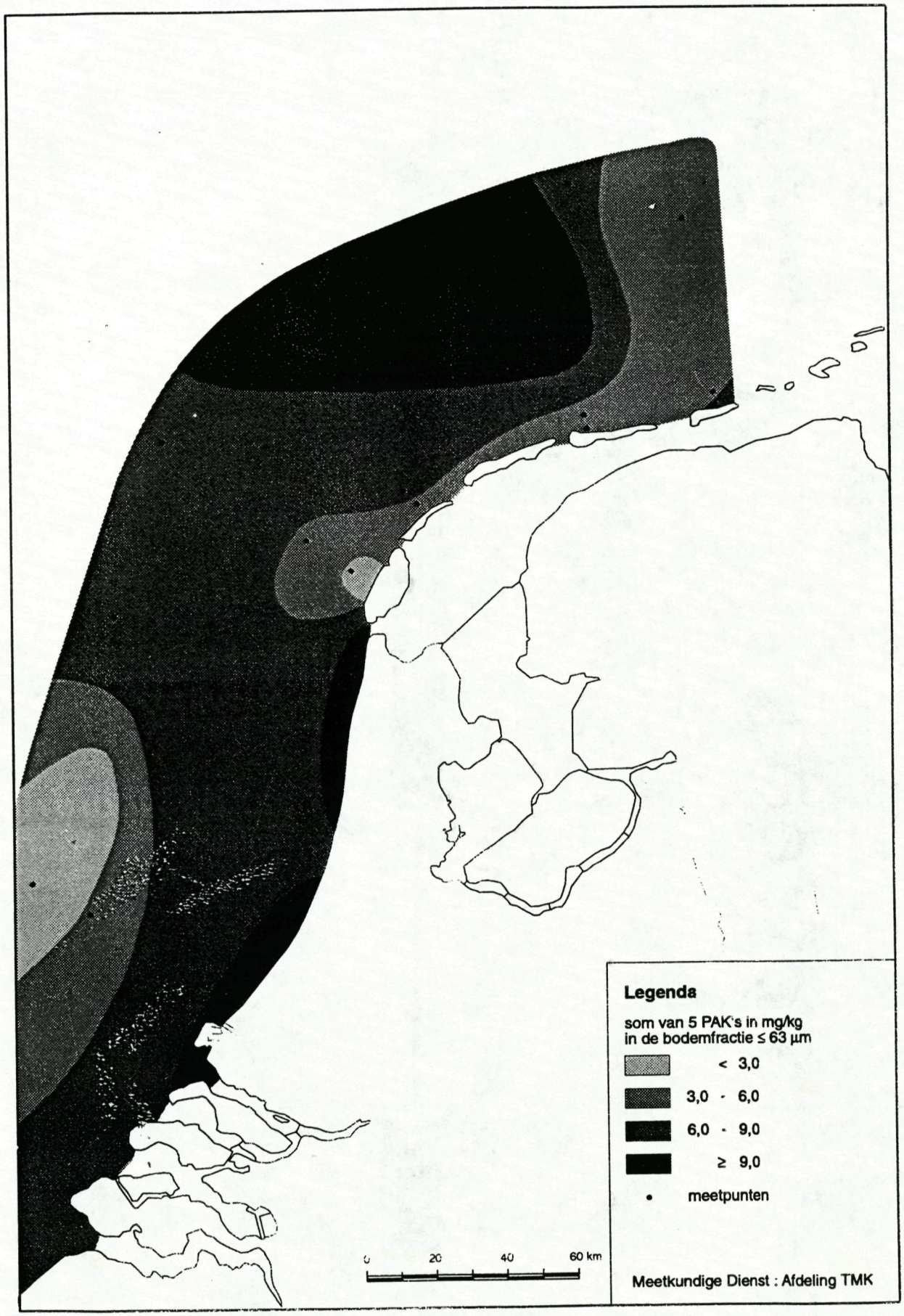


Sheet 16. De verspreiding van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (som 6 PAK's) in het NCP in 1986 en 1991.

Benz(a)pyreen

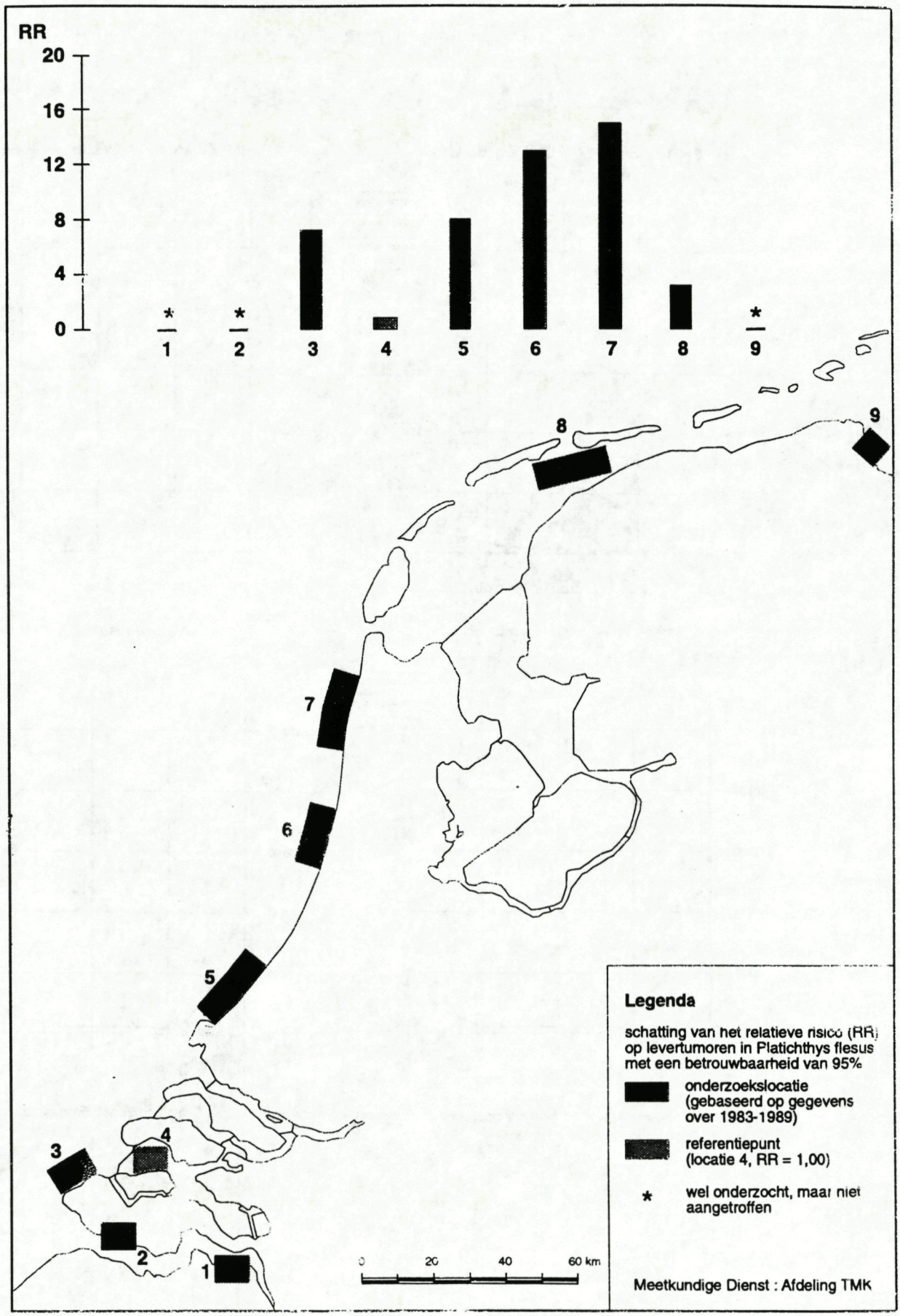


Sheet 17. Benz(a)pyreen.



Sheet 18. De verspreiding van PAK's (som 5 PAK's in mg/kg in de bodemfractie <63 um)in de Nederlandse kustzone.

Levertumoren in bot



Sheet 19. Levertumoren in bot langs de Nederlandse kustzone.

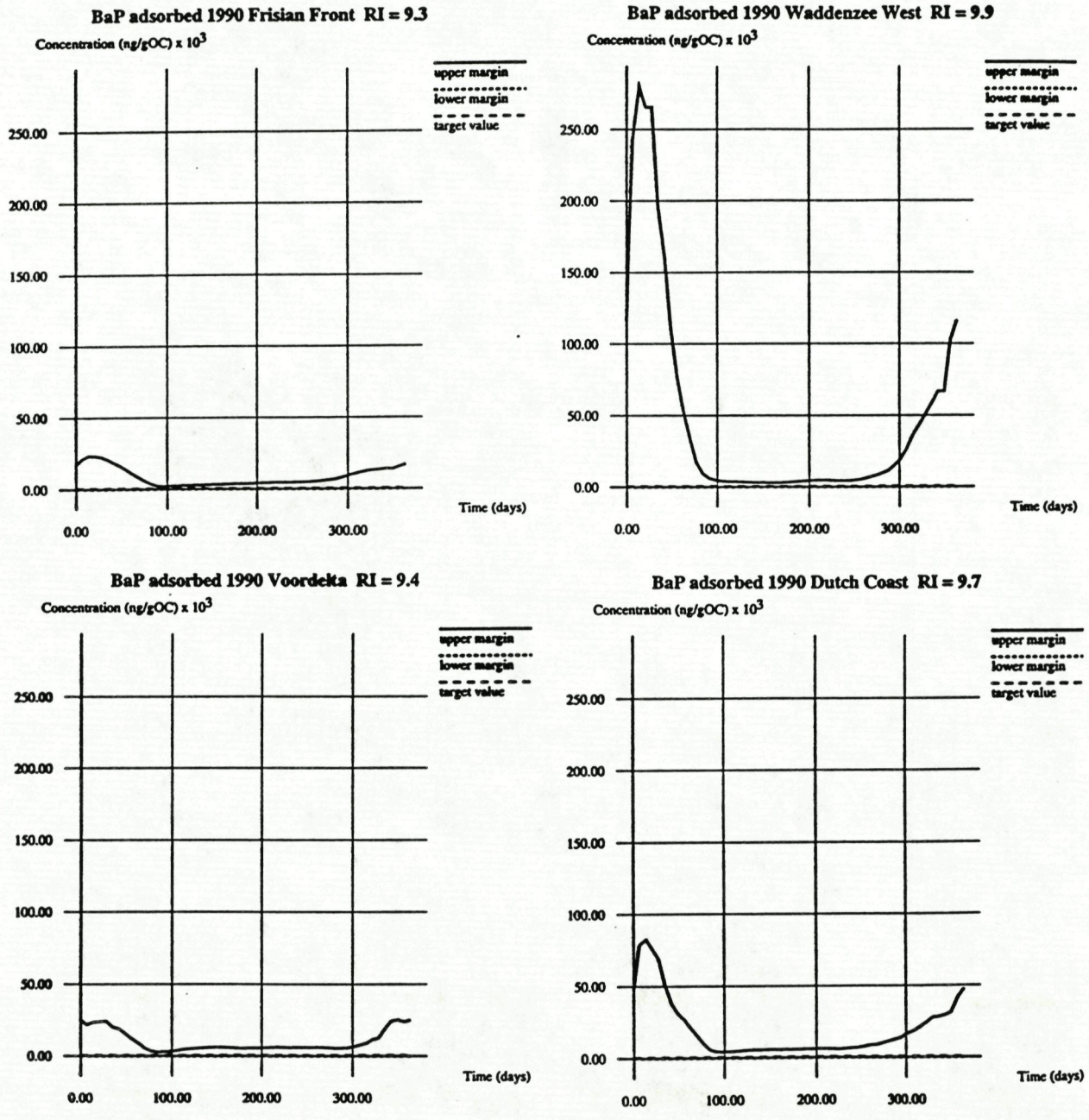
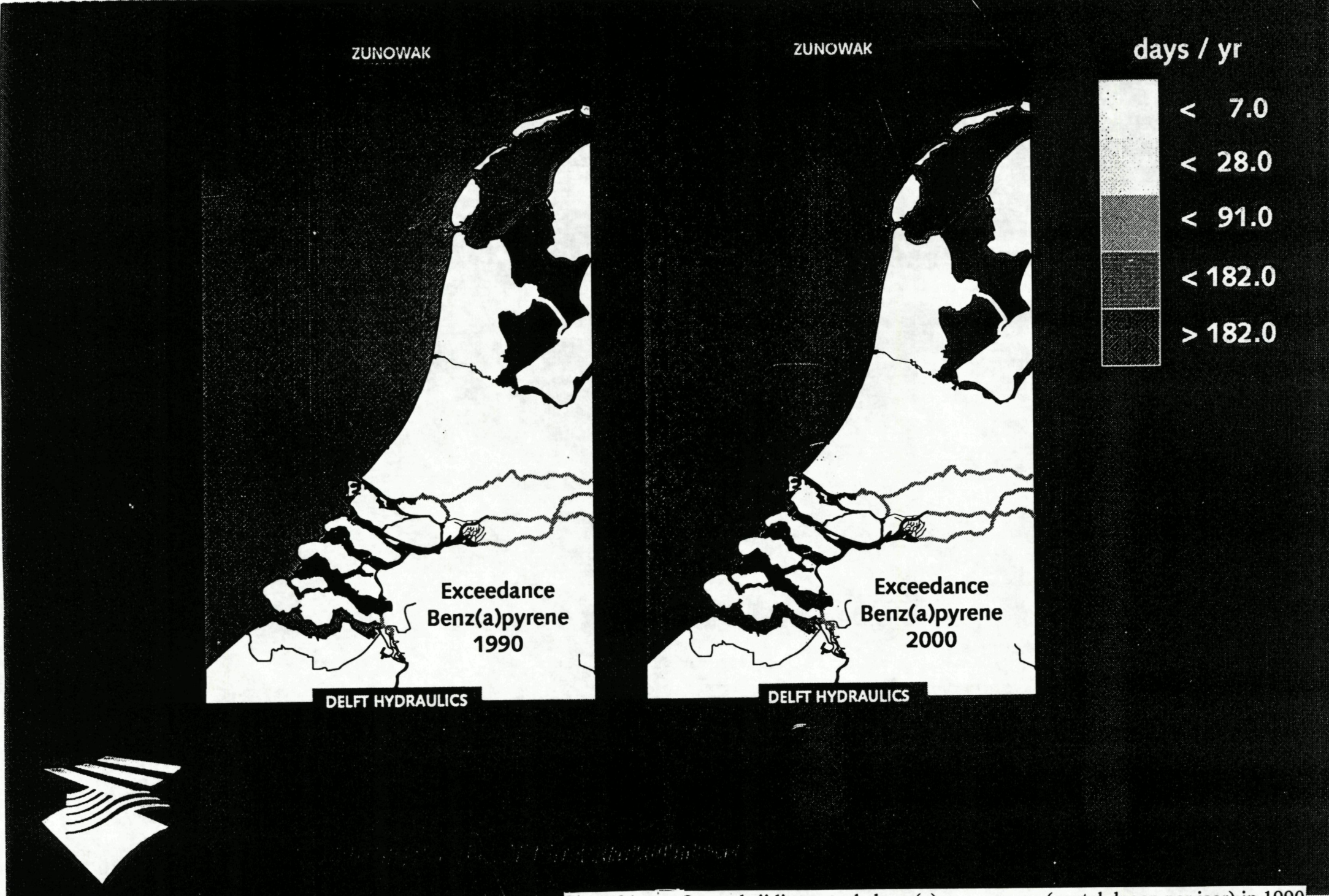


Figure 28: moving average of 95 percentile concentration of benz(a)pyrene in the Dutch Coast and Frisian Front area compared with the assessment criterion over time for 1990.

Sheet 20. Betrouwbaarheidsinterval van 95 % percentielconcentraties van benz(a)pyreen in de Nederlandse kustzone en het Friese Front vergeleken met de vastgestelde streefwaarde voor 1990.



Sheet 21. Overschrijding van de benz(a)pyreennorm (aantal dagen per jaar) in 1990 en in 2000

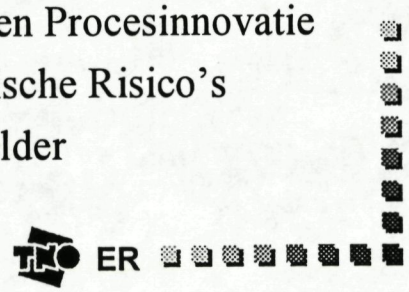
BIJLAGE 3

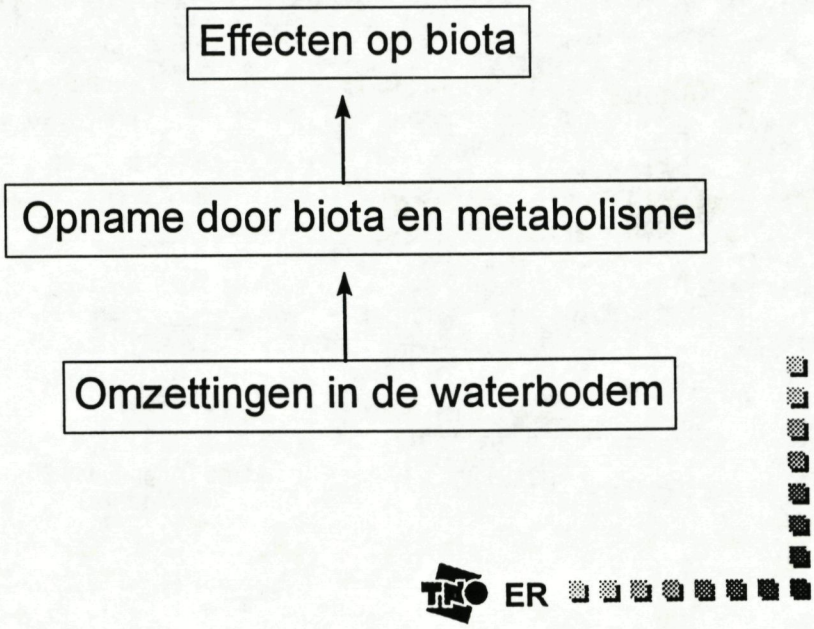
Sheets voordracht Scholten

Het lot en de effecten van PAKs in zeebodems: resultaten uit experimenteel onderzoek

Drs. Martin C.Th. Scholten

TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie
Afdeling Ecologische Risico's
Den Helder



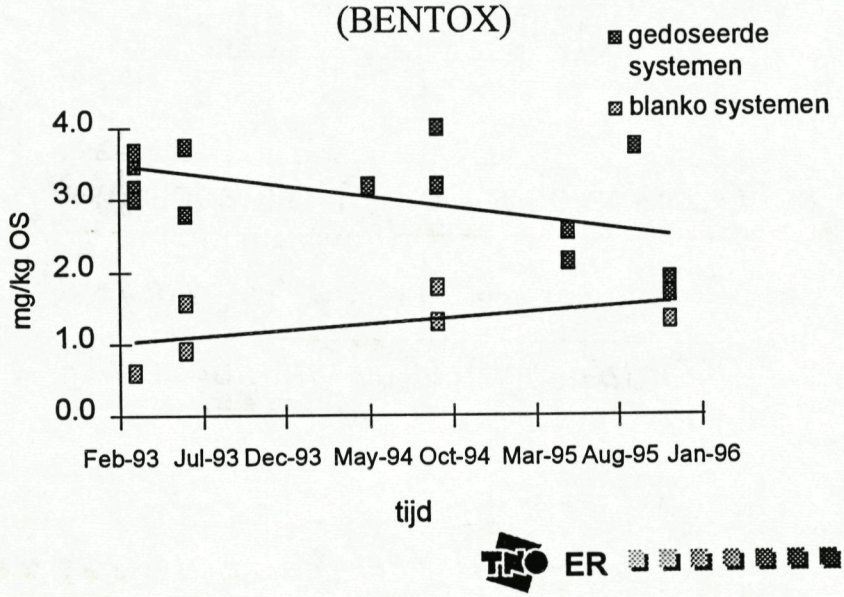


AFBRAAK VAN PAK's IN ZEEBODEMS IS TRAAG

- Fotochemisch (licht)
- Microbiologisch (zuurstof)

TNO ER

AFNAME BaP IN MARIEN SEDIMENT (BENTOX)



TNO ER

AFNAME BaP GEHALTE IN MARIENE SEDIMENT

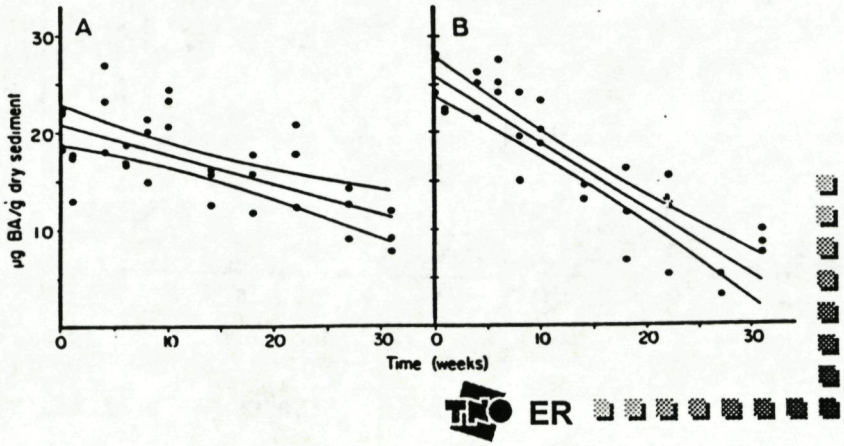
- BENTOX 1993 - 1995: 20% in 2,5 jaar
- BOTLEK 1986 - 1990: 50% in 4 jaar

TNO ER

Bioturbatie en biodegradatie (1)

(Gardner et al., 1979)

BaP afname in fijn kustzand
A: zonder Capitella capitata
B: met Capitella capitata

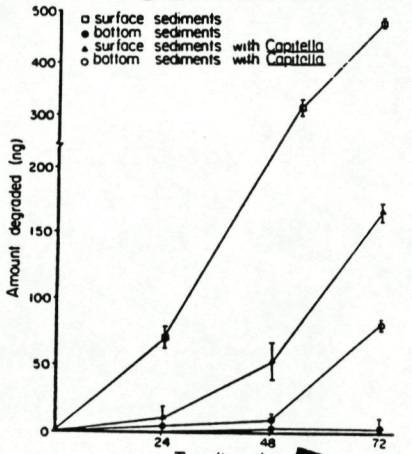


TNO ER

Bioturbatie en biodegradatie (2)

(Lee et al., 1979)

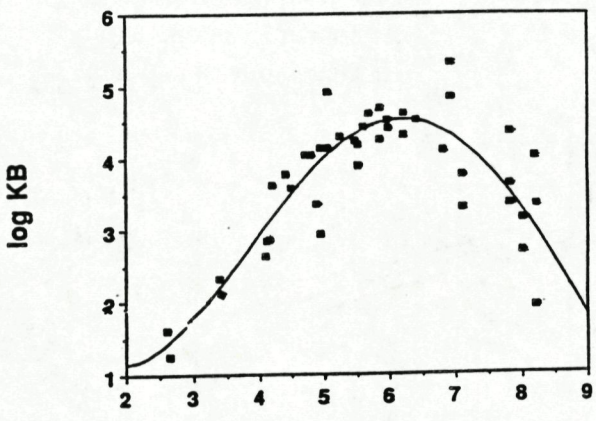
^{14}C-BAP afbraak



TNO ER

Relatie accumulatie en Kow voor waterdieren

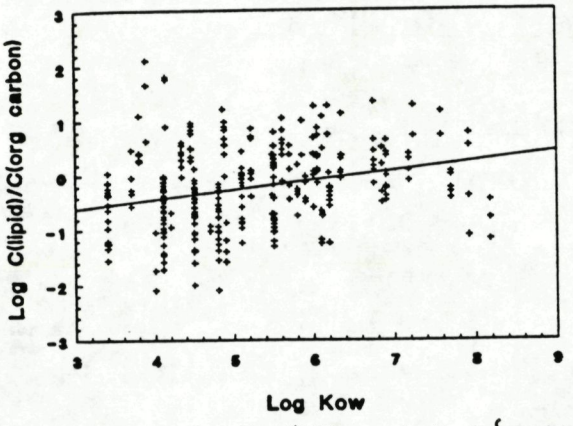
(Hawker, 1990)



TNO ER

Relatie accumulatie en Kow voor bodemdieren

(Bierman, 1990)



igure 3. Linear regression of log C^l/C^{oc} versus log K_{ow} for complete ata set.

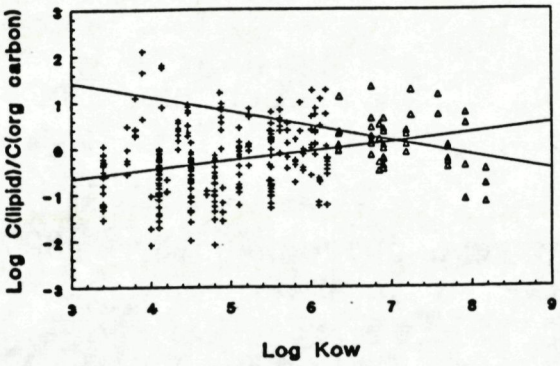
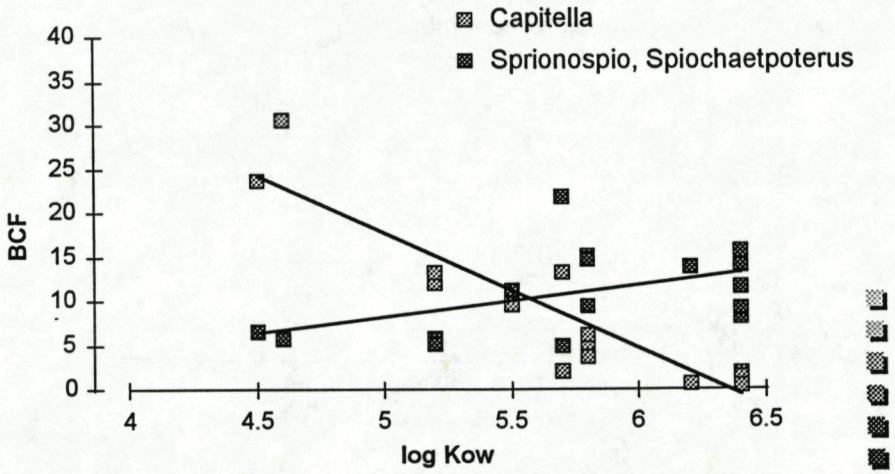


Figure 10. Linear regressions of log C^l/C^{oc} versus log K_{ow} for complete data set. Separate regressions conducted for log K_{ow} < 6.2 (+) and log K_{ow} > 6.2 (Δ).

TNO ER

SOORTSPECIFIEKE VERSCHILLEN IN BIOACCUMULATIE VAN PAKS

(Bayona, 1991)



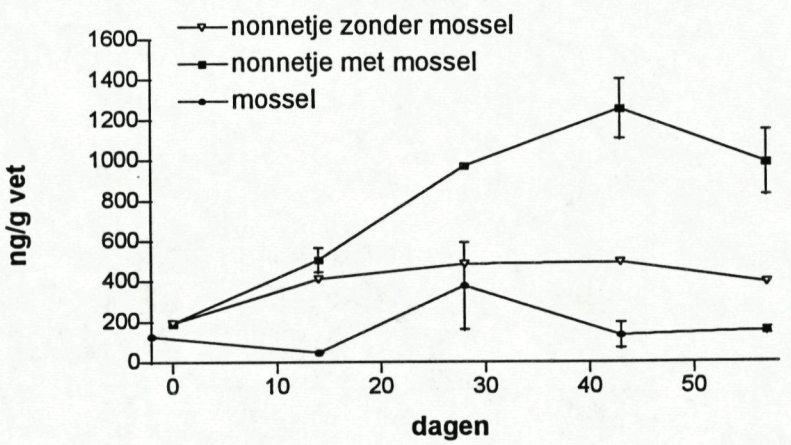
TNO ER

BIOACCUMULATIE BaP (µg kg^{-1} vet) IN BENTOX

	Controle	BaP	BaP+FAN
zeepier	1370	7650	5670
kokkel/nonnetje	65	480	175

TNO ER

Bioaccumulatie BaP



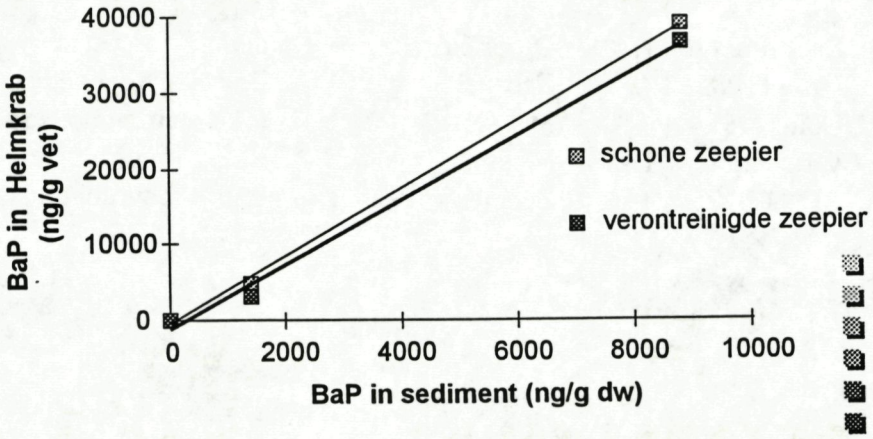
TNO ER

METABOLISME IN INVERTEBRATEN

Weekdieren	-	Livingstone (1989)
Koralen	-	Kennedy (1992)
Polychaeten	-	McElroy (1985, 1990)
Kreeftachtigen	-	Lee (1975); Hale (1988)
Echinodermaten	-	Den Besten (1993)

TNO ER

DOOR METABOLISERING GEEN BIOMAGNIFICATIE
Vb BEON studie: Zeepier - helmkrab



TNO ER

EFFECTEN OP BIOTA

- Carcinogeniteit
- Mutageniteit



TOXISCHE EFFECTEN PAKs OP MARIENE BIOTA

Landrum (1994)	Diporeia	div.	narcosis
Hose (1985)	Zeeëgel	BaP	cytogenetica
Coles (1994)	Mossel	FAN	immuno-response
Wrisberg (1991)	Mossel	BaP	micronuclei-schade
BENTOX	Zeepier/kokkel	BaP	bevruchtingssucces



Aquatische genotoxiciteit bij de mossel

(Wrisberg, 1991)

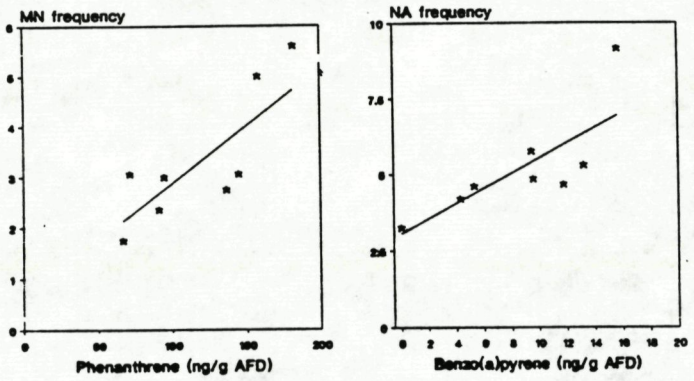


Figure 5.5.
The MN and NA frequencies in mussels exposed to sediment from Botlek inner harbour showed significant linear relationships with Phenanthrene ($p < 0.0005$) and Benzo(a)pyrene ($p < 0.0005$) respectively.

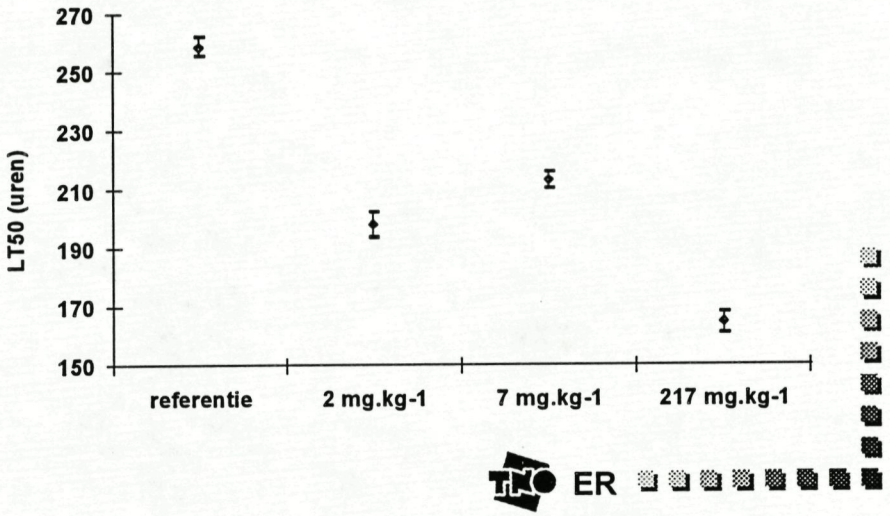
TNO ER

REPRODUKTIESUCCES ZEEPIER (BENTOX)

		BaP	
		-	+
FAN	-	89±12	85±15
	+	90±11	84±12

TNO ER

AANTASTING STRESSTOLERANTIE MOSSEL (BENTOX)



TNO ER

DISCREPANTIE TOXICITEIT WATER-SEDIMENT VOORBEELD: BaP

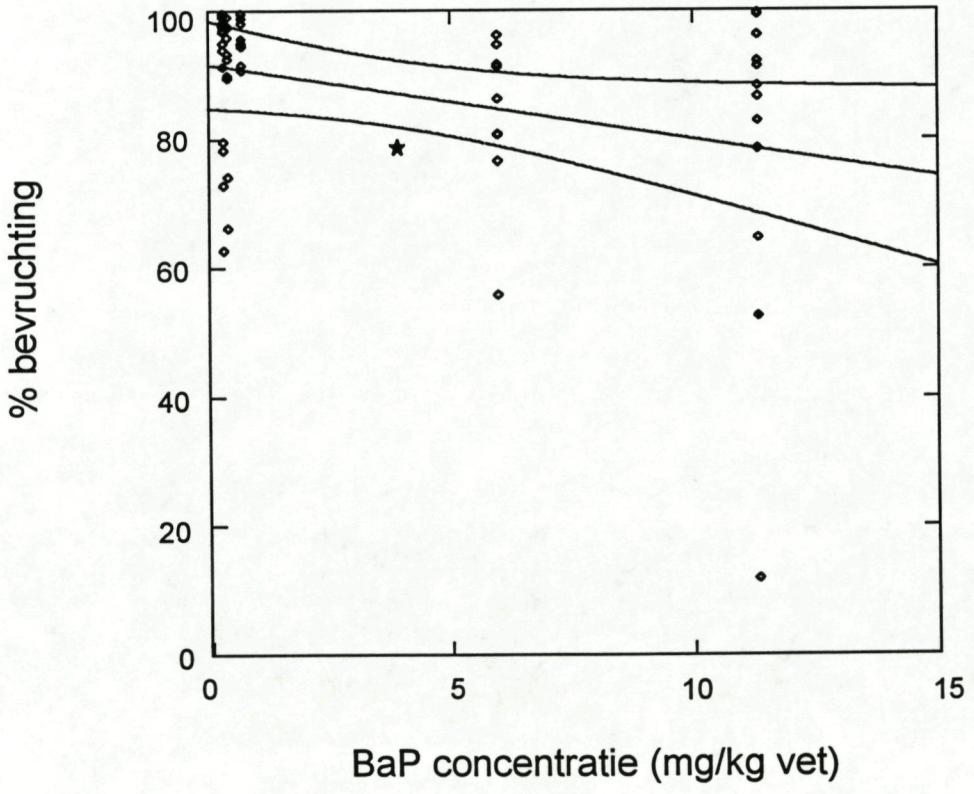
Water:	QSAR-NOEC Watervlo	≈ 4 µg l^{-1}
	Vis	≈ 2 µg l^{-1}
	Oplosbaarheid	≈ 3 µg l^{-1}
Sediment:	Partitie-equivalent	≈ 600 µg g^{-1}os
	MTR	≈ 25 µg g^{-1}os
	NOEC (Payne et al., 1989)	≈ 10 µg g^{-1}os
	Toetswaarde baggerspecie	≈ 8 µg g^{-1}os
	LOEC (BENTOX)	≈ 3 µg g^{-1}os

TNO ER

CONCLUSIE

Aanvullende informatie over toxische effecten (gebaseerd op mutageniteit) op in sediment levende dieren is noodzakelijk voor een adequate beoordeling van de ecologische risico's van de actuele PAK verontreiniging van zeebodems

TNO ER



BIJLAGE 4

Sheets voordracht Hagel

BEON Thema bijeenkomst



Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

Donderdag 22 februari 1996 om 14.40 - 15.10 uur

PAK's in schelpdieren en garnalen

Paul Hagel

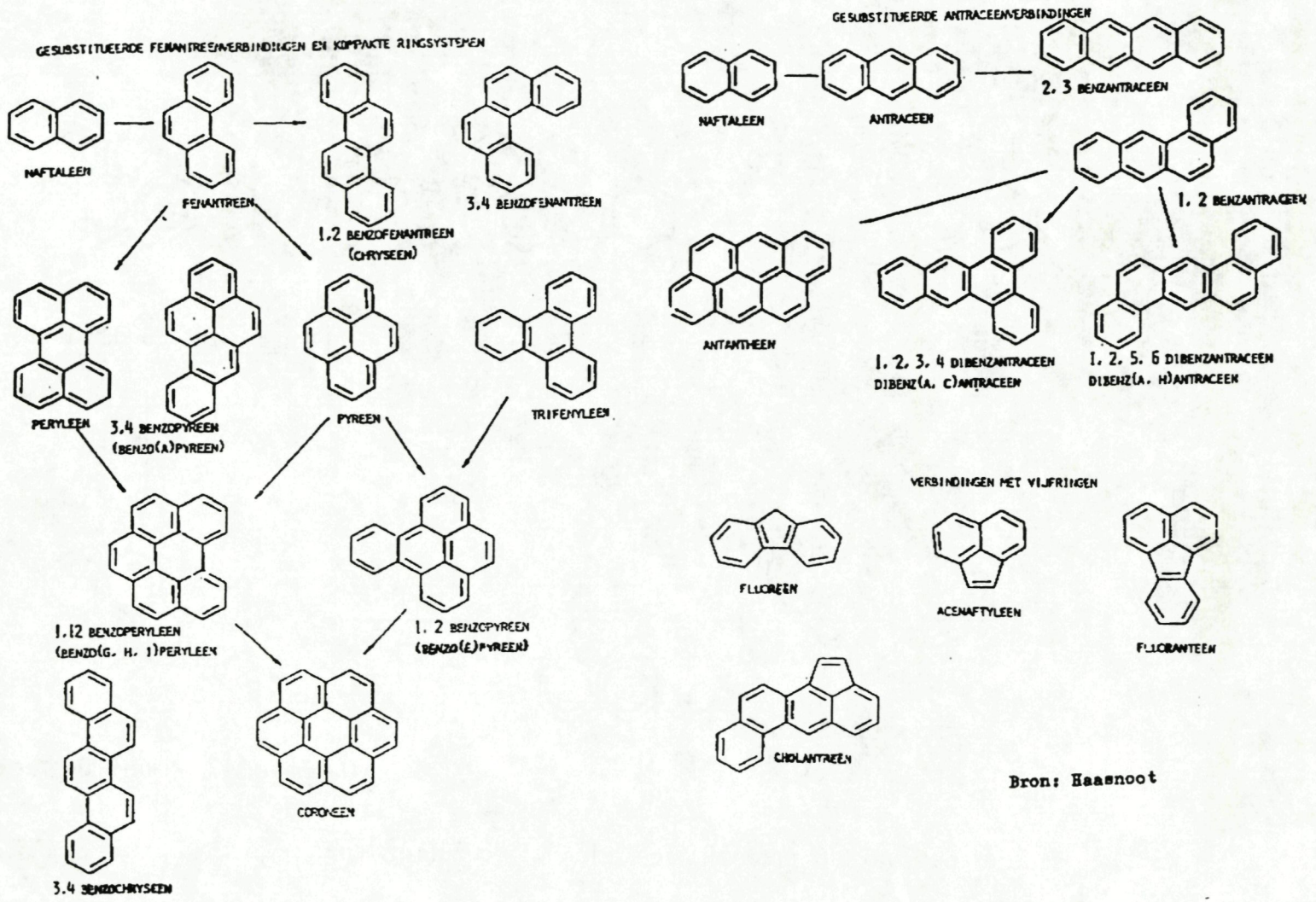
(RIVO-DLO)

Sheet 1. Inleiding.

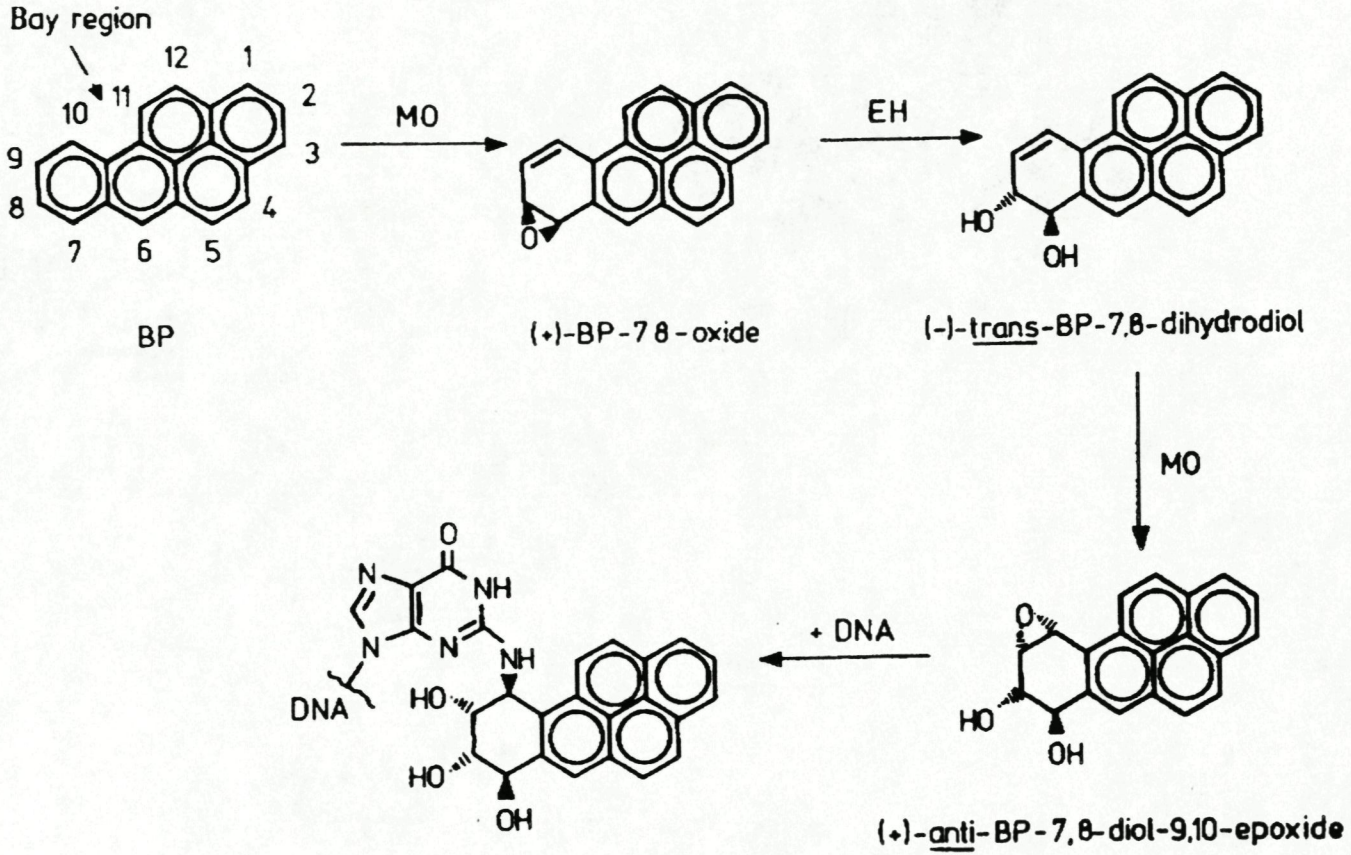
Structuur PAK's

- Organische stoffen opgebouwd uit twee of meer gekoppelde alleen uit koolstof en waterstof bestaande aromatische ringen.

Sheet 2. De structuur van PAK's.



Sheet 3. Chemische structuur van enkele PAK's.



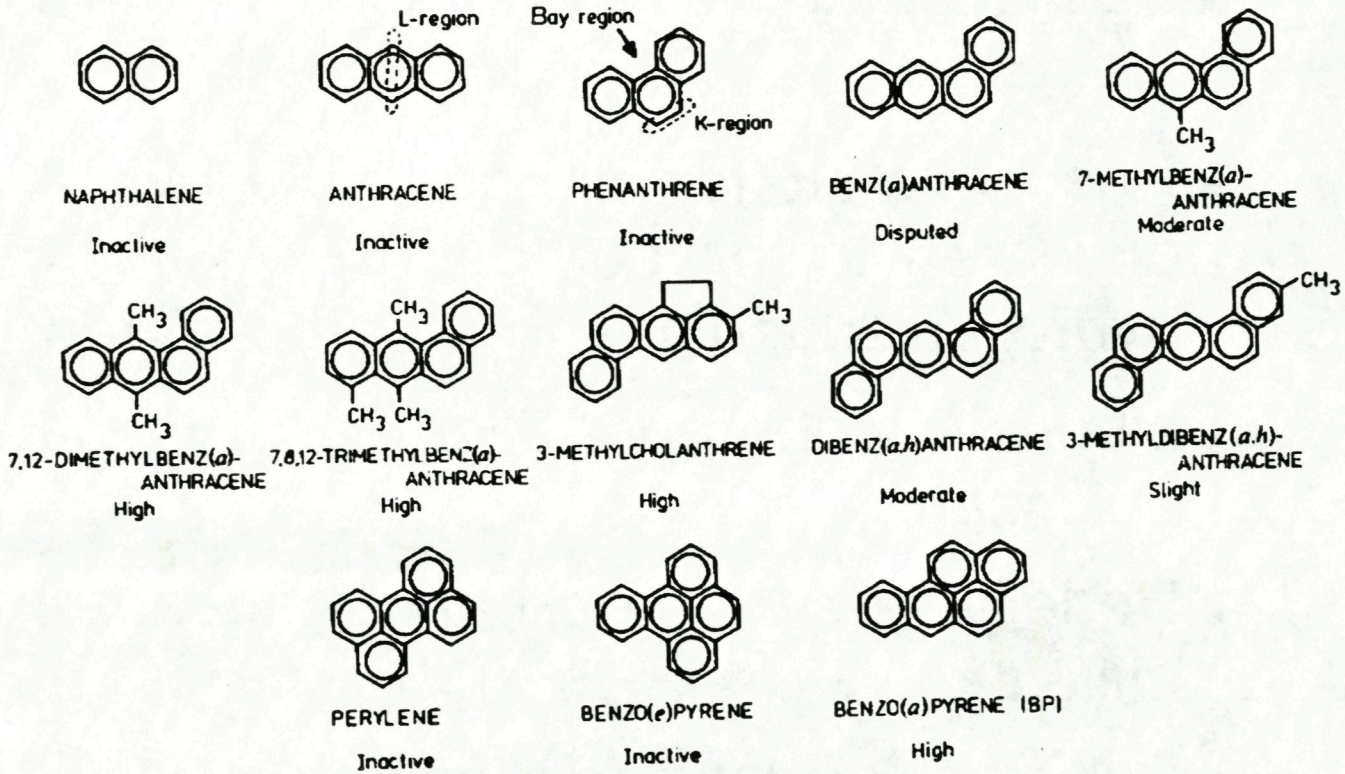
Major pathway of metabolic activation of benzo(*a*)pyrene.

Sheet 4. De belangrijkste weg/route van de metabolische activatie van benzo(a)pyreen.

Eigenschappen PAK's:



- Reactieve stoffen die gemakkelijk oxyderen tot bijvoorbeeld hydroxylverbindingen en carbonzuren.
- Lipofiele stoffen die zeer slecht in water oplossen.
- Redelijk goed afbreekbaar in aquatisch milieu.
- Behoren tot de meest bekende kankerverwekkende stoffen.



Structural formulae and carcinogenic activity of PAHs mentioned in the text.

Sheet 6. De chemische structuur en de carcinogene activiteit van PAK's.

Eigenschappen PAK's:

- Worden in hogere organismen gemetaboliseerd tot bijvoorbeeld epoxiden en gehydroxyleerde stoffen.
- Bepaalde metabolieten, dihydrodiolepoxiden, lijken in hoofdzaak verantwoordelijk voor kankerverwekkende eigenschappen.

Sheet 7. Eigenschappen van PAK's.

Bronnen PAK's:



- Vulkanisme en bosbranden.
- Onvolledige verbranding van organisch materiaal door de mens (hout, aardolie, tabak, steenkool, afvalverwerking).
- Gebruik teerprodukten (beschoeiingen, scheepshuiden).

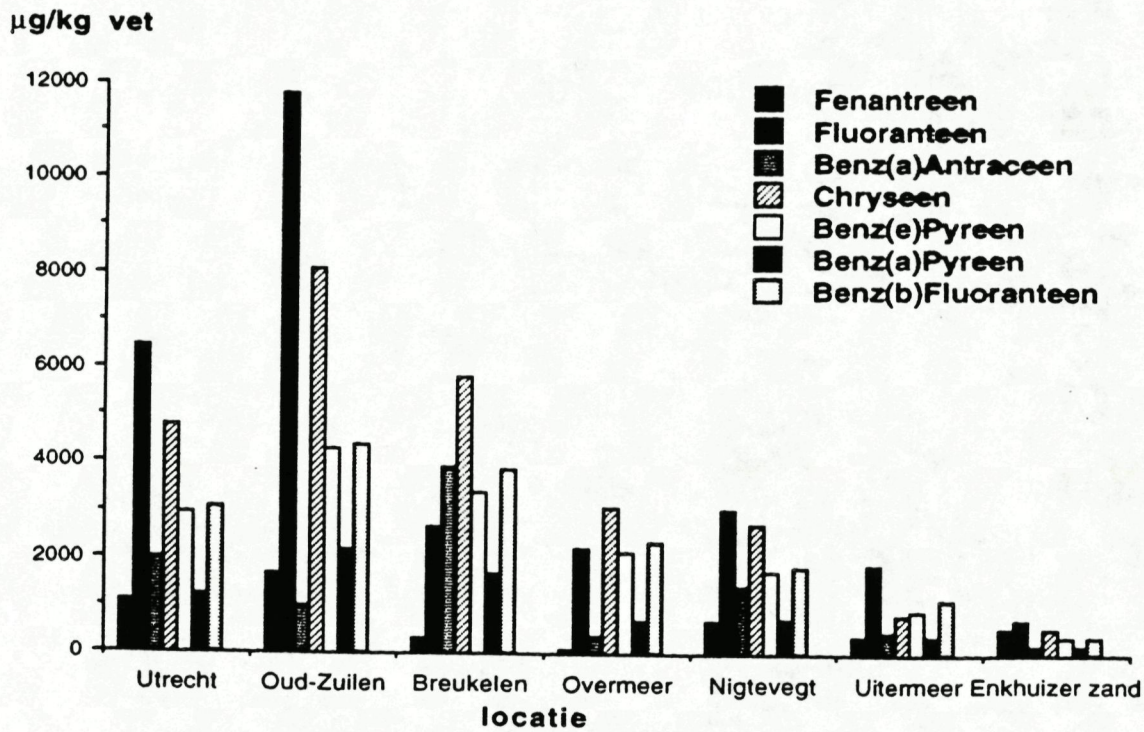
Sheet 8. Bronnen van PAK's.

Blootstelling aan PAK's:

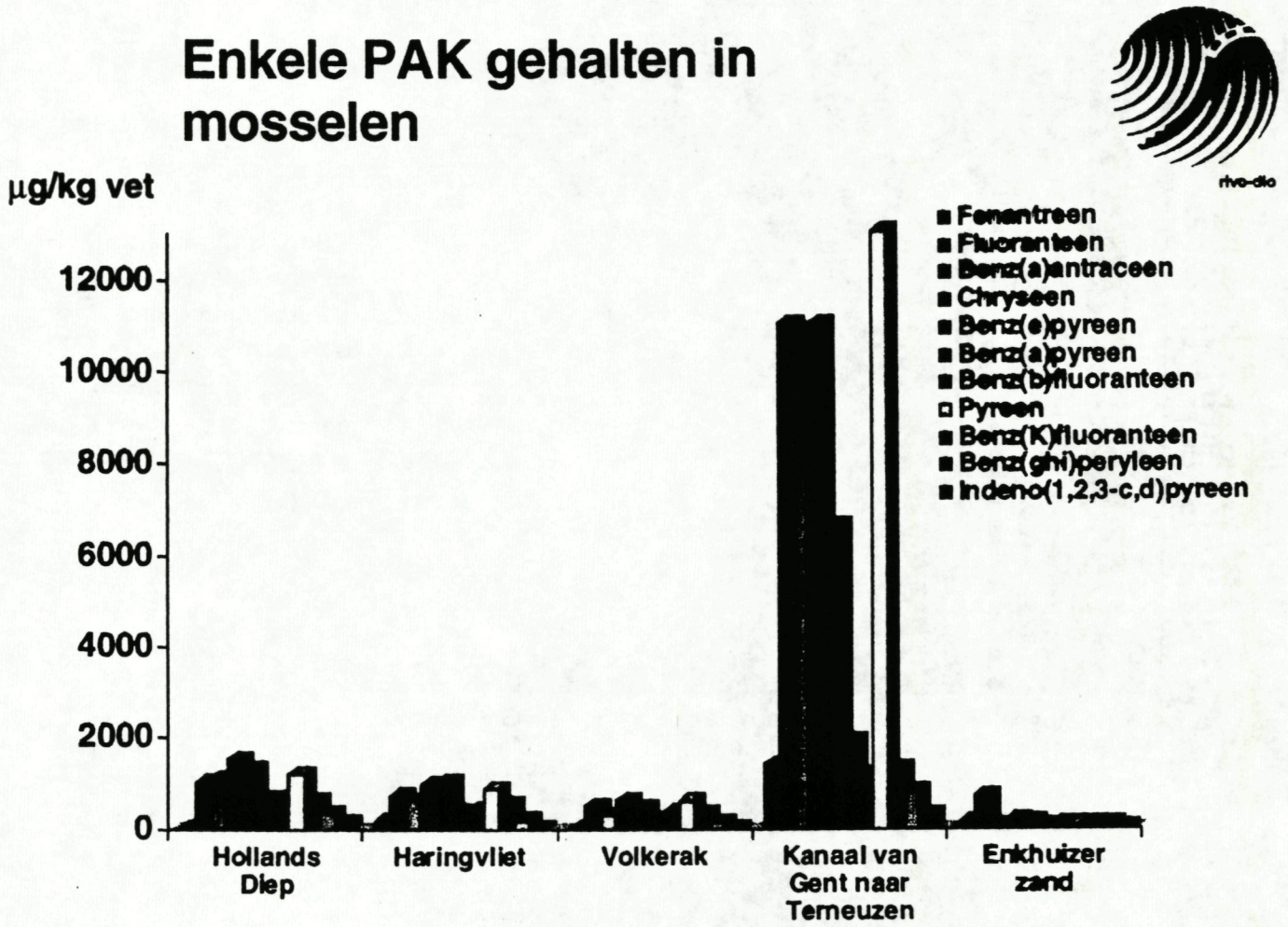
- Uit voedsel en dranken.
- Uit lucht.
- Uit industriële processen (inclusief roken).

Sheet 9. Blootstelling aan PAK's.

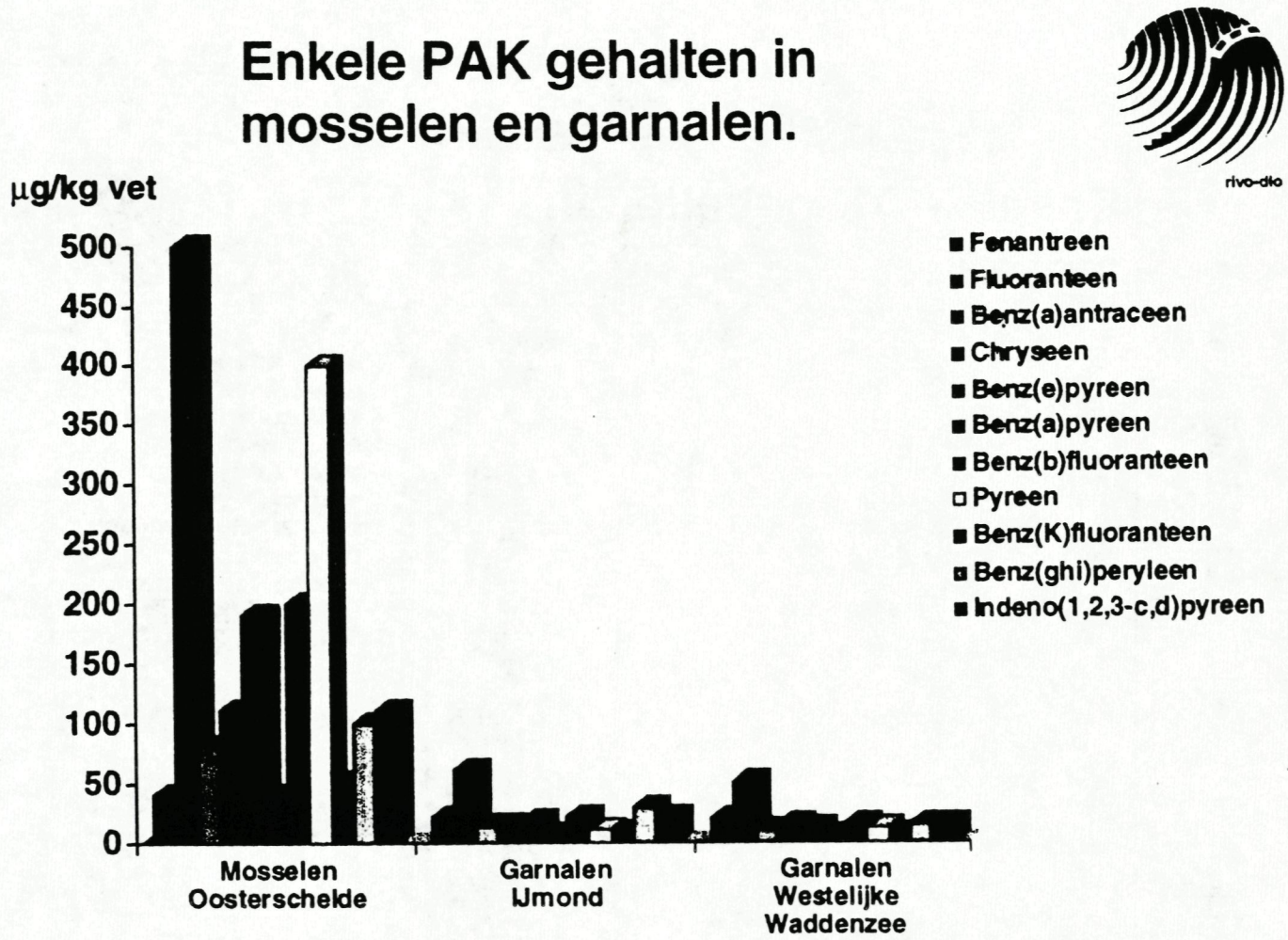
Enkele PAK gehalten in driehoeksmosselen na zes weken blootstelling in de Vecht.



Sheet 10. Enkele PAK gehalten in driehoeksmosselen na zes weken blootstelling in de Vecht.



Sheet 11. Enkele PAK gehalten in mosselen.



Sheet 12. Enkele PAK gehalten in mosselen en garnalen.

Blootstelling aan PAK's uit voedsel:

Produkt	Gemiddelde PAK gehalte (µg/kg)	Consumptie (g/dag)	Dagelijkse opname µg/dag	Dagelijkse opname %
Groente	14	157	2	21
Koffie	2 - 16	15	0,2	0,3 - 2
Gerookte vis	0,3 - 12	14	0,1	0,04 - 1,5
Brood	3 - 6	150	0,8	5 - 9
Garnalen/mosselen	7 - 140	2	0,2	0,1 -3
Overige voedsel	6	1200	7	65

Bron LAC nr 86.3 (1986)

Sheet 13. Blootstelling aan PAK's uit voedsel.

Totale blootstelling aan PAK's:

Bron	Benz(a)pyreen	Kankerverwekkernde PAK's	Totaal PAK's
Voeding	0,1 - 0,3	0,3 - 4	3 - 17
Lucht	0,004 - 0,007	0,04 - 0,07	0,6 - 1,0
Roken (aktief)	0,1 - 2,5	0,5 - 12	6 - 160
Roken (passief)	0,02 - 0,4	0,1 - 2	1 - 26

Bron: PAK-rapport CCRX (1987)

Sheet 14. Totale blootstelling aan PAK's.

Conclusies:



- PAK-gehalten in voedingsmiddelen leveren ongeveer eenzelfde belasting van de consument als passieve rokers.
- PAK-gehalten in voedingsmiddelen liggen met een niveau van 0,3-4 µg/dag kankerverwekkende stoffen ruim beneden het niveau van 78 µg/dag waarbij een sterke toename van het aantal gevallen van kanker is te verwachten.

Conclusies:



- Normstelling voor PAK's zou een interessante basis voor normstelling voor andere kankerverwekkende stoffen kunnen leveren.

Aanbevelingen:

- Betere identificatie van de bronnen van de zeer hoge PAK-belasting in de Nederlandse (binnen)wateren.
- Gerichte maatregelen om deze bronnen van PAK's te saneren.

Sheet 18. Aanbevelingen.

Conclusies:



- PAK gehalten in schelpdieren leveren slechts een paar procent van de belasting van de consument met deze stoffen.
- PAK-gehalten in schaaldieren liggen op een ongeveer 10 maal lager niveau dan in schelpdieren.
- De PAK-belasting van het Nederlandse kustwater ligt op eenzelfde niveau als de minst met PAK's belaste Nederlandse binnenwateren.

Risico's PAK's voor de mens:



- Ratten vertonen bij blootstelling aan 10µg BaP per week een sterke toename van het aantal gevallen van kanker.
- Voor de mens zou dat betekenen 545 µg BaP per week of 78 µg BaP per dag.
- Normstelling voor PAK's ontbreekt.

Sheet 16. Risico's van PAK's voor de mens.

BIJLAGE 5

Sheets voordracht Dijkman

"kanttekeningen vanuit het beheer"

introductie

Frens Dijkman

waterhuishouding RWS-NH

* **WVO in NZK en W-Waddenzee**
* **waterbodemsanering (WBB)**
* **"verwerking" baggerspecie**

vz. wg. zoute baggerspecie

* **uniforme toetswaarden ENW**
* **coörd. uitvoering RD's**
* **rapportage vrachten**
* **begeleiding SPECIMEN**

de noord-hollandse situatie

rol provincie

vanaf 1988 aandacht in kader van provinciaal afvalstoffenplan

in 1992 ontwerp-baggerspecieplan

korte termijn: bestaande "putten"

- **Amerikahaven**
- **Averijhaven**

lange termijn: "grootschalige" depots

- **IJmeer**
- **Den Helder (PKB Waddenzee)**
- **Velsen (exit bij besluitvorming)**

initiatieven RWS-NH

1. **realisatie depot Averijhaven**

   * **MER 1993/1994**
   * **lekkage 1995**
   * **start bouw 1996**
   * **convenant tijdelijkheid**

2. **MER speciedepot IJmeer (zoet)**

   * **samen met RWS IJsselmeergeb.**
   * **moeizaam bestuurlijk overleg**
   * **2 fasen MER**
     - **aanbod en locatiekeuze**
     - **inrichting**

3. **Open plan proces zoute specie**

   * **startnotitie**

omvang zoete baggerspecieprobleem (tot 2010) in miljoen m3 specie in situ

(bron startnotitie MER IJmeer)

	klasse 2	klasse 3+4
locaal	**5**	**13,5**
+ regionaal	**9**	**16**
+ bovenregionaal	**16**	**26**

- klasse 2 evt. in diepe putten

- mogelijkheden bergen elders (havengebied A'dam, Utrecht) maximaal benutten

- PAK'ś in 8 van de 10 gevallen "klassebepalend"

Sheet 4. Omvang zoete baggerspecie probleem (tot 2010) in miljoen m3 specie in situ.

omvang zoute baggerprobleem

open plan proces benadering

advertentie

startnotitie net ingediend bij GS

aanbod 1995 - 2010 (in miloen m3 in situ)

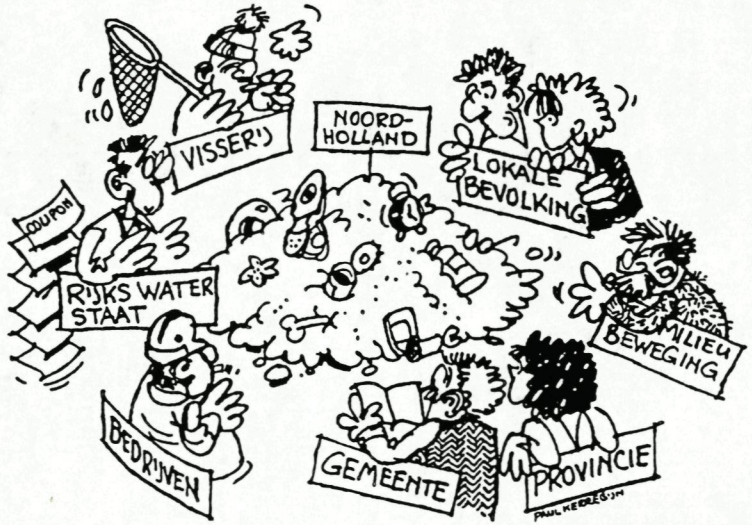
	Velsen	Den Helder
klasse 2	**52.5**	**16.6**
klasse 3/4	**3.5-6**	**2.3**

totaal dus ca. 70 milj. m3 klasse 2 en 6 - 8 milj. m3 klasse 3/4

Rijkswaterstaat wil u betrekken

Opruimen vervuilde waterbodem Noord-Holland

In Noord-Holland hebben we een probleem: er ligt vervuild zout slib op de bodem van havens en kanalen, met name in het Noordzeekanaal en in de regio Den Helder. Dit vormt een gevaar voor de volksgezondheid, het milieu en de economie. Het vervuilde slib kan daarom niet zomaar in open water blijven liggen.



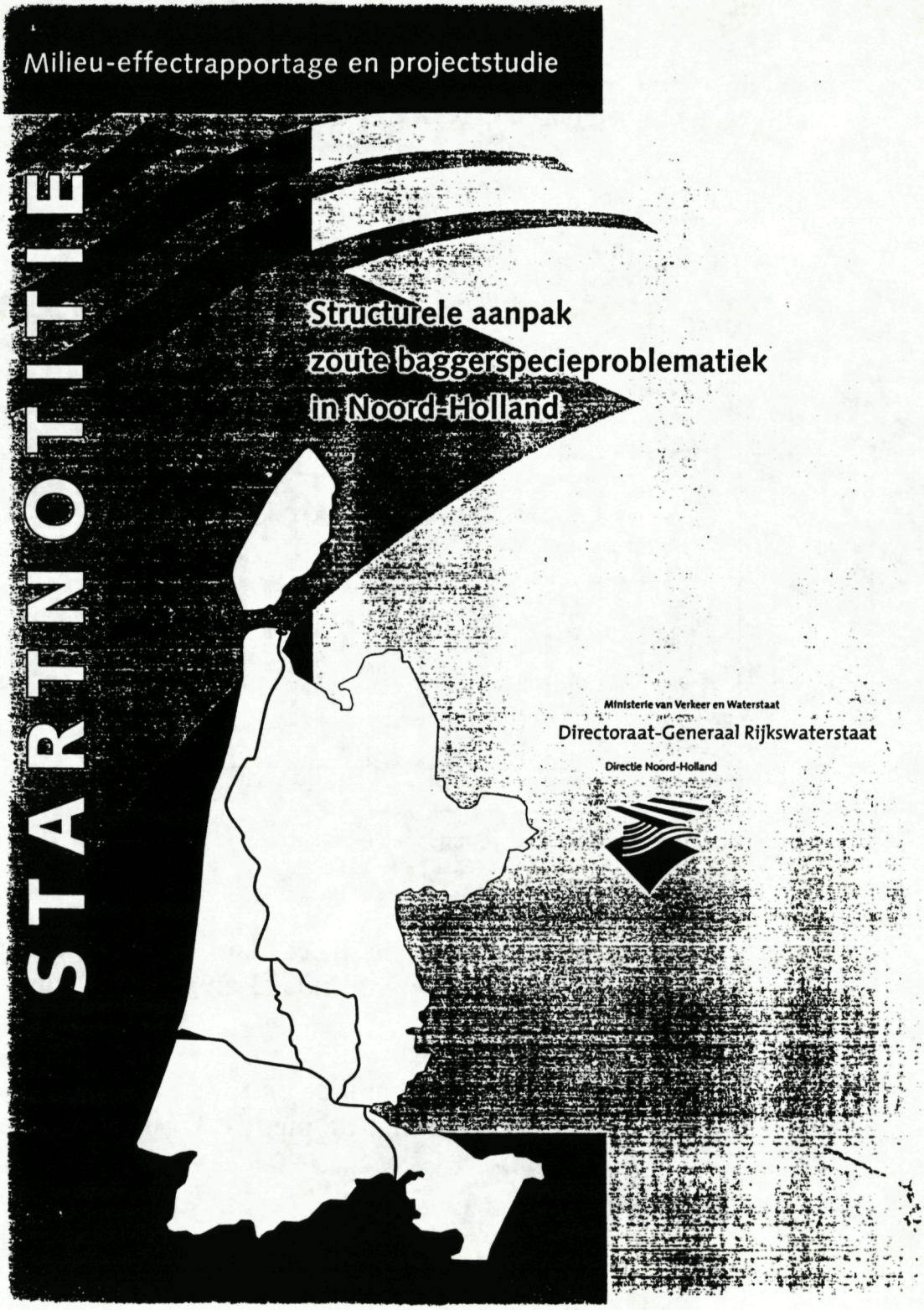
Als we het slib niet weghalen, komt de verontreiniging op termijn in het grondwater en in het oppervlaktewater. Bedrijven en de beroepsvaart stuiten ook op problemen: door de toename van dit vervuilde slib worden vaargeulen ondieper en steeds minder begaanbaar voor

Bevolking praat mee

Het wordt overigens een uitgebreid traject: van studie naar oplossing voor de vervuilde waterbodem. Bij al die stappen willen we met u in gesprek gaan. Op dit moment praten we al met een aantal maatschappelijke groeperingen

Wilt u betrokken worden, vul dan onderstaande bon in. We sturen u over het project regelmatig informatie toe. Voor aanvullende informatie kunt u contact opnemen met de projectleider, de heer V. Schaap, telefoon: 023 - 530 15 90.

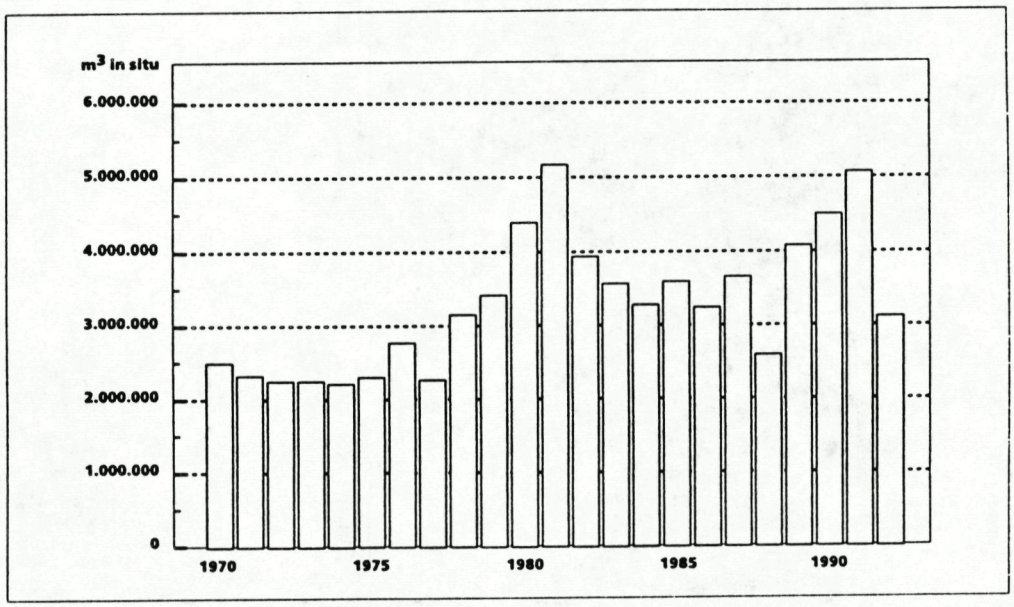
Sheet 6. Advertentie van Rijkswaterstaat over het opruimen van vervuilde waterbodem Noord-Holland.



Sheet 7. Startnotitie. Structuele aanpak zoute baggerspecieproblematiek in Noord-Holland.

"eigen" baggerwerk IJmuiden

jaarlijks ca. 3 milj. m3



Figuur 2: Volume onderhoudsspecie (in situ) regio Velsen vanaf 1970

RIKZ: globaal de helft van de baggerspecie afkomstig van loswal noord en loswal IJmuiden

kwaliteit: voldoet aan de uniforme toetswaarden; wel problemen met de nieuwe WVZ-ontheffing

BEON thema bijeenkomst

THEMA
POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN

Discussie over de consequenties van
nieuwe onderzoeksresultatenvan PAK's
voor beleid en beheer

Datum : 22 februari 1996
Tijd : 13.15 uur
Plaats : Den Haag, RWS-RIKZ; Colloquiumzaal (zaalnr. 1.05),
Kortenaerkade 1

PROGRAMMA

13.15	Aankomst; koffie	
13.30 - 13.40	Inleiding	prof. dr. N.M. van Straalen (Vrije Univ. A'dam)
13.40 - 14.10	PAK's in de Noordzee; Bronnen en trends	drs. K. Wulffraat (RWS-RIKZ)
14.10 - 14.40	Lotgevallen van PAK's; Experimentele resultaten	drs. M. Scholten (TNO-MEP)
14.40 - 15.10	PAK's in mosselen	drs. P. Hagel (RIVO-DLO)
15.10 - 15.30	Thee en koffie pauze	
15.30 - 16.00	Normering voor PAK's; Methoden	drs. D. Jonkers (VROM)
16.00 - 16.30	Kanttekeningen vanuit het beheer	drs. F. Dijkman (Directie Noord Holland)
16.30 -17.00	Algemene discussie	
17.00	Borrel	

Gastvoorzitter : prof. Dr. N.M. van Straalen (Vrije Univ. van Amsterdam)
Voordrachten : presentaties 20 min. En 10 min. Voor toelichtende vragen

Deelnemerslijst

Freek Ariese	IVM
Arthur Baart	WL
Froukje Balk	BKH Adviesbureau
Margriet Beek	RIZA, Lelystad
Paul Berends	Hoofddirectie, RWS
Jacob de Boer	RIVO-DLO
Timco van Brummelen	Directie Noordzee, RWS
Frans Dijkman	Directie Noord Holland, RWS
Sies Dogger	Gezondheidsraad
Paul Hagel	RIVO-DLO
Sandra van Hamel	RIKZ
MaartenJan Heesen	Programma bureau BEON
Douwe Jonkers	VROM-DGM
Dennis Kalf	RIVM
Hans Klamer	RIKZ
Joop de Knecht	Vrije Universiteit Amsterdam
Andries Krijgsman	Gemeentelijk Havenbedrijf Rotterdam
Remi Laane	RIKZ
Eelco Leemans	RIKZ
Wim Ma	IBN-DLO, Wageningen
Christophe Raoux	
Maarten Scheffer	Programma bureau BEON
Martin Scholten	TNO
Johannes Smits	WL
Jaap Struijs	RIVM
Nico van Straalen	Vrije Universiteit Amsterdam
Peter van Vlaardingen	Universiteit van Amsterdam
Joop Vegter	VROM-TCB
Jan Visser	Programma bureau BEON
Jeannet Weggeman	Hoofddirectie RWS
Kees Wulffraat	RIKZ

Reeds verschenen BEON rapporten:

BEON rapport nr.	1.	BEON Meerjarenplan 1988-1993.	1987
BEON rapport nr.	2.	BEON Jaarwerkplan 1988.	1988
BEON rapport nr.	3.	BEON Modellering.	1988
BEON rapport nr.	4.	BEON meerjaren Uitvoeringsprogramma 1988-1993.	1989
BEON rapport nr.	5.	BEON Jaarwerkplan 1989.	1989
BEON rapport nr.	6.	Findings of the BEON Workshop in preparation for the Third North Sea Conference.	1989
BEON rapport nr.	7.	Beleidspresentatie BEON 23 juni 1989 Den Haag.	1989
BEON rapport nr.	8.	Effects of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea.	1990
BEON rapport nr.	9.	BEON Jaarwerkplan 1990.	1990
BEON rapport nr.	10.	BEON Voortgangsrapport 1988-1989.	1990
BEON rapport nr.	11.	Beleidspresentatie BEON 31 mei 1990 Den Haag.	1990
BEON rapport nr.	12.	Beleidspresentatie BEON 20 juni 1991 Den Haag.	1991
BEON rapport nr.	13.	Effects of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea. II. The 1990 - studies.	1990
BEON rapport nr.	13 A.	BEON Jaarwerkplan 1991.	1991
BEON rapport nr.	14.	BEON Jaarwerkplan 1992.	1992
BEON rapport nr.	15.	Beleidspresentatie BEON 19 juni 1992 Den Haag.	1992
BEON rapport nr.	16.	Effect of Beamtrawl Fishery on the Bottom Fauna in the North Sea. III. The 1991 - studies.	1992
BEON rapport nr.	17.	Beleidspresentatie BEON 12 december 1991.	1992
BEON rapport nr.	18.	Trace Element Geochemistry at the Sediment Water Interface in the North Sea and the Western Wadden Sea.	1993
BEON rapport nr.	19.	Effecten van met benzo(a)pyreen verontreinigd sediment op de Helmkrab (Corystes cassivelaunus). Rapportage Project BEONADD I/II.I	1993
BEON rapport nr.	20.	Scavenging seabirds behind fishing vessels in the Northeast Atlantic. (With emphasis on the Southern North Sea).	1993
BEON rapport nr.	21	Brug tussen Beleid en Onderzoek (Rapportage over het eerste BEON Meerjarenprogramma 1988-1992).	1993
BEON rapport nr.	93-1	Naar een duurzame ontwikkeling van de Noordzee. (Tweede Meerjarenprogramma BEON1993-1997).	1993
BEON rapport nr.	93-2	The appearance of scars on the shell of Arctica Islandica L. (Mollusca, Bivalvia) and their relation to bottom trawl fishery.	1993
BEON rapport nr.	93-3	BEON Jaarwerkplan 1993.	1993
BEON rapport nr.	93-4	BEON Beleidspresentatie "Zee en Wadvogels. "Voorkomen en invloeden daarop" d.d. 10 december 1993.	1993

1994

BEON rapport nr. 94-1	Philippart, C.J.M. & Groodt, E.G. de & Brinkman, A.G. & Jak, R.G. & Scholten, M.C.Th., Effecten van verschuivingen van nutriëntenconcentraties op biota in de Nederlandse kustwateren (IBN 93 E 02).
BEON rapport nr. 94-2	Vervalt; zie 96-3
BEON rapport nr. 94-3	Jaarwerkplan 1994.
BEON rapport nr. 94-4	Riegman, R., jaarverslag 1993: Algenonderzoek in mesocosms en modelleringlering (NIOZ 93 E 01).
BEON rapport nr. 94-7	Risico-analyse Mariene Systemen (RAM*2 project) Eindrapport van de RAM-Auditgroep.
BEON rapport nr. 94-8	Michielsen, H & Berg, A. van den & Joordens, J., et al. Comparison of models describing species composition of marine phytoplankton (project MANS-FYFY, WL 93 E 01).
BEON rapport nr. 94-9	Verslag BEON Workshop Risico-analyse, d.d. 27 april 1994, Den Haag.
BEON rapport nr. 94-10	BEON Beleidspresentatie "Microverontreinigingen: effecten en trends", d.d. 21 juni 1994.
BEON rapport nr. 94-11	De epi- en endofauna van de Nederlandse, Duitse en Deense kustzone: een analyse van 20 jaar bijvangsgegevens. J. Buijs, J.A. Craeymeersch, P. van Leeuwen, A.D. Rijnsdorp. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-12	De inductie van cytochroom P450 1 A in platvis door blootstelling aan polyaromatische koolwaterstoffen in de Noordzee. INP-programma 1991- 1992. (NIOZ 93 M 05)
BEON rapport nr. 94-13	Bergman, M.J.N. en J.W. van Santbrink. Directe effecten van de visserij met de 12m en 4m boomkorren op het bodemleven in de Nederlandse sector van de Noordzee. (NIOZ 93 V 07)
BEON rapport nr. 94-14	Camphuysen, C.J. Scavenging seabirds at beamtrawlers in the southern North Sea, distribution, relative abundance, behaviour, prey selection, feeding efficiency, kleptoparastism and the possible effects of the establishment of protected areas'. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-15	Spaans, A.L., M. BukaciÑska, D. BukaciÑska. the relationship between food supply, reproductive parameters and population dynamics in Dutch Lesser Black-backed Gulls Larus fuscus: a pilot study. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-16	Brenninkmeijer, A. & E.W. M. Stienen. Pilot study on the influence of feeding conditions at the North Sea on the breeding results of the Sandwich Tern Sterna sandvicensis. (BEONADD IV/V)
BEON rapport nr. 94-17	Boddeke, R. en P. Hagel. BEON-studie naar de effecten van de teruglopende nutriëntenbelasting van de Nederlandse kustzone. (RIVO 93 E 03)

1995

BEON rapport nr. 95-1	Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta (IVO 94 V 06).
BEON rapport nr. 95-2	Jaarwerkplan 1995.
BEON rapport nr. 95-3	Trends in het voorkomen van vissen en epibenthische evertebraten in de Noordzee: Een vergelijking van datasets. (NIOZ 93 A 04)
BEON rapport nr. 95-4	De ontwikkeling van een in vitro assay voor de bepaling van de invloed van biotransformatie op de bioaccumulatie van lipofiele organohalogeen verbindingen in mariene toppredatoren. I. Validatie van de assay met PCBS en de eerste resultaten met Toxafeen. Boon, J.P., van Schanke, A., Roex, E., de Boer, J., Wester, P. (NIOZ 94 M 01)
BEON rapport nr. 95-5	BEON beleidspresentatie "Ontwikkelingen in het beleid", d.d. 9 december 1994.
BEON rapport nr. 95-6	BEON beleidspresentatie "Modellering: de stand van zaken en het belang voor beleid en beheer", d.d. 31 maart 1995.
BEON rapport nr. 95-7	Wetenschappelijke discussie. De visserij-intensiviteit van de Nederlandse boomkorvisserij op de Noordzee mede in het licht van de milieu effecten en gesloten gebieden.
BEON rapport nr. 95-8	Antropogene eutrofiëring en natuurlijke variaties. Consequenties voor de produktiviteit van de Noordzee. INP-MOORING/PELAGIC FOOD WEB/STED/ STRAECOS. (NIOZ 94 E 01)

BEON rapport nr. 95-9	Effecten van antropogene aktiviteiten op de produktiviteit van het ecosysteem in de Westelijke Waddenzee. (NIOZ 93 E 02)
BEON rapport nr. 95-11	Biomarkers of Toxic effects chemoreceprion: effects of contaminated dredge spoil on chemo-reception acuity in whelks. Ten Hallers-Tjabbes, C. and C.V. Fisher, 1994. (NIOZ 93 M 05)
BEON rapport nr. 95-12	Habitatkarakteristieken van de Nederlandse kustzone, Wintermans, C. et al. (IBN 94 H 02)
BEON rapport nr. 95-13	BEON Tweejaarverslag 1993-1994. Onderzoek en beleid kiezen samen het ruime sop; PB-BEON; augustus 1995.
BEON rapport nr. 95-14	Toxische algen tussen Noordwijk- en Terschelling-raai. Peperzak, L. et al. (RIKZ 94 E 05; RKZ-040).
BEON rapport nr. 95-15	Korte en lange termijn veranderingen in macrofauna veroorzaakt door verschillende vormen bodemvisserij. Bergman, M. et al (NIOZ 94 V 01).
BEON rapport nr. 95-16	Intercallibratie en toepassing Noordzee-modellen (MANS-FYFY) fase 2. (WL 94 E 04).

1996

BEON rapport nr. 96-1	De ontwikkeling van een in-vitro assay voor de bepaling van de invloed van biotransformatie op de bioaccumulatie en de mutageniteit van lipofiele organohalogeenverbindingen in mariene top-predatoren. II. Toxafeen. J.P. Boon, H.M. Sleiderink, J. De Boer, P. Wester, H.J. Klamer, B. Govers. (NIOZ 95 M 03).
BEON rapport nr. 96-2	Spisula subtruncata als voedselbron voor Zeeëenden in Nederland. Leopold, M.F. (IBN 95 V 29).
BEON rapport nr. 96-4	Algenbegrazing: Een nadere analyse van de invloed van toxicanten op het ontstaan van eutro-fiëringsproblemen. Jak, R.G., Michielsen, B.F. (TNO 95 E 07).
BEON rapport nr. 96-6	Onderzoek naar de invloed van fluctuaties in de lokale voedselbeschikbaarheid op de populatie-dynamiek van de grote stern Sterna sandvicensis: tussentijdse resultaten. Stienen, E.W.M. & A. Brenninkmeijer. (IBN 95 H 24).
BEON rapport nr. 96-7	Resultaten BEON Workshop NW4.
BEON rapport nr. 96-8	Thema bijeenkomst Boomkorvisserij.
BEON rapport nr. 96-9	Jaarwerkplan 1996.
BEON rapport nr. 96-10	SCREMOTOX (WL 95 M 21).
BEON rapport nr. 96-11	Effecten van de schelpdiervisserij op het bodemleven in de Voordelta: De schelpdierbestanden in de Voordelta in 1995. Van der Land, M.A. (RIVO 95 V 30).
BEON rapport nr. 96-12	Verslag van de BEON workshop ter voorbereiding van de Nederlandse inbreng van de tussen-conferentie van Noordzee- en Visserijministers (IMM 97).

Informatie BEON:

PROGRAMMA BUREAU BEON
p/a Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Rijks Instituut voor Kust en Zee
Kortenaerkade 1
2518 AX Den Haag
Postbus 20907
2500 EX Den Haag
070- 3114257/3114258/3114259/3114260
Telefax: 070- 3114321

e-mail: beon@rikz.rws.minvenw.nl.

