

**Stroomschema's voor stoffen in
economie en milieu van Nederland
en Zuid-Holland
deel III: Polycyclische Aromatische
Koolwaterstoffen**

CML
Wytze van der Naald
Ingrid Rijdsdorp
Jeroen Guinee
Gjalt Huppes

IVM
Myriam van Rooij
Jan Feenstra

Leiden/Amsterdam, 8 mei 1989

CIP-gegevens:

Stroomschema's

Stroomschema's voor stoffen in economie en milieu van Nederland en Zuid-Holland. - Leiden : Centrum voor Milieukunde ; Amsterdam : Instituut voor Milieuvraagstukken

ISBN 90-5191-021-5

Dl. III: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen / Wytze van der Naald ... [et al.]

Met lit. opg.

ISBN 90-5191-025-8

SISO 614.6 UDC [351.77:[504.054:547.912]](492)

Trefw.: stofstroomschema's ; Nederland / polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

VOORWOORD

De Provincie Zuid-Holland verleende in januari 1988 aan het Centrum voor Milieukunde, Rijksuniversiteit te Leiden (CML) en het Instituut voor Milieu-vraagstukken, Vrije Universiteit te Amsterdam (IVM) de opdracht tot uitvoering van het onderzoek "Nationale en provinciale stofstroom-schema's voor PAK en Cadmium". Het onderzoek is voortgekomen uit een workshop over stofstroomanalyses die in 1987 op initiatief van de provincie Zuid-Holland, en mede door het CML georganiseerd is. Dit onderzoek is mogelijk geworden mede dankzij een subsidie van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Het onderzoek is uitgevoerd door drs. W.G.H. van der Naald, drs. E. van der Voet, drs. I. Rijdsdorp, Ir. J.B. Guinee, drs. G. Huppes (projectcoördinator) bij het CML en door Ir. P.C. Koppert, drs. M.A.F.P. van Rooij en drs. J.F. Feenstra (projectcoördinator) bij het IVM. Het CML heeft met name het milieudeel van het onderzoek en de beleidsanalyse uitgevoerd; het IVM heeft met name het economisch deel van het onderzoek uitgevoerd. Gedurende het onderzoek is intensief contact onderhouden met de begeleidingscommissie bestaande uit:

Mr. M. Burggraaf	Min. VROM (agendalid)
Ir. J. Cornet	Min. VROM (tot 1-1-1989)
Ir. B. Eshuis (plv. ir. A. Sedée)	Min. VROM vanaf 1-1-1989)
Prof. Dr. H.A.J. Govers	IVM-VU (tot 26-8-1988)
Dr. C.S.M. Olsthoorn	CBS
Ir. W.A. Postema	Prov. Noord-Holland
Dr. W. Slooff	RIVM
Prof. Dr. H.A. Udo de Haes	CML-RUL
Ir. J.Tj. van Vliet	Prov. Zuid-Holland
Ir. A. Wijbenga (voorzitter)	Prov. Zuid-Holland

De onderzoekers danken de leden van de begeleidingscommissie en de geraadpleegde deskundigen voor hun bijdrage aan dit onderzoek.

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van het onderzoek naar de stromen van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) in de economie en het milieu in Nederland op nationaal en provinciaal niveau. Het onderzoeksdoel was tweeledig:

- Verkrijgen van inzicht in kwantiteit en kwaliteit van PAK in de Nederlandse economie en het milieu ten behoeve van de analyse van het PAK-probleem, de ontwikkeling en voorspelling van effecten van beleidsmaatregelen en sturing van nader onderzoek.
- Verkrijgen van inzicht in de mogelijke rol van stofstroomschema's op verschillende schaalniveaus bij de analyse van milieuproblemen, de ontwikkeling en voorspelling van effecten van beleid, en de sturing van nader onderzoek.

Dit onderzoek maakt deel uit van een groter onderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van stofstroomschema's. Een vergelijkbaar onderzoek is voor cadmium uitgevoerd (van der Naald, e.a., 1989, van der Voet, e.a., 1989).

Kern van de opzet van een stofstroomschema is dat voor een bepaald gebied een overzicht wordt gegeven van de in- en uitstroom via de economie en via het milieu, van de stromen tussen economie en milieu, en van de accumulaties binnen economie en milieu (Udo de Haes e.a. 1988). Een nadere uitwerking van deze opzet is weergegeven in figuur 1.

Een stofstroomschema geeft een overzicht over de totaalstromen en accumulaties. Om een beter beeld te krijgen van de feitelijke risico's en om een meer concrete ondersteuning te leveren voor de formulering van milieubeleid is een nadere differentiatie en detaillering nodig. Deze nadere detaillering kan langs verschillende assen plaatsvinden. Bij dit onderzoek heeft de nadruk gelegen op een verdere opdeling van het stroomschema naar kleinere ruimtelijke eenheden: de Provincie Zuid-Holland, Zuidhollandse deelgebieden (waterschappen) en eenheden op landschapniveau binnen Zuid-Holland (bodem- en watersystemen). Deze verdere detaillering is enerzijds gemaakt om de mogelijke provinciale rol in het PAK-beleid te onderzoeken, anderzijds om een verdere differentiatie in de vormen van accumulatie op provinciaal niveau aan te brengen. Bij de beleidsanalyse is verder rekening gehouden met de te verwachten ontwikkelingen in de tijd.

Het rapport is als volgt opgezet. In hoofdstuk 2 worden de PAK-stromen en -accumulaties in de Nederlandse economie en het Nederlandse milieu geïnventariseerd en besproken. In hoofdstuk 3 wordt dit voor Zuid-Holland gedaan. Voor Zuid-Holland zijn tevens stroomschema's opgesteld op het niveau van regio's (waterschappen) en voor een watersysteem.

De kwaliteit van de gebruikte gegevens wordt voor zover mogelijk in hoofdstuk 4 aangegeven. Voor het milieugedeelte is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

In hoofdstuk 5 worden op basis van de stroomschema's probleemstromen op nationaal, provinciaal, regionaal en lokaal niveau aangegeven.

Ook worden trends in de PAK-accumulaties en -stromen op nationaal en provinciaal niveau doorgerekend en geëvalueerd bij verschillende beleidsvarianten (autonome ontwikkeling en ontwikkeling bij beleid met volledige effectiviteit).

1.2 Stofkeuze: polycyclische aromatische koolwaterstoffen

PAK vormen een grote groep (enkele honderden) structureel verwante stoffen. Van de meeste stoffen is niets tot heel weinig bekend. Van een beperkt aantal (10 a 20) zijn enkele gegevens over emissies, voorkomen en toxiciteit bekend. Van slechts enkele stoffen is veel bekend. Voor PAK geldt dus dat veel gegevens onvolledig zijn, of zelfs ontbreken. Daarnaast zijn PAK, afhankelijk van de structuur van de verbinding in meerderere of mindere mate afbreekbaar in het milieu. Juist hierom vormen PAK een interessante groep verbindingen om de toepassing van stofstroomschema's te evalueren.

Voor dit onderzoek is uitgegaan van slechts een aantal PAK, namelijk de 10 die bij het opstellen van het basisdocument PAK (Slooff e.a., 1988) onderzocht zijn. Deze 10 PAK zijn in tabel 1 weergegeven. Voor wat betreft het milieugedrag kunnen PAK globaal in twee groepen ingedeeld worden, namelijk PAK met een laag molekuulgewicht ("lage PAK"), en PAK met een hoog molekuulgewicht ("hoge PAK") (van der Naald e.a., 1986). De scheiding tussen de in dit onderzoek bestudeerde PAK ligt tussen fluoranteen en benz(a)antraceen. PAK met een molekuulgewicht lager dan of gelijk aan fluoranteen behoren tot de "lage PAK", PAK met een molekuulgewicht hoger dan of gelijk aan benz(a)antraceen behoren tot de "hoge PAK".

Tabel 1 De in dit onderzoek bestudeerde 10 PAK, ingedeeld naar "hoge" en "lage" PAK.

Lage PAK	Hoge PAK
Naftaleen	Benz(a)antraceen
Antraceen	Chryseen
Fenantreen	Benzo(k)fluoranteen
Fluoranteen	Benzo(a)pyreen
	Benzo(ghi)peryleen
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen

Ten einde de presentatie van de gegevens overzichtelijk te houden worden de 10 genoemde PAK niet afzonderlijk besproken. Gekozen is voor een bespreking van het totaal van de 10 PAK (PAK-totaal), de 6 PAK met een hoog molekuulgewicht (PAK-hoog) en fenantreen als representant van de laag moleculaire PAK.

De hoge PAK zijn gekozen omdat deze wat betreft het milieugedrag tot één groep behoren en bovendien allen carcinogeen zijn (alleen voor benzo(ghi)peryleen is het bewijs beperkt, de carcinogeniteit van de overigen wordt als voldoende bewezen beschouwd). De laagmoleculaire PAK kunnen wat betreft het milieugedrag eveneens als één groep beschouwd worden. Het totaal aan laagmoleculaire PAK is in dit rapport het verschil tussen PAK-totaal en PAK-hoog, en kan dus eenvoudig afgeleid worden. De gegevens van PAK-laag worden daarom niet apart besproken. In plaats daarvan wordt

fenantreen als voorbeeldstof besproken. De keuze van fenantreen is tot stand gekomen omdat fenantreen in grote hoeveelheden geëmitteerd en in veel meetcampagnes gemeten wordt. Bovendien worden in sommige provinciale waterbodems hoge gehalten fenantreen aangetroffen.

1.3 Milieueffecten van polycyclische aromatische koolwaterstoffen

De stofkeuze van polycyclische aromatische koolwaterstoffen is gebaseerd op de overweging dat het een groep actuele probleemstoffen is. Een probleemstof kan worden gedefinieerd als een stof die op doelvariabelen van het milieubeleid aangrijpt. Als doelvariabelen van het milieubeleid kunnen onderscheiden worden:

- de menselijke gezondheid
- overig menselijk welbevinden, of ook wel: de functies die het milieu voor de mens vervult
- de natuur als zelfstandige waarde.

Gezondheid van de mens

Vanuit de menselijke gezondheid als beleidsdoel geredeneerd is de carcinogeniteit van PAK het meest relevant. Voor carcinogene stoffen kan geen 'veilige' dosis vastgesteld worden. Dit betekent dat in principe elke blootstelling ongewenst is. Als maximaal acceptabel effectniveau van carcinogene stoffen wordt een kankerincidentie van 1 op 10^6 bij levenslange blootstelling beschouwd.

Voor PAK is de 'vertaling' van blootstellingsniveau naar kankerincidentie in het Werkdocument PAK (Slooff e.a., 1988) gemaakt. Ook is een schatting van de relatieve carcinogeniteit van de 10 in dit rapport beschouwde PAK ten opzichte van benzo(a)pyreen gemaakt. Uit een risicoevaluatie uitgevoerd door het RIVM blijkt dat met name de inname van PAK via de lucht van belang is. De inname van PAK via de voeding is in absolute zin wel hoog, maar de carcinogene potentie van PAK na orale inname is waarschijnlijk meer dan een faktor 1000 lager dan na inhalatoire inname. Het risico van inname van PAK via de voeding is daardoor lager dan het risico van inname van PAK via de lucht. Uit een globale risicoschatting blijkt dat de huidige gehalten in de lucht een risico hebben dat boven het acceptabele niveau ligt. Voor PAK-in-voeding ligt het risico in het verwaarloosbaarheidsgebied (Werkdocument PAK). De inname van PAK via het drinkwater is verwaarloosbaar.

Voor een analyse van de probleemstromen van PAK met betrekking tot de menselijke gezondheid is dus met name de inname via de lucht van belang.

Overige functies voor de mens

Over aantasting van de multifunctionaliteit van de bodem door PAK is weinig bekend. (NB Ook voor de menselijke gezondheid en voor de natuurwaarden is multifunctionaliteit een relevant criterium). Uit onderzoek blijkt wel dat PAK, afhankelijk van de concentratie en de verbinding, zowel een groeiremmende als -stimulerende werking op planten kunnen hebben. Het is niet bekend of dit enige betekenis voor de landbouw heeft. Verder kunnen geldende referentiewaarden als criteria voor multifunctionaliteit worden beschouwd. Uit het Werkdocument PAK blijkt dat de referentiewaarden in de bodem voor fluoranteen en chryseen regelmatig worden overschreden, en mogelijk die voor naftaleen en antraceneen.

In het grondwater wordt op sommige plaatsen de norm overschreden door naftaleen, antraceneen, fenantreen, fluoranteen, benz(a)antraceneen en chryseen. De norm die gehanteerd wordt voor het oppervlaktewater dat als

ruwwaterbron dient voor de drinkwatervoorziening wordt in het grondwater niet overschreden. Deze (potentiele) functie van het grondwater wordt dus niet aangetast.

Overschrijding van de norm voor het oppervlaktewater vindt op diverse lokaties in Rijks- en niet-Rijkswateren plaats. De gehalten in de waterbodem overschrijden op diverse lokaties de (advies-) grenswaarden.

De ontwerprichtwaarde van benzo(a)pyreen in de buitenlucht wordt in geïndustrialiseerde stedelijke gebieden in het algemeen overschreden, en in landelijke gebieden niet.

Hierbij kan opgemerkt worden dat zowel de ontwerprichtwaarde voor de lucht als voor het oppervlaktewater volgens het Werkdocument PAK vanuit resp. humaan- en ecotoxicologisch oogpunt te hoog zijn.

Milieukwaliteitseisen worden voor PAK in het algemeen dus niet gehaald. Verder kan lokale bodemverontreiniging zelfs dermate ernstig zijn dat normen voor chemisch afval overschreden worden.

Natuur als zelfstandige waarde

Voor de derde doelvariabele van het milieubeleid, de natuur als waarde op zichzelf, is met name de toxiciteit voor aquatische organismen van belang. De gehalten in het oppervlaktewater (inclusief de waterbodem) liggen in het algemeen boven het chronisch toxiciteitsniveau voor aquatische organismen (Werkdocument PAK 1989). De hoge gehalten in de waterbodem zijn een indicatie voor de hoge belasting van het aquatisch milieu. Ten aanzien van het terrestische milieu is weinig bekend.

De belasting van het oppervlaktewater is met het oog op de natuurwaarden dus het meest relevant, en daarmee de PAK-emissies naar het water en de waterbodem, alsmede de grensoverschrijdende aanvoer via het water.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat aan gestelde milieukwaliteitseisen in het algemeen niet voldaan wordt. PAK-gehalten kunnen in de lucht voor de mens, en in het oppervlaktewater voor aquatische organismen toxicologische grenswaarden overschrijden.

1.4 Het stofstroomschema

In figuur 1 is het principe van het stofstroomschema weergegeven. De buitenste omlijnning van het schema geeft de systeemgrens weer. Dit systeem kan een ruimtelijke eenheid zijn. Hierbij kunnen eenheden op verschillende schaalniveau's onderscheiden worden, bijvoorbeeld nationaal niveau, provinciaal niveau, regionaal niveau of landschapsniveau. De systeemgrens kan echter ook betrekking hebben op een andere structuur, bijvoorbeeld een sociaal-economische structuur. Hierbij kan onder andere gedacht worden aan de landbouwsector.

Binnen dit systeem kunnen twee deelsystemen onderscheiden worden, namelijk het economisch- en het milieudeelsysteem. Tussen deze beide deelsystemen vinden interacties plaats. Onderstaand worden de verschillende stofstromen en -accumulaties in het schema besproken. Hierbij is er van uitgegaan dat de begrenzing van het systeem de landsgrenzen aangeeft.

Economisch gedeelte

Naast een instroom in de economie door invoer uit het buitenland (1) is er een instroom in de economie via primaire produktie of winning (2). Naast de economische uitvoer (5) wordt een post verantwoorde verwijdering onderscheiden (6). Deze laatste post kan bijvoorbeeld omvatten verbranding van organische stoffen, immobilisatie in produkten, gecontroleerde berging van afvalstoffen en retour naar substraat (bijvoorbeeld berging in mijngangen). Wat als "verantwoord" beschouwd mag worden zal uiteraard altijd onderwerp van discussie kunnen zijn.

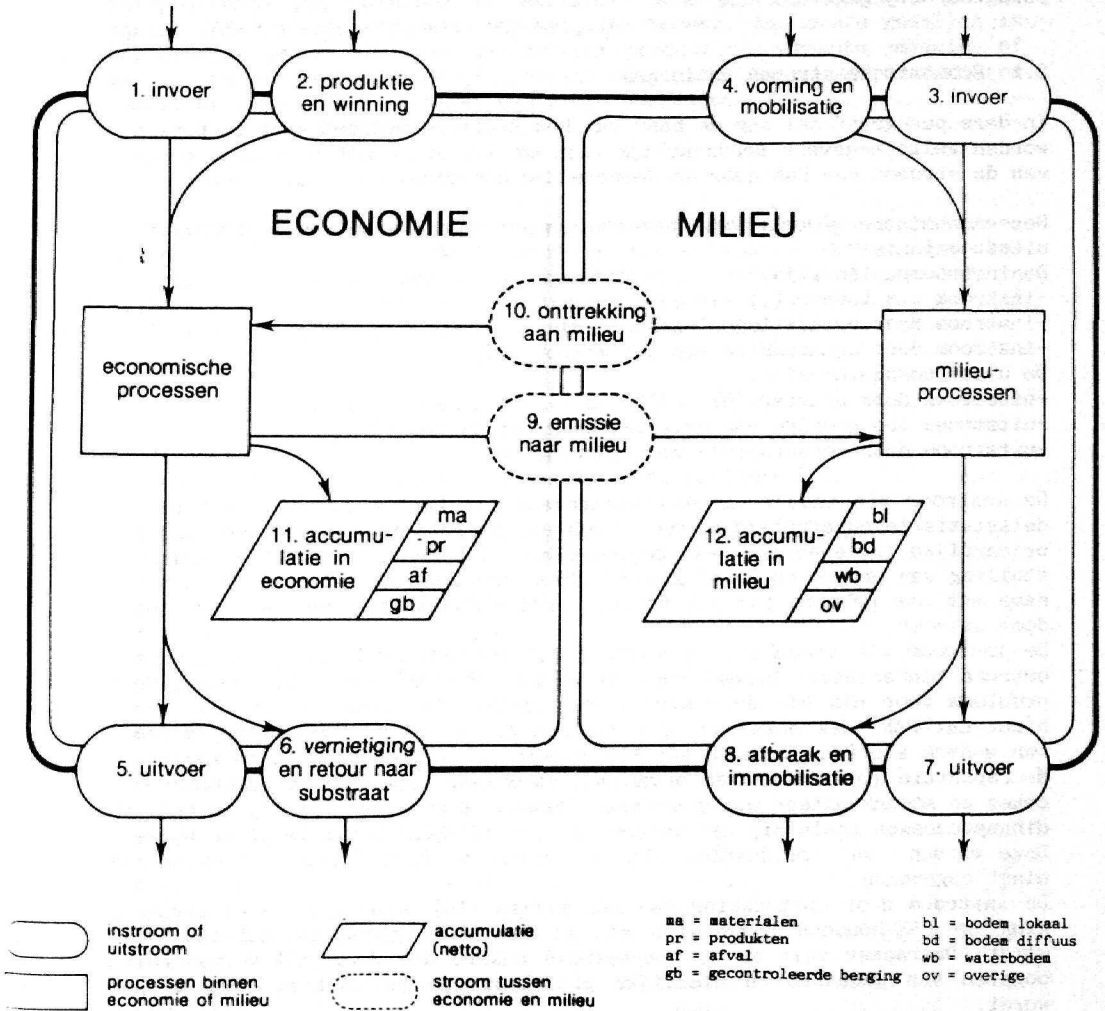
Een deel van de stof zal uiteindelijk in de economie accumuleren (11). De accumulatie in de economie kan worden opgedeeld in materialen (ma), produkten (pr) en te verwerken afval (af).

Milieugedeelte

Naast de grensoverschrijdende invoer via het milieu (3) is een post 'vorming en mobilisatie' (bijvoorbeeld beschikbaar komen door verwerking) opgenomen (4). Bij de uitstroom uit het milieu wordt, naast de grensoverschrijdende uitvoer (7), ook afbraak in het milieu en immobilisatie gerekend (8). Accumulatie in het milieu kan worden onderscheiden in bodem lokaal (bl), bodem diffuus (bd), waterbodem (wb) en overig (ov).

Interactie tussen deelsystemen

Tenslotte zijn er stromen tussen economie en milieu. Enerzijds zijn er emissies vanuit de economie naar het milieu (9), anderzijds onttrekking aan het milieu door de economie (10). Tot dit laatste kan worden gerekend het baggeren en vervolgens gecontroleerd storten van havenslib, en onttrekking door het oogsten van dierlijke produkten.



Figuur 1.1 Algemene opzet van een stofstroomschema.

2 PAK-STROMEN IN NEDERLAND

In dit hoofdstuk worden de PAK-stromen en -accumulaties in Nederland weergegeven en besproken. In paragraaf 2.1 wordt het economisch deel, en in paragraaf 2.2. het milieudeel besproken. Een totaaloverzicht wordt in paragraaf 2.3 gegeven.

2.1 Economische stromen nationaal

In deze paragraaf zal aan de hand van het stofstroomschema kort besproken worden welke gegevens noodzakelijk zijn om een overzicht te kunnen geven van de stromen van PAK door de Nederlandse economie.

Het economische gedeelte van het stofstroomschema kent drie instroom- en uitstroompunten.

De instroompunten zijn:

- instroom via invoer (1)
- instroom door produktie en winning (2)
- instroom door onttrekking aan het milieu (10)

De uitstroompunten zijn:

- uitstroom door uitvoer (5)
- uitstroom ten gevolge van emissies naar het milieu (9)
- uitstroom door verantwoorde verwijdering (6)

De instroom via invoer uit het buitenland (1) kan in principe uit handelsstatistieken afgeleid worden. Probleem hierbij is dat van een aantal belangrijke invoerposten geen gegevens beschikbaar zijn en dat de samenstelling van produkten en/of grondstoffen lang niet altijd bekend is, met name wat het gehalte aan PAK betreft. Hetzelfde geldt voor de uitstroom door uitvoer (5).

De instroom via produktie en winning (2) in Nederland kan uit gegevens omtrent binnenlandse handel bepaald worden. Hierbij doet zich hetzelfde probleem voor als bij de instroom via invoer. Daarnaast vormt een probleem dat PAK vaak ontstaan of vrijkomen bij de produktie of toepassing van andere stoffen. Vorming van PAK treedt op bij de anaerobe thermische decompositie (pyrolyse) van organisch materiaal, zoals de produktie van cokes en steenkoolteer uit steenkool. Daarnaast ontstaan PAK bij verbrandingsprocessen zoals bij het verbranden van materialen als kolen en hout. Deze vormen van 'produktie' zijn ook onder de post "produktie en winning" opgenomen.

De instroom door onttrekking aan het milieu (10) heeft met name betrekking op PAK-houdend baggerslib dat al dan niet gecontroleerd gestort wordt. Daarnaast valt er de hoeveelheid onder, die door middel van het oogsten van gewassen en dierlijke produkten aan het milieu onttrokken wordt.

Onder uitstroom door verantwoorde verwijdering (6) valt het uitgloeien van met PAK verontreinigde grond en het vernietigen van PAK-houdend (chemisch) afval.

De uitstroom ten gevolge van emissies naar het milieu (9) is berekend aan de hand van gegevens uit de emissieregistratie en gegevens omtrent emissies en emissiefactoren uit verschillende literatuurbronnen of gebaseerd op een aantal mondelinge mededelingen van deskundigen.

De accumulatie in de economie (11) kon in dit stroomschema niet goed als sluitpost berekend worden. Wel is een ruwe schatting van de accumulatie gemaakt.

De hierboven besproken gegevens zijn verzameld voor de 10 individuele PAK-verbindingen. Hieruit zijn de gegevens voor totaal PAK en de zes hoge PAK (zie hoofdstuk 1) afgeleid. Als niet over alle afzonderlijke stoffen gegevens beschikbaar zijn, kan een schatting worden gemaakt op basis van PAK-profielen van produkten of emissies. Deze profielen zijn voor een aantal PAK-houdende produkten en emissies bekend. In andere gevallen is het profiel aangehouden van een verwant produkt of verwante emissie, of is een door de auteurs afgeleid profiel toegepast. In bijlage 1 wordt een overzicht gegeven van de meest gebruikte profielen.

2.1.1 Invoer via de economie

In deze paragraaf wordt de invoer van PAK-houdende stoffen en produkten besproken. De invoer van PAK is berekend aan de hand van CBS-statistieken van de buitenlandse handel per goederensoort (CBS, 1985) en van in bijlage 1 vermelde gehalten in de diverse produkten. In tabel 2.1 t/m 2.3 is de invoer samengevat voor resp. PAK-totaal, 'hoge'-PAK en fenantreen.

Tabel 2.1: Invoer in Nederland van totaal-PAK (1985).

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Steenkoolteer	38.206	9.036
Andere ruwe oliën (1)	3.465	?
Solventnafta (2)	6.290	3.145
Andere oliën (1)	528.965	?
Naftaleen	464	464
Antraceen	411	411
Andere aromatische oliën voor produktie carbon black (1) (3)	142.668	?
Creosootolie	4.965	1.323
Overige oliën (1) (Koolteer-)pek	33.174 31.092	?
Bitumen uit aardolie	125.711	1
Residuen min. oliën voor carbon black (3)	1.878	?
Carbon black (4)	p.m.	?
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Motteballen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	>917.289	?

1) In de statistiek van de buitenlandse handel worden deze posten onder "produkten van hoge temperatuur steenkoolteer" vermeld. Deze omschrijving vormt echter een samenvatting van de definitie die door het CBS voor deze produkten gehanteerd wordt, namelijk: "oliën en andere produkten verkregen bij het destilleren van hoge temperatuur steenkoolteer; soortgelijke produkten waarvan het gewicht van aromatische bestanddelen dat van niet-aromatische overtreft". Er zijn een aantal produkten van oliemaatschappijen die in grote hoeveelheden geproduceerd worden (en waarin met het buitenland gehandeld wordt) die ook onder deze definitie vallen (persoonlijke mededeling van dhr. Rutte, CBS-Heerlen). Binnen deze posten kan geen onderscheid gemaakt worden naar afkomst. Aangezien de PAK-gehalten in produkten van de olieraffinage klein zijn ten opzichte van de gehalten in produkten uit steenkoolteer is het niet mogelijk voor genoemde posten een invoer aan PAK te schatten.

2) Solventnafta bevat minstens 50% naftaleen (CBS: Naamlijst voor de statistieken van de buitenlandse handel, 1987).

3) Het gehalte aan PAK in voor de produktie van carbon black bestemde olie is onbekend.

4) Het gehalte aan PAK in carbon black is afhankelijk van het productieproces en van de omstandigheden. Er zijn geen gegevens beschikbaar over de concentraties PAK in de verschillende soorten carbon black. Omdat het niet mogelijk is uit de invoer van carbon black een invoer aan PAK te bepalen, is de invoer aan de verschillende soorten koolstof en grafiet uit de handelsbalans niet gesommeerd.

Tabel 2.2: Invoer in Nederland van 'hoge' PAK (1985).

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Steenkoolteer	38.206	1.910
Andere ruwe oliën (1)	3.465	?
Solventnafta (2)	6.290	---
Andere oliën (1)	528.965	?
Naftaleen	464	---
Antraceen	411	---
Andere aromatische oliën voor produktie		
carbon black (1) (3)	142.668	?
Creosootolie	4.965	32
Overige oliën (1)	33.174	?
(Koolteer-)pek	31.092	662
Bitumen uit aardolie	125.711	<1
Residuen min. oliën voor carbon black (3)	1.878	?
Carbon black (4)	p.m.	?
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Motteballen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	917.289	?

- 1) zie tabel 2.1
- 2) zie tabel 2.1
- 3) zie tabel 2.1
- 4) zie tabel 2.1

Steenkoolteer ontstaat bij de thermische decompositie van organisch materiaal. Steenkoolteer is qua produktieomvang veruit de belangrijkste vorm van koolteer. Uit steenkool ontstaat bij de droge destillatie naast steenkoolteer als hoofdprodukt cokes. Bij dit proces worden PAK gevormd: het overgrote deel hiervan komt in de steenkoolteer terecht en een kleine deel verdwijnt met de afgassen tijdens de produktie.

Of steenkool zelf ook PAK bevat is onduidelijk: over de samenstelling van steenkool is erg weinig bekend. Gezien het feit dat PAK in een waterig extract van steenkolen zijn aangetroffen, moet worden aangenomen dat dat wel het geval is. In de literatuur gaat echter bijna alle aandacht uit naar het ontstaan van PAK tijdens de (hoge temperatuur) verkoling (VROM, 1987; RIVM/TNO 1988). Vandaar dat er bij het onderhavige onderzoek vanuit is gegaan dat de hoeveelheden PAK in steenkolen klein zijn ten opzichte van de hoeveelheden die ontstaan bij de decompositie van steenkolen. Hetzelfde geldt voor andere fossiele brandstoffen.

(Steen-)koolteer bevat circa 10.000 componenten en dient als grondstof voor teerdestillatie. Circa 99% van de steenkoolteer wordt gedestilleerd en verder verwerkt tot produkten als naftaleen, creosootolie, koolteerpek en carbolineum. Een compleet overzicht van de verwerking van steenkoolteer is in bijlage 2 opgenomen. Voor de invoer van PAK via de economie dient dus met name de omvang van de invoer van (ruwe) steenkoolteer en steenkoolteerprodukten bepaald te worden.

Daarnaast zijn een aantal aardolie-produkten van belang, zoals bitumen.

De omvang van de invoer aan PAK kan op grond van de beschikbare gegevens niet worden vastgesteld. Wel kan een ondergrens van de invoer worden vastgesteld. Deze bedraagt circa 18.000 ton voor totaal-PAK, circa 2.600 ton voor 'hoge' PAK en 3.500 ton voor fenantreen.

2.1.2 Produktie en winning

Zoals vermeld in paragraaf 2.1 wordt in deze paragraaf getracht een zo volledig mogelijk overzicht te geven van zowel de hoeveelheden PAK die aanwezig zijn in produkten die in Nederland geproduceerd zijn uit grondstoffen die niet of nauwelijks PAK bevatten, als de hoeveelheden PAK die ontstaan en/of vrijkomen bij verbrandingen van organisch materiaal.

PAK worden niet gewonnen. PAK ontstaan bij de verkoling van steenkool en komen grotendeels terecht in de bij dit proces geproduceerde steenkoolteer. Bij de verdere verwerking van de steenkoolteer raken de PAK verdeeld over de verschillende produkten. Zowel de steenkoolteer zelf als produkten van de destillatie van steenkoolteer (zowel mengsels als zuivere stoffen) worden in de handel gebracht. Zie ook paragraaf 2.1.1 en bijlage 2.

Gegevens omtrent de 'produktie' van PAK uit steenkool zijn schaars. In Nederland wordt door twee bedrijven steenkoolteer gemaakt als bijprodukt van de produktie van cokes uit steenkool. De hoeveelheid PAK die op deze wijze geproduceerd wordt kan afgeleid worden uit de hoeveelheid steenkoolteer die in Nederland geproduceerd wordt. Echter ook kan de som van de hoeveelheid in Nederland verwerkte steenkoolteer en het uitvoer-over-schot als uitgangspunt gehanteerd worden. Dat laatste is voor deze studie

gedaan. In Nederland is de verwerking van steenkoolteer min of meer in handen van één bedrijf dat jaarlijks circa 100.000 ton ruwe steenkoolteer verwerkt. Het uitvoeroverschot bedraagt circa 27.000 ton. Door op deze som het profiel van steenkoolteer toe te passen kan een ruwe schatting gemaakt worden van de in Nederland geproduceerde hoeveelheid PAK.

Voor de berekening van de hoeveelheid PAK die vrijkomt bij verbrandingsprocessen, is grotendeels gebruik gemaakt van gegevens die ook ten grondslag liggen aan paragraaf 2.1.5. De stofstromen 'instroom door produktie en winning' (2) en 'uitstroom ten gevolge van emissies naar het milieu' (9) zijn dus niet onafhankelijk van elkaar tot stand gekomen.

In de tabellen 2.4, 2.5 en 2.6 zijn de 'produktie'-gegevens voor respectievelijk totaal-PAK, 'hoge' PAK en fenantreen opgenomen.

Voor de goede orde zij opgemerkt dat bedrijven die weliswaar PAK-houdende produkten maken, maar daar reeds PAK-houdende grondstoffen voor gebruiken niet in tabel 2.4 t/m 2.6 zijn opgenomen. Men moet hierbij denken aan bedrijven die bijvoorbeeld dakbedekkingsmaterialen (uit o.a. teer), carbon black (uit roetolie) of anoden (uit o.a. pek en cokes) produceren. Indien door een bedrijf PAK-houdende grondstoffen gebruikt worden, en daarnaast organisch materiaal verbrand wordt, is aangenomen dat de 'extra' PAK die ontstaan bij de verbranding verwaarloosbaar is ten opzichte van de hoeveelheid PAK die in de produkten terecht komt.

Tabel 2.4: 'Produktie' van totaal-PAK in Nederland (1985)

Goederen en hoeveelheid (voor zover bekend)	Hoeveelheid PAK (ton)
Cokes-produktie uit steenkool	9,3
Steenkoolteer, circa 127.000 ton	30.036
Bitumen uit aardolie, circa 700.000 ton	7
Pitch (residu aardolieraffinage), circa 1.000.000 ton (1)	7,2
Roetolie voor de produktie van carbon black, circa 160.000 ton (2)	?
Produktie carbon black, circa 110.000 ton	0,2
Cokes en antraciet voor sinteren van erts	1,8
Benzine, 4600 mln liter, 2800 mln liter diesel, 1500 mln liter LPG voor wegverkeer	190,0
Diesel voor verkeer per spoor en over water en voor agrarisch verkeer	4,1
Diesel en benzine voor recreatievaart	5,0
Kerosine voor luchtverkeer	51,6
Aardgas, 13.400 mln kubieke meter, 600 mln kg hout, 26 mln kg (bruin-)kolen voor huishoudelijke verwarming	134,7
Kolen, voor industriële verwarming, circa 335 mln kg	0,2
Overige verwarming (wrsl. olie en kolen)	1,7
Kolen voor elektriciteitscentrales, circa 5000 kton	< 0,1
Huishoudelijk afvalverbranding, 2400 kton	0,1
TOTAAL	30.449

1) Pitch is het destillatieresidue van de olieraffinage en wordt thans nog door de meeste bedrijven verbrand. Het gehalte aan PAK in pitch is niet bekend. Aangenomen is dat alle PAK die in pitch aanwezig is of die ontstaat tijdens de verbranding, uitgezonderd dat deel dat geëmitteerd wordt, vernietigd wordt tijdens het verbrandingsproces.

2) zie noot 3 tabel 2.1

Tabel 2.5: 'Productie' van 'hoge' PAK in Nederland (1985)

Goederen en hoeveelheid (voor zover bekend)	Hoeveelheid PAK (ton)
Cokes-productie uit steenkool	2,3
Steenkoolteer, circa 127.000 ton	4.890
Bitumen uit aardolie, circa 700.000 ton	5
Pitch, (residu aardolieraaffinage), circa 1.000.000 ton (1)	5,4
Roetolie voor de productie van carbon black, circa 160.000 ton (2)	?
Productie van carbon black, circa 110.00 ton	< 0,1
Cokes en antraciet voor sinteren van erts	0,3
Benzine, 4600 mln liter, 2800 mln liter diesel, 1500 mln liter LPG voor wegverkeer	4,1
Diesel voor verkeer per spoor en over water en voor agrarisch verkeer	< 0,1
Diesel en benzine voor recreatievaart	0,5
Kerosine voor luchtverkeer	1,8
Aardgas, 13.400 mln kubieke meter, 600 mln kg hout, 26 mln kg (bruin-)kolen voor huishoude- lijke verwarming	6,2
Kolen voor industriële verwarming, 335 mln kg	< 0,1
Overige verwarming (wrsl. olie en kolen)	0,6
Kolen voor elektriciteitscentrales, 5000 kton	< 0,1
Huishoudelijk afvalverbranding van 2400 kton	< 0,1
TOTAAL	4.916

1) zie noot 1 tabel 2.4

2) zie noot 3 tabel 2.1

Tabel 2.6: 'Productie' van fenantreen in Nederland (1985)

Goederen en hoeveelheid (voor zover bekend)	Hoeveelheid PAK (ton)
Cokes-productie uit steenkool	2,7
Steenkoolteer, 127.000 ton	6.350
Bitumen uit aardolie, circa 700.000 ton	2
Pitch (residu aardolieraffinage), circa 1.000.000 ton (1)	1,1
Roetolie voor de produktie van carbon black, circa 160.000 ton (2)	?
Produktie van carbon black, circa 110.000 ton	< 0,1
Cokes en antraciet voor sinteren van erts	1,8
Benzine, 4600 mln liter, 2800 mln liter diesel, 1500 mln liter LPG voor wegverkeer	13,6
Diesel voor verkeer per spoor en over water en voor agrarisch verkeer	0,3
Diesel en benzine voor recreatievaart	1,0
Kerosine voor luchtverkeer	3,2
Aardgas, 13.400 mln kubieke meter, 600 mln kg hout, 26 mln kg (bruin-)kolen voor huishoude- lijke verwarming	48,1
Kolen voor industriële verwarming, 335 mln kg	0,1
Overige verwarming (wrsl. olie en kolen)	0,5
Kolen voor elektriciteitscentrales, 5000 kton	< 0,1
Huishoudelijk afvalverbranding, 2400 kton	0,1
TOTAAL	6.425

1) zie noot 1 tabel 2.4

2) zie noot 3 tabel 2.1

2.1.3 Onttrekking aan het milieu

Middels baggeren van vaarwegen en havens en middels produktie van voedingsstoffen wordt PAK aan het milieu onttrokken. In 1985 bedroeg dit 27,4 ton PAK-totaal, waarvan 13,9 ton 'hoge' PAK en 4,7 ton fenantreen. Voor een toelichting wordt verwezen naar paragraaf 2.2.1.

2.1.4 Uitvoer via de economie

Ten aanzien van de uitvoer van PAK via de economie dienen dezelfde kanttekeningen gemaakt te worden als omtrent de invoer. Hier komt echter nog bij dat voor een aantal voor de balans belangrijke posten, te weten naftaleen, antraceen en creosootolie de gegevens omtrent de uitgevoerde hoeveelheden niet beschikbaar zijn. In verband met het

geringe aantal producenten is het CBS verplicht tot geheimhouding van deze gegevens.

Dat heeft tot gevolg dat de vermelde uitvoer evenals de invoer in paragraaf 2.1.1, een onderschatting is. In de tabellen 2.7 t/m 2.9 is de uitvoer samengevat voor respectievelijk PAK-totaal, 'hoge' PAK en fenatreen. Wel bleek het mogelijk voor het CBS de uitvoer van totaal-PAK in naftaleen, antraceen en creosootolie tesamen te verstrekken.

Tabel 2.7: Uitvoer uit Nederland van PAK-totaal (1985).

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Steenkoolteer	64.823	15.331
Andere ruwe oliën (1)	56.775	?
Solventnafta (2)	2.516	1.258
Andere oliën (1)	759.216	?
Naftaleen	9.800 (3)	} 12.115
Antraceen		
Creosootolie		
Andere aromatische oliën voor carbon black (1) (5)	4.928	?
Creosootolie	(4)	(4)
Overige oliën (1)	290.372	?
(Koolteer-)pek	10.434	1.231
Bitumen uit aardolie	246.776	2
Residuen min. oliën voor carbon black (4)	---	---
Carbon black (5)	p.m.	?
Motteballen	p.m.	p.m.
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	1.445.640	?

1) zie noot 1 tabel 2.1

2) zie noot 2 tabel 2.1

3) De uitvoer aan naftaleen is in principe niet openbaar maar wordt op 9800 ton geschat (Werkdocument PAK).

4) zie noot 3 tabel 2.1

5) zie noot 4 tabel 2.1

Tabel 2.8: Uitvoer uit Nederland van 'hoge' PAK (1985).

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Steenkoolteer	64.823	2.496
Andere ruwe oliën (1)	56.775	?
Solventnafta (2)	2.516	---
Andere oliën (1)	759.216	?
Naftaleen	9.800 (3)	---
Antraceen	(4)	---
Andere aromatische oliën voor carbon black (1)(5)	4.928	?
Creosootolie	(4)	(4)
Overige oliën (1) (Koolteer-)pek	290.372 10.434	? 480
Bitumen uit aardolie	246.776	2
Residuen min. oliën voor carbon black (5)	---	---
Carbon black (6)	p.m.	?
Motteballen	p.m.	p.m.
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	1.445.640	?

- 1) zie noot 1 tabel 2.1
- 2) zie noot 2 tabel 2.1
- 3) zie noot 3 tabel 2.7
- 4) zie noot 4 tabel 2.7
- 5) zie noot 3 tabel 2.1
- 6) zie noot 4 tabel 2.1

Tabel 2.9: Uitvoer uit Nederland van fenantreen (1985).

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Steenkoolteer	64.823	3.241
Andere ruwe oliën (1)	56.775	?
Solventnafta (2)	2.516	---
Andere oliën (1)	759.216	?
Naftaleen	9.800 (3)	---
Antraceen	(4)	---
Andere aromatische oliën voor carbon black (1) (5)	4.928	?
Creosootolie	(4)	(4)
Overige oliën (1)	290.372	?
(Koolteer-)pek	10.434	209
Bitumen uit aardolie	246.776	< 1
Residuen min. oliën voor carbon black (5)	---	---
Carbon black (6)	p.m.	?
Motteballen	p.m.	p.m.
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	1.445.640	?

- 1) zie noot 1 tabel 2.1
- 2) zie noot 2 tabel 2.1
- 3) zie noot 3 tabel 2.7
- 4) zie noot 4 tabel 2.7
- 5) zie noot 3 tabel 2.1
- 6) zie noot 4 tabel 2.1

Uit bovenstaande tabellen blijkt duidelijk dat het niet mogelijk is met de beschikbare gegevens de totale uitvoer aan PAK te schatten. Wel kan een ondergrens gegeven worden; 28 kton voor totaal-PAK, 3 kton voor 'hoge' PAK en 3,5 kton voor fenantreen.

2.1.5 Emissies naar het milieu

Gegevens omtrent emissies van PAK (de 10 van VROM) naar het milieu zijn beperkt beschikbaar. Vaak worden metingen verricht aan een combinatie van PAK (waaronder ook niet-VROM verbindingen) of juist aan slechts één of twee verbindingen. Daarnaast ontbreekt naftaleen in veel meetgegevens.

Afhankelijk van heersende temperatuur en de aanwezigheid van deeltjes, worden PAK geëmitteerd als gas of gebonden aan deeltjes.

In de tabellen 2.10, 2.11, en 2.12 zijn de emissies vanuit de Nederlandse economie naar het milieu samengevat voor respectievelijk totaal PAK, 'hoge' PAK-verbindingen en fenantreen. In bijlage 4 wordt uiteengezet hoe de emissies berekend zijn en zijn ook de gegevens opgenomen voor elk van de afzonderlijke PAK-verbindingen. In de figuren 2.1, 2.2 en 2.3 zijn de PAK-stromen en -accumulaties in het Nederlandse milieu voor totaal-PAK, 'hoge' PAK en fenantreen weergegeven.

De emissie naar het milieu wordt grotendeels bepaald door een beperkt aantal bronnen: de aluminium-industrie (en aanverwante industrie), opslag en gebruik van gecreosoteerd hout en verbranding van brandstoffen (ruimteverwarming, weg- en luchtverkeer). De emissie van PAK uit opslag en gebruik van gecreosoteerd hout bestaat grotendeels uit lage PAK. Voor de emissie van hoge PAK speelt creosoot daarom een veel kleinere rol dan bij de emissie van PAK-totaal en fenantreen.

Tabel 2.10: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor PAK-totaal in 1985.

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem lokaal	bodem diffuus
industrie	97,4	3,0	---	---
verkeer	245,8	---	---	1,0
agrarische activiteiten	18,1	---	---	---
vvi	0,1	---	---	---
rwzi	---	0,4	2,2	2,8
recreatie	---	5,0	---	---
huishoudens	134,7	---	---	---
verduurzaam				
hout	445,8	24,6	23,1	221,4
baggerspecie	---	---	8,5	---
overigen	1,7	0,6	---	4,4
	943,6	33,6	33,8	229,6

Tabel 2.11: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor de 'hoge' PAK in 1985 (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem lokaal	bodem diffuus
industrie	13,0	0,9	---	---
verkeer	5,9	---	---	0,05
agrarische aktiviteiten	0,1	---	---	---
vvi	---	---	---	---
rwzi	---	<0,01	1,0	2,4
recreatie	---	0,5	---	---
huishoudens	6,2	---	---	---
verduurzaamd hout	---	---	0,4	1,4
bagerspecie	---	---	4,7	---
overigen	0,6	0,3	---	4,4
	26,6	2,9	6,1	8,2

1)Aangenomen is dat de helft van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, hoge PAK betreft.

Tabel 2.12: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor fenantreen in 1985 (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem lokaal	bodem diffuus
industrie	18,4	0,7	---	---
verkeer	17,4	---	---	---
agrarische aktiviteiten	0,6	---	---	---
vvi	0,1	---	---	---
rwzi	---	0,2	0,45	1,05
recreatie	---	1,0	---	---
huishoudens	48,1	---	---	---
verduurzaamd hout	143,3	3,9	3,0	66,6
bagerspecie	---	---	0,7	---
overigen	0,5	0,06	---	---
	228,4	5,9	4,2	67,6

1)Aangenomen is dat eentiende van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, fenantreen betreft.

2.1.6 Accumulatie in de economie

Van een aantal belangrijke PAK-bevattende stoffen zijn geen in- en uitvoer-gegevens beschikbaar daar deze niet afzonderlijk geregistreerd worden door het CBS. Dit is reeds aan de orde geweest in de paragrafen 2.1.1 en 2.1.4. Hierdoor wordt het onmogelijk om de accumulatie van PAK in de economie te berekenen als sluitpost in het economisch gedeelte van het stofstroomschema.

Het verbruik en gebruik van PAK laat zich moeilijk schatten omdat de PAK over het algemeen als verontreiniging aanwezig zijn, en niet als produkt op zich geproduceerd worden.

Voor een aantal stoffen, waarvan ge- en verbruik (deels) bekend zijn, is het wel mogelijk een schatting van de accumulatie of van een bovengrens daarvan te maken.

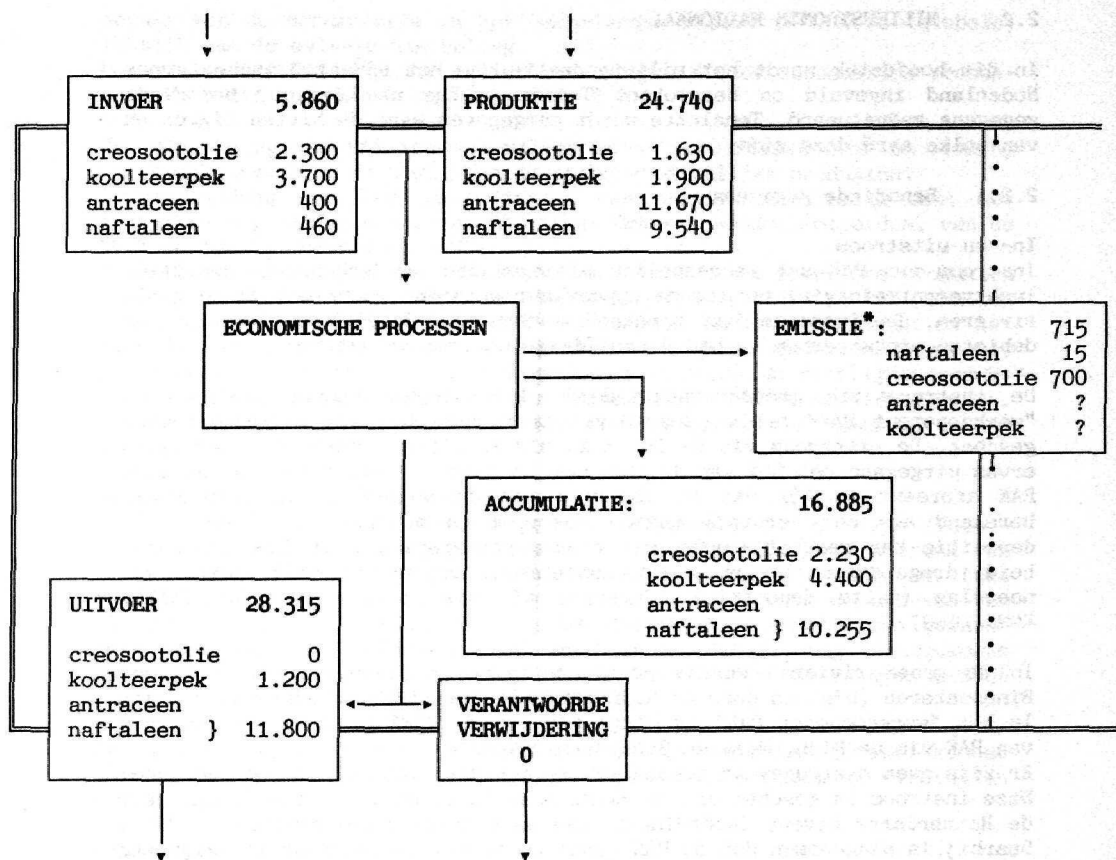
Accumulatie in de economie vindt voornamelijk in steenkoolteer en -produkten plaats. In figuur 2.1 is een schema voor de stromen van PAK in steenkoolteerprodukten in de economie weergegeven. Hieruit blijkt dat de accumulatie in de economie bijna 17.000 ton bedraagt. Hierbij is er van uitgegaan dat er geen verantwoorde verwijdering plaatsvindt. Een (onbekend) deel van de accumulatie zal nog tot een emissie kunnen leiden.

Uit gegevens voor invoer, uitvoer en binnenlandse produktie van steenkoolteer blijkt dat het gebruik in 1985 ca. 24.000 ton bedroeg. De steenkoolteer wordt verwerkt tot met name koolteerpek, creosootolie, antracene en naftaleen. In het Basisdocument PAK is een schatting gemaakt van de hoeveelheden van deze produkten die in Nederland gebruikt worden. Deze bedragen respectievelijk 10.000 ton PAK in naftaleen, 5.600 ton PAK in koolteerpek, 15.000 ton in (ruwe) antraceenolie (dit laatste is inclusief creosootolie). De binnenlandse produktie kan hieruit berekend worden door de invoer er af te trekken. De totale hoeveelheid PAK in in Nederland geproduceerde steenkoolteerprodukten bedraagt op deze manier berekend 24.740 ton. Dit komt redelijk overeen met het steenkoolteer invoeroverschot van 24.000 ton.

Het gebruik van creosootolie als houtverduurzamingsmiddel in Nederland wordt geschat op ca 11.000 ton (Basisdocument PAK¹). Schattingen van het PAK-gehalte van creosootolie kunnen nogal uiteen lopen. In het Basisdocument wordt (inplaciet) uitgegaan van een gehalte van 26,6%. Dit percentage is in dit onderzoek aangehouden. De in 1985 gebruikte hoeveelheid PAK in creosootolie kan hieruit geschat worden op 2930 ton.

Tijdens het creosoteren en de opslag komt jaarlijks circa 350 ton vrij. Uit de in 1985 geplaatste gecreosoteerde paaltjes komt uiteindelijk circa 350 ton in het milieu terecht (Basisdocument PAK 1989). De emissie vindt verpreid over meerdere jaren plaats, en neemt logaritmisch af. De accumulatie in de economie ten gevolge van het toepassen van creosootolie als houtverduurzamingsmiddel kan op basis van bovenstaande gegevens op 2.230 ton geraamd worden. Aangenomen is dat er geen uitvoer van creosootolie plaatsvindt.

¹ In het Basisdocument zelf wordt verder met een gebruik van 10.000 ton creosootolie gerekend.



* De emissie is exclusief 15 ton PAK-emissie uit carbolineum

Figuur 2.1 Stroomschema voor PAK in steenkoolteerprodukten in de economie van Nederland in 1985 (in tonnen).

2.2 MILIEUSTROMEN NATIONAAL

In dit hoofdstuk wordt het milieugedeelte van het PAK-stroomschema voor Nederland ingevuld en besproken. Tevens worden de hiervoor benodigde gegevens geëvalueerd. Tenslotte wordt aangegeven waar de hiaten liggen en van welke aard deze zijn.

2.2.1 Benodigde gegevens

In- en uitstroom

Instroom van PAK zal voornamelijk plaatsvinden via grensoverschrijdende luchtverontreiniging en via de oppervlaktewateren, voornamelijk de grote rivieren. De instroom kan berekend worden uit de PAK-gehalten in, en debieten van water en lucht. Ditzelfde geldt voor de uitstroom.

De instroom via grensoverschrijdende luchtverontreiniging is in het "werkdocument PAK" m.b.v. concentratiemetingen en verspreidingsmodellen geschat. De uitstroom via de lucht is als sluitpost berekend. Hierbij is ervan uitgegaan dat 50% van de instroom (= invoer + emissies) van de lage PAK afbreekt en 10% van de instroom van de hoge PAK. De uitvoer is berekend als het verschil tussen instroom en afbraak + depositie. De depositie kan geschat worden uit concentratiegegevens en depositiesnelheid (droge depositie) en de concentratie in regenwater en de jaarlijkse neerslag (natte depositie). Gegevens hiervoor zijn voorhanden (RIVM, KNMI, TNO).

In de grote rivieren worden routinemetingen uitgevoerd door de Dienst Binnewateren (DBW) en door de Rijncommissie Waterleidingbedrijven (RIWA). In het "werkdocument PAK" is uitgaande van de RIWA gegevens de instroom van PAK via de Rijn, Maas en Schelde berekend.

Er zijn geen meetgegevens bekend van de instroom van PAK via de Noordzee. Deze instroom is geschat uit de jaarlijkse instroom van het sediment naar de Rotterdamse havens (Coördinatiecommissie Berging Baggerspecie, CCBB). Daarbij is aangenomen dat de PAK-gehalten in het sediment gelijk zijn aan de PAK-gehalten in de Eurogeul.

De aanvoer van PAK via de kleine grensoverschrijdende wateren wordt als p.m. post opgevoerd omdat de betreffende waterschappen PAK niet in het meetprogramma opgenomen hebben.

De uitstroom via de grote rivieren is evenals de uitstroom via de lucht berekend als sluitpost. Hierbij is er van uitgegaan dat afbraak van de lage PAK 50% en sedimentatie 3,7% van de totale instroom (= invoer + emissies + afspoeling + uitspoeling) bedraagt. Voor de hoge PAK is uitgegaan van resp. 10% en 55%. De uitvoer is berekend als het verschil tussen instroom en afbraak + sedimentatie. De binding van PAK aan slibdeeltjes is afhankelijk van het organisch stofgehalte van de slibdeeltjes en van de specifieke verbinding. Uit proeven gedaan met adsorptie van verschillende PAK aan slibdeeltjes met verschillend organisch stofgehalte en op basis van de bezinking van slib in het Rijn/Maas stroomgebied is de bezinking voor PAK geschat.

In de gevoeligheidsanalyse (hst 4) wordt nader op de aannames ingegaan.

Emissie naar en onttrekking aan het milieu

Bij de emissie naar het milieu, punt 9, is het van belang dat de emissiegegevens zijn uit te splitsen naar de compartimenten. In verband met de

omvang van de accumulatie in het Nederlandse milieu is ook de (globale) lokatie van de emissie van belang.

De emissie van PAK naar het milieu wordt bepaald door economische processen. Voor dit punt wordt verwezen naar § 2.1.

De onttrekking van PAK aan het milieu wordt veroorzaakt door de winning van baggerspecie en de oogst van gewassen en dierlijke produkten.

De onttrekking van PAK door winning van baggerspecie is geschat met gebruikmaking van gegevens van de Dienst Gemeentewerken Rotterdam, van de CCCB en het "werkdokument PAK".

De onttrekking van PAK door de oogst van gewassen en dierlijke produkten is geschat op basis van de produktiegegevens van het CBS, de PAK-gehalten in de voedselgroepen van het CIVO-TNO "market-basket" onderzoek en het "werkdokument PAK". De produkten zijn in het CIVO-TNO onderzoek toe bereid geanalyseerd, dit kan voor de PAK-gehalten in gewas en dierlijke produkten te hoge of te lage waarden geven, afhankelijk van de bereidingswijze. De onttrekking via gewassen en dierlijke produkten moet opgevat worden als een globale indicatie.

Afbraak en vorming in het milieu

PAK worden in alle milieucapartimenten afgebroken, o.a. door (foto)-chemische oxydatie en biodegradatie en -transformatie. Voor afbraak van PAK in het milieu zijn geen betrouwbare schattingen voorhanden (zie "Werkdocument PAK"). Voor de stofstroomanalyse zijn voor de afbraak van PAK in water, lucht en (water-) bodem daarom ruwe schattingen gemaakt (zie aannamen). In hoofdstuk 4 zal op deze schattingen nog teruggekomen worden. De afbraak van PAK in bodem en sediment zijn percentages van de afbraak in water (bron: "werkdokument PAK").

Er zijn aanwijzingen dat PAK door planten en bacteriën gevormd kunnen worden. Het gaat echter om zeer kleine hoeveelheden zodat de vorming in het milieu op nul wordt gesteld.

Accumulatie in het milieu

De accumulatie van PAK in het milieu is berekend uit het verschil in de stromen naar en uit de (water-) bodem. De milieuprocessen depositie, sedimentatie, uitspoeling, afspoeling, e.d. spelen een belangrijke rol bij het bepalen van de omvang van de accumulatie. De kwantitatieve uitwerking van deze processen is gebaseerd op gegevens uit het "werkdokument PAK" en het CCRX rapport PAK.

Over afspoeling van PAK is weinig bekend. De mobiliteit van PAK is afhankelijk van de verbinding en de grondsoort. De afspoelingsberekeningen zijn gebaseerd op de afspoeling vermeld in het CCRX-PAK rapport.

In de aannamen is sprake van een grote onzekerheid. De doorwerking van deze onzekerheden in de resultaten van de stofstroomanalyse wordt met een gevoeligheidsanalyse voor het milieudeelsysteem bepaald (zie hoofdstuk 4).

2.2.2 PAK-stromen en accumulaties in het Nederlandse milieu

In de figuren 2.2, 2.3 en 2.4 zijn de PAK-stromen en -accumulaties voor totaal PAK, hoge PAK en fenantreen in het Nederlandse milieu weergegeven.

De instroom in het milieu bestaat uit de grensoverschrijdende PAK instroom via het milieu (3 in het schema) en de emissie van PAK naar het milieu vanuit de economie (9). De totale instroom van PAK in 1985 bedroeg 2561 ton, waarvan 152 ton hoge PAK en 768 ton fenantreen.

De uitstroom uit het milieu bestaat uit de uitstroom naar het buitenland via het milieu (no. 7), onttrekking van PAK aan het milieu door de economie (no. 9), en afbraak (no. 8). De totale uitstroom van PAK in 1985 bedroeg 2112 ton totaal PAK, waarvan 120 ton hoge PAK en 635 ton fenantreen.

De accumulatie van PAK in het milieu van Nederland in 1985 bedroeg 449 ton, waarvan 32 ton hoge PAK en 133 ton fenantreen. De accumulatie is verdeeld over bodem lokaal (28 ton totaal PAK), bodem diffuus (407 ton PAK totaal) en waterbodem (13 ton PAK totaal).

De manier waarop deze getallen tot stand zijn gekomen en de aannames die hieraan ten grondslag liggen worden in de tabellen 2.13 t/m 2.18 kort besproken. Van elke stroom in het schema wordt in een tabel aangegeven uit welke onderdelen deze is opgebouwd.

De onzekerheid in, en nauwkeurigheid van de gegevens worden in § 4.2.1. besproken.

Instream via het milieu

In tabel 1 wordt aangegeven hoe de instroom van 1322 ton PAK totaal is opgebouwd. Het grootste deel is afkomstig van de grensoverschrijdende instroom via de lucht (1248 ton). Deze instroom bestaat voor 37% uit fenantreen (456 ton) en voor 6% uit hoge PAK (78 ton).

Via de grote rivieren en de Noordzee stroomt 74 ton Nederland binnen, waarvan 30 ton hoge PAK.

Uitstroom via het milieu

De uitstroom van 950 ton PAK totaal (waarvan 3% hoge PAK en 18% fenantreen) is niet gebaseerd op metingen maar vormt voor de compartimenten water en lucht sluitpost voor de compartiment-deelbalans.

Het grootste deel van de uitstroom vindt plaats via de lucht (963 ton PAK totaal), de uitstroom via het water is in verhouding met lucht erg laag (61 ton PAK totaal).

In tabel 2 staat een overzicht van de totale uitstroom.

Onttrekking aan het milieu

Hierbij is een "diffuse" en een "lokale" vorm te onderscheiden. In tabel 3 wordt een overzicht van de onttrekking gegeven. De diffuse vorm bestaat uit het oogsten van gewas en dierlijke produkten. In totaal wordt hiermee 17 ton PAK aan het milieu onttrokken, waarvan 8 ton hoge PAK en 4 ton fenantreen.

De lokale vorm van onttrekking aan het milieu bestaat uit het baggeren van havens. In 1985 werd naar schatting 10 ton PAK gebaggerd (= excl. IJmuiden en provinciale wateren), waarvan 6 ton hoge PAK en 1 ton fenantreen. Het opgebaggerde slib wordt voor een deel op land gestort (75%), en voor een deel in zee (25%).

Emissies naar het milieu

De emissies naar het milieu zijn in het economische gedeelte van het stofstroomschema in § 2.1.5 behandeld. Deze zijn in tabel 2.16 samengevat en ingedeeld naar milieucompartment. De totale emissie naar het milieu

bedroeg in 1985 1239 ton PAK, waarvan 44 ton hoge PAK en 306 ton fenantreen.

Afbraak in het milieu

Lage PAK worden beter afgebroken dan de hoge PAK. Aangenomen is dat van de lage PAK 50% van de instroom in lucht en water wordt afgebroken, en van de hoge PAK 10%. In tabel 2.17 is een overzicht gegeven van de afbraak hoeveelheden in de verschillende compartimenten zoals die uit de aannamen berekend zijn.

De afbraak in 1985 bedroeg totaal 1135 ton PAK totaal, waarvan en 15 ton hoge PAK en 361 ton fenantreen.

Accumulatie in het milieu

Accumulatie kan plaats vinden in (water)bodems, grondwater en biota. In tabel 6 is een schatting van de totale accumulatie in Nederland gegeven.

De PAK die in de waterbodem van havens accumuleert, verdwijnt voor een groot deel weer als baggerslib. De netto accumulatie zal voor regelmatig gebaggerde havens dan ook bij benadering nul zijn. De netto accumulatie wordt voor 1985 op ca. 13 ton PAK geschat.

De diffuse bodembelasting met PAK is voornamelijk afkomstig uit atmosferische depositie en de toepassing van houtverduurzamingsmiddelen op basis van creosootolie.

PAK kunnen uit de bodem verdwijnen door uit- en afspoeling, oogst van gewassen en dierlijke produkten en afbraak. Mede door de lage afbraakpercentages in de bodem is de accumulatie in de bodem erg hoog (407 ton PAK in 1985, waarvan 13 ton hoge PAK en 129 ton fenantreen).

De lokale bodembelasting bestaat voor een deel uit de stort van baggerspecie en zuiveringsslib. Naar schatting is in 1985 8,5 ton PAK met baggerspecie op de bodem gebracht.

Het resterende deel van de PAK-houdende baggerspecie werd in zee gestort.

De accumulatie in het grondwater is op basis van huidige inzichten op nul gesteld.

Deelbalansen per compartiment

Per milieucompartment zijn deelbalansen opgesteld. Voor bodem en waterbodem zijn de deelbalansen al gegeven in tabel 2.18: een overzicht van wat er in het compartiment als geheel aan PAK in- en uitstroomt, en wat als resultaat daarvan in het compartiment accumuleert.

In lucht en oppervlaktewater zal op jaarbasis nagenoeg geen accumulatie optreden. In theorie is dit wèl mogelijk; wanneer de gemiddelde concentratie in de tijd toeneemt kan gesproken worden van accumulatie. Van feitelijke ophoping van PAK is natuurlijk geen sprake omdat in werkelijkheid altijd doorstroming zal plaatsvinden naar o.a. bodem of waterbodem of door afbraak uit het compartiment verdwijnen.

Tabel 2.13: Invoer via het milieu NATIONAAL

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Grote rivieren ¹ :				
- Rijn	36,2	23,5	12,7	3,0
- Maas	2,8	1,6	0,8	0,3
- Schelde	25,9	14,8	11,1	2,5
Noordzee:				
naar Rijnmond ²	9,5	3,8	5,7	0,1
Kleine wateren:	p.m	p.m	p.m	p.m
Lucht ³ :				
- uit buitenland	1248,0	1170,0	78,0	456,0
TOTAAL:	1322	1213	108	462

Tabel 2.14: Uitvoer via het milieu NATIONAAL

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Via water ⁴ :	62,8	50,4	14,4	11,0
uit instroom	32,2	21,1	10,6	2,9
uit emissies	22,2	21,2	1,7	4,5
uit depositie	8,5	8,1	0,5	3,6
Lucht ⁵ :	880	808	80	258
TOTAAL:	950	858	92	269

Tabel 2.15: Ottrekking aan het milieu NATIONAAL

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Baggeren:				
- havens en vaargeulen Rijnmond ⁶	10,1	3,8	6,3	1
- Haringvliet				
- havens IJmuiden				
Oogst gewassen en dierlijke prod. ⁷	17,3	9,7	7,6	3,7
TOTAAL:	27,4	13,5	13,9	4,7

Tabel 2.16: Emissie naar milieu NATIONAAL

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
emissies naar:				
- bodem lokaal ⁸	29,6	23,5	6,1	4,2
- bodem diffuus	241,9	223,7	8,2	67,6
- oppervlaktewater	33,7	30,8	2,9	5,9
- lucht	943,6	917	26,6	228
TOTAAL:	1239	1195	44	306

Tabel 2.17: Afbraak in het milieu NATIONAAL

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Afbraak in:				
- lucht	1053	1043	11,8	342
- bodem diffuus	22	21	0,2	7
- bodem lokaal	1,2	1,2	0,06	0,2
- water	58	54	3,5	11,9
- waterbodem	0,2	0,2	0	0
TOTAAL:	1135	1121	14	361

Tabel 18: Accumulatie in het milieu NATIONAAL

	totaal	laag	ton/j hoog	fenantreen
A) Bodem diffuus				
IN: depositie ⁹	218,6	206	12,6	73,3
overige emissies	232,2	224	8,2	67,6
TOTAAL:	450	429	20,8	141
UIT: afspoeling naar opp. water ¹⁰	4,5	4,3	0,2	1,4
uitspoeling naar grondwater ¹¹	0	0	0	0
oogst en afvoer dierlijke prod.	17,3	9,7	7,6	3,7
afbraak	21,7	21,5	0,2	7
TOTAAL:	43,5	35,5	8	12,2
ACCUMULATIE = IN - UIT	406,5	393,5	12,1	128,8
B) Bodem lokaal				
IN: stortplaatsen afvalverwerking				
stort baggerspecie ⁷	8,5	3,8	4,7	0,7
stort zuiveringsslib	2,2	1,2	1	0,4
overige emissies	18,9	18,5	0,4	3,0
UIT: afspoeling	0,3	0,2	0,06	0,04
afbraak	1,3	1,2	0,06	0,2
ACCUMULATIE = IN - UIT	28,1	22,1	6	3,9
C) Waterbodem				
IN: Bezinking:				
- uit instroom rivieren ¹²	15,0	1,5	13,5	0,2
- uit instroom Noordzee ¹³	3,2	0,1	3,1	0
- uit instroom lucht ¹⁴	1,4	0,6	0,8	0,3
- uit emissies	3,8	1,8	1,9	0,4
TOTAAL:	23,4	4	19,4	0,9
UIT: baggeren	10,1	3,8	6,3	1
afbraak	0,0	0,02	0	0
TOTAAL:	10,1	3,8	6,3	1
ACCUMULATIE = IN - UIT	13,3	0,2	13,1	-0,1 (pm)

1. Instroomgegevens overgenomen uit het "werkdokument PAK".
2. Instroom sediment vanuit de Noordzee naar het Rijnmondgebied bedraagt jaarlijks $18,9 \cdot 10^9$ kg (CCBB), de concentratie in het aangevoerde sediment is vergelijkbaar met de PAK-gehalten in het sediment in de Eurogeul (eigen aanname).
3. In- en uitvoer van grensoverschrijdende luchtverontreiniging overgenomen uit het "werkdokument PAK". De uitvoer is inclusief de emissies naar de lucht, afbraak en verliezen t.g.v. depositie. In een later stadium worden de emissies toegerekend naar de totale uitvoer.
4. De uitstroom is overgenomen uit het "werkdokument PAK". De uitstroom wordt verondersteld berekend te zijn op basis van de invoer via rivieren, emissies, afbraak, sedimentatie. In een later stadium worden de aparte posten toegerekend naar de totale uitstroom.
5. zie noot 3.
6. Aangenomen wordt dat er in de Rotterdamse havens evenveel slib sedimenteert als er opgebaggerd wordt. Per jaar sedimenteert er $10,7 \cdot 10^9$ kg slib (droge stof) in het Rijnmondgebied (CCBB) waarvan het PAK-gehalte gelijk gesteld is aan het gemiddelde PAK-gehalte in de waterbodem van het Rijnmondgebied zoals vermeld in het "werkdokument PAK". Wanneer de baggergegevens uit het "werkdokument PAK" bekend zijn zullen deze i.p.v. de boven gegeven schatting gebruikt worden.
7. Geschat op basis van de produktiegegevens van het CBS, de PAK-gehalten uit het CIVO-TNO market-basket onderzoek en gegevens uit het "werkdokument PAK".
8. 75% van de PAK wordt op land gestort (aannee op basis van de verhouding stort op zee en stort op land uit het cadmiumstroomschema).
9. De totale depositie op Nederland bedraagt 250 ton ("werkdokument PAK"). Verdeling bodem/water is 88%:12%.
10. 1% van de depositie op land spoelt uit naar het oppervlaktewater (CCR).X).
11. Transportsnelheid van PAK naar grotere diepte is zeer gering ("werkdokument PAK"). Aangenomen wordt dat er geen uitspoeling plaatsvindt.

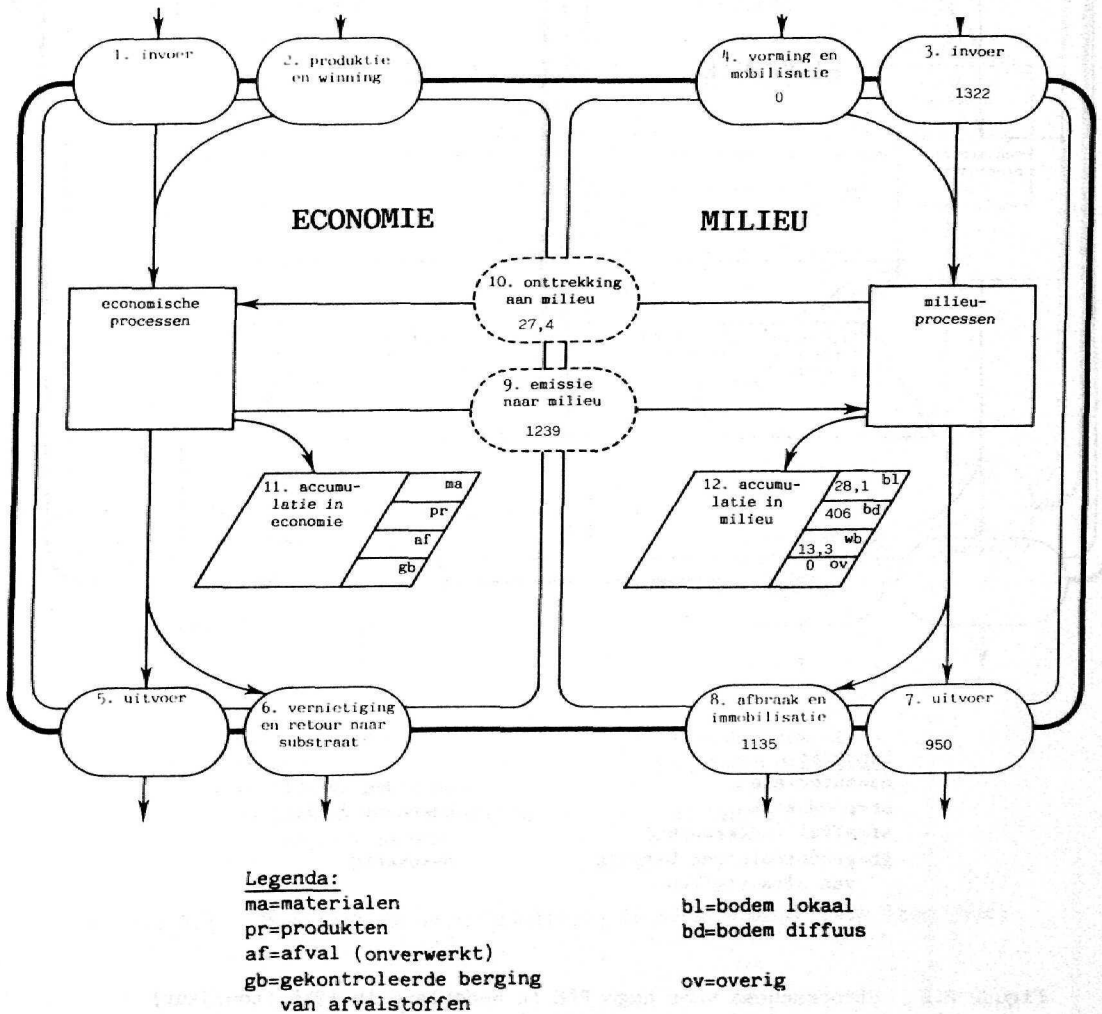
12. Op basis van gegevens over bezinking van slib (CCBB) en binding van PAK aan slibdeeltjes ("werkdocument PAK") is aangenomen dat 3,7 % van de lage PAK instroom en 55% van de hoge PAK instroom bezinkt.

13. zie noot 12.

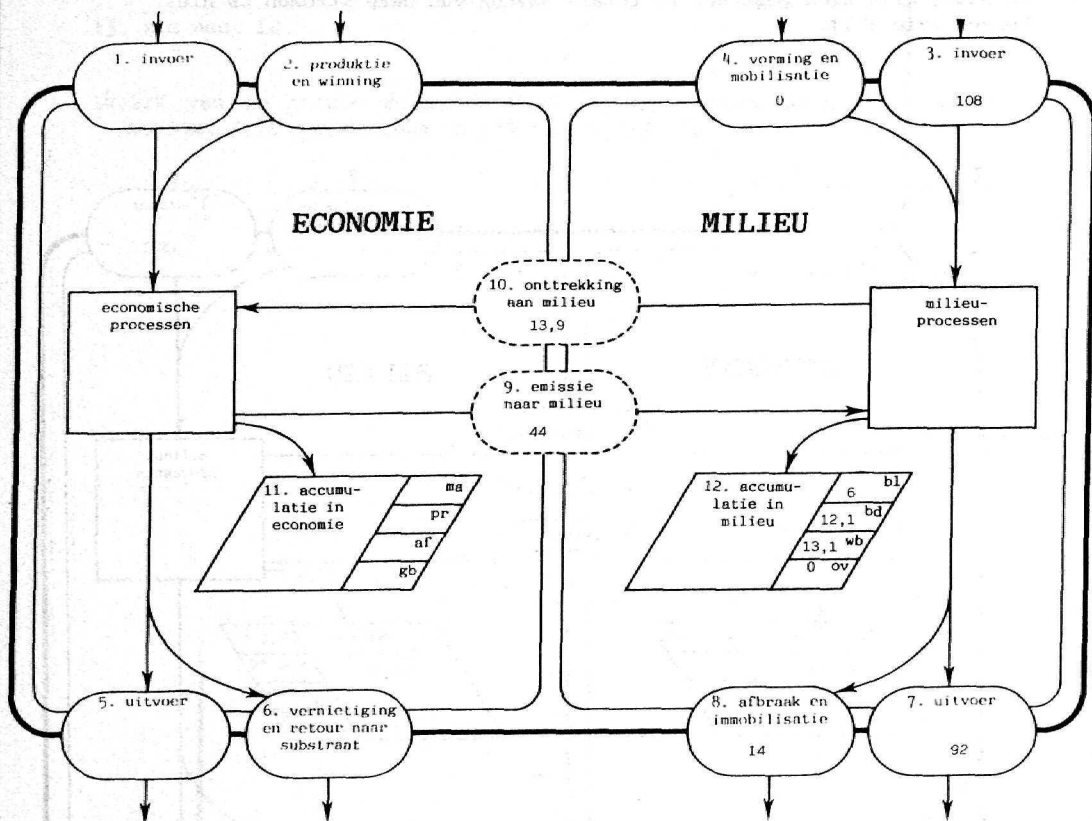
14. 12% van de totale depositie komt op het oppervlaktewater, daarvan bezinkt 3,7% van de lage en 55% van de hoge PAK.

2.3 Nationaal PAK-stroomschema

In figuur 2.2, 2.3 en 2.4 zijn de stroomschema's voor PAK-totaal, hoge PAK en fenantreen op nationaal niveau weergegeven. De stromen in de economie zijn niet gegeven. De totale omvang van deze stromen is niet bekend (zie 2.1).



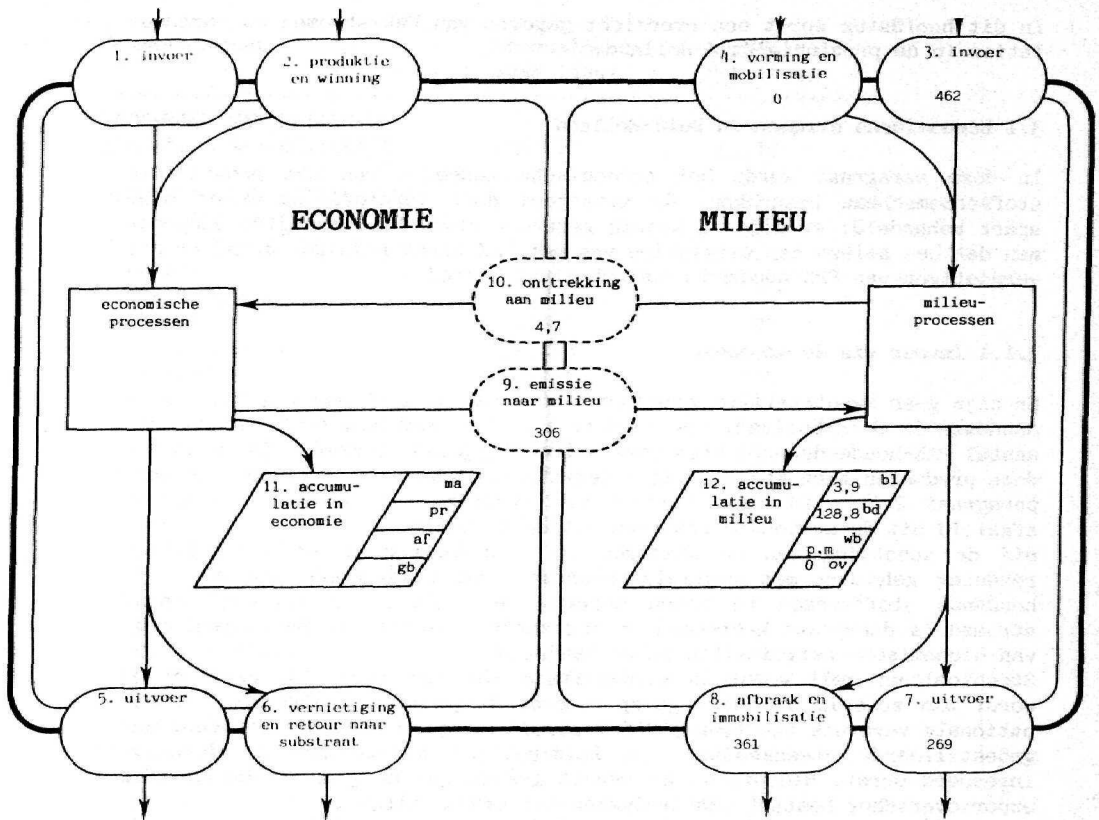
Figuur 2.1 Stroomschema voor PAK-totaal in Nederland in 1985 (ton/jaar)

**Legenda:**

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging
 van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 2.2 Stroomschema voor hoge PAK in Nederland in 1985 (ton/jaar)

**Legenda:**

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging
 van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 p.m
 wb
 ov=overig

Figuur 2.3 Stroomschema voor fenantreen in Nederland in 1985 (ton/jaar)

3 PAK-stromen in Zuid-Holland

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van PAK-stromen en -accumulaties in de provincie Zuid-Holland.

3.1 Economische stromen in Zuid-Holland

In deze paragraaf wordt het economische gedeelte van het provinciale stofstroomschema besproken. De uitstroom door vernietiging wordt niet apart behandeld; er zijn te weinig gegevens over. Vooral nog is aangenomen dat het alleen het uitgloeien van met PAK verontreinigde grond en het vernietigen van PAK-houdend chemisch afval betreft.

3.1.1 Invoer via de economie

Er zijn geen kwantitatieve gegevens bekend van de instroom van PAK via de economie in Zuid-Holland. Ook nu doet zich het probleem voor dat van een aantal PAK-houdende produkten geen uitvoer-gegevens bekend zijn omdat van deze produkten geen afzonderlijke registratie wordt bij gehouden. Zie ook paragraaf 2.1.1. Om toch inzicht te verkrijgen in deze stroom is ze afgeleid uit de nationale instroom via de economie.

Bij de schatting van de instroom in Zuid-Holland is zoveel mogelijk rekening gehouden met vestigingsplaatsen van industrieën die met PAK-houdende stofstromen te maken hebben. De toerekening van een aantal stromen is daarnaast gebaseerd op het aantal inwoners en de concentratie van economische activiteiten in de Randstad.

Steenkoolteer zelf wordt in Zuid-Holland niet als grondstof gebruikt en wordt als zodanig dus niet geïmporteerd. Aangenomen is dat 25% van het nationale verbruik van (ruwe) PAK-houdende eindprodukten uit in Nederland gedestilleerde steenkoolteer in Zuid-Holland plaatsvindt en derhalve ingevoerd wordt. Hierbij is er vanuit gegaan dat er geen noemenswaardig exportoverschot bestaat van produkten uit steenkoolteer.

Daarnaast is aangenomen dat 25% van de uit het buitenland geïmporteerde produkten van de steenkoolteerdestillatie in Zuid-Holland verbruikt wordt. Voorbeelden hiervan zijn creosootolie, carbolineum en naftaleen (bollenkwekerijen).

Er is geen rekening gehouden met de (vermoedelijk) ingevoerde hoeveelheden PAK in Zuid-Holland die uitsluitend doorgevoerd worden naar andere provincies of naar het buitenland. Een voorbeeld hiervan is geïmporteerd steenkoolteer dat waarschijnlijk in de Rotterdamse haven wordt overgeslagen maar niet in Zuid-Holland verwerkt wordt.

In de tabellen 3.1, 3.2 en 3.3 is de invoer aan respectievelijk totaal-PAK, 'hoge' PAK en fenantreen opgenomen.

De berekende ondergrens van de invoer aan PAK-houdende stoffen in Zuid-Holland bedraagt circa 8.500 ton PAK-totaal, circa 1.300 ton 'hoge' PAK en circa 1.650 ton fenantreen.

Tabel 3.1: De invoer van totaal-PAK in Zuid-Holland (1985)

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)

PRODUKTEN VAN NATIONALE STEENKOOLTEERDESTILLATIE	25.000	5.913
PRODUKTEN VAN BUITENLANDSE STEENKOOLTEERDESTILLATIE EN AANTAL ANDERE OLIEËN (1) waaronder		
-andere ruwe oliën (1)	866	?
-solventnafta (2)	1.573	787
-andere oliën (1)	132.241	?
-naftaleen	116	116
-antraceen	103	103
-andere aromatische oliën voor carbon black (1) (3)	35.667	?
-overige oliën (1)	8.294	?
-creosootolie	1.241	330
-koolteerpek	7.773	917
-residuen van min. olie voor carbon black (3)	470	?
-carbon black (4)	p.m.	?
-bitumen uit aardolie	31.428	< 1
-wegenmaterialen	p.m.	p.m.
-motteballen	p.m.	p.m.
-andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
dakbedekkingen	p.m.	p.m.
rubberprodukten	p.m.	p.m.

TOTAAL	244.772	?

1) zie noot 1 tabel 2.1

2) zie noot 2 tabel 2.1

3) zie noot 3 tabel 2.1

4) zie noot 4 tabel 2.1

Tabel 3.2: De invoer van 'hoge' PAK in Zuid-Holland (1985).

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)

PRODUKTEN VAN NATIONALE STEENKOOLTEERDESTILLATIE	25.000	962
PRODUKTEN VAN BUITENLANDSE STEENKOOLTEERDESTILLATIE EN AANTAL ANDERE OLIEN (1) waaronder		
-andere ruwe oliën (1)	866	?
-solventnafta (2)	1.573	---
-andere oliën (1)	132.241	?
-naftaleen	116	---
-antraceen	103	---
-andere aromatische oliën voor carbon black (1)(3)	35.667	?
-creosootolie	1.241	8
-overige oliën (1)	8.294	?
-koolteerpek	7.773	358
-residuen min. olie voor carbon black (3)	470	?
-carbon black (4)	p.m.	?
-bitumen uit aardolie	31.428	< 1
-wegenmaterialen	p.m.	p.m.
-motteballen	p.m.	p.m.
-andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
-dakbedekkingen	p.m.	p.m.
-rubberprodukten	p.m.	p.m.

TOTAAL	244.772	?

1) Zie noot 1 tabel 2.1

2) Zie noot 2 tabel 2.1

3) zie noot 3 tabel 2.1

4) zie noot 4 tabel 2.1

Tabel 3.3: Invoer van fenantreen in Zuid-Holland (1985)

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)

PRODUKTEN VAN NATIONALE STEENKOOITERVERDISTILLATIE	25.000	1.250
PRODUKTEN VAN BUITENLANDSE STEENKOOITERVERDISTILLATIE EN AANTAL ANDERE OLIËN (1)		
waaronder		
-andere ruwe oliën (1)	866	?
-solventnafta (2)	1.573	---
-andere oliën (1)	132.241	?
-naftaleen	116	---
-antraceen	103	---
-andere aromatische oliën voor carbon black (1)(3)	35.667	?
-creosootolie	1.241	124
-overige oliën (1)	8.294	?
-koolteerpek	7.773	155
-residuen min. olie voor carbon black (3)	470	?
-carbon black (4)	p.m.	?
-bitumen uit aardolie	31.428	< 1
-wegenmaterialen	p.m.	p.m.
-motteballen	p.m.	p.m.
-andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
-dakbedekkingen	p.m.	p.m.
-rubberprodukten	p.m.	p.m.

TOTAAL	244.772	?

1) zie noot 1 tabel 2.1

2) zie noot 2 tabel 2.1

3) zie noot 3 tabel 2.1

4) zie noot 4 tabel 2.1

3.1.2 Produktie en winning

De produktie van PAK in Nederland is in paragraaf 2.1.2 uitgebreid aan de orde geweest. Voor meer algemene informatie omtrent de produktie wordt dan ook verwezen naar paragraaf 2.1.2. In deze paragraaf zal aan de orde komen welk gedeelte van de nationale produktie in Zuid-Holland geleverd wordt.

Bitumen en pitch, beide produkten van de aardolieraffinage worden bijna volledig in Zuid-Holland geproduceerd. Er wordt echter noch steenkoolteer, noch cokes gemaakt en er worden geen ertsen gesinterd. In Zuid-Holland vindt de totale Nederlandse produktie van carbon black plaats.

Voor de raming van de hoeveelheid PAK die in Zuid-Holland geproduceerd wordt ten gevolge van verbrandingsprocessen is uitgegaan van gegevens omtrent inwonersaantal, aantal woningen, aantal afgelegde kilometers in Zuid-Holland e.d. Dezelfde gegevens zijn gebruikt om de emissies in Zuid-Holland vast te stellen. Ze worden in bijlage 4 uitgebreid besproken. Net als voor het nationale stofstroomschema geldt voor het provinciale stofstroomschema dat de instroom door produktie en winning (2) en de uitstroom ten gevolge van emissies naar het milieu (9) dus niet onafhankelijk van elkaar bepaald zijn.

In de tabellen 3.4 t/m 3.6 is de produktie van PAK in Nederland samengevat.

Tabel 3.4: 'Produktie' van totaal-PAK in Zuid-Holland (1985)

Goederen en hoeveelheid (voor zover bekend)	Hoeveelheid PAK (ton)
Bitumen uit aardolie, circa 650.000 ton	7
Pitch (residu aardolieraffinage), circa 925.000 ton (1)	6,7
Roetolie voor de produktie van carbon black, circa 150.000 ton (2)	?
Produktie van carbon black, circa 110.000 ton	0,2
Benzine, diesel en LPG voor wegverkeer	40,2
Diesel voor verkeer per spoor en over water en voor agrarisch verkeer	2,0
Diesel en benzine voor recreatievaart	1,0
Kerosine voor luchtverkeer	19,7
Aardgas, hout, en kolen voor huishoude- lijke verwarming	31,1
Kolen, voor industriële verwarming	< 0,1
Overige verwarming (wrsl. olie en kolen)	0,4
Huishoudelijk afvalverbranding, circa 1536 kton	0,1
TOTAAL	108,4

1) zie noot 1 tabel 2.4

2) Veruit de meeste roetolie die voor de produktie van carbon black wordt gebruikt, wordt door de aardolie-industrie vervaardigd. De gehele produktie van carbon black vindt plaats in Zuid-Holland. Zie ook noot 3 tabel 2.1.

Tabel 3.5: 'Productie' van 'hoge' PAK in Zuid-Holland (1985)

Goederen en hoeveelheid (voor zover bekend)	Hoeveelheid PAK (ton)
Bitumen uit aardolie, circa 650.000 ton	5
Pitch (residu aardolieraffinage), circa 925.000 ton (1)	5,0
Roetolie voor de produktie van carbon black, circa 150.000 ton (2)	?
Produktie carbon black, circa 110.000 ton	< 0,1
Benzine, diesel en LPG voor wegverkeer	0,8
Diesel voor verkeer per spoor en over water en voor agrarisch verkeer	< 0,1
Diesel en benzine voor recreatievaart	< 0,1
Kerosine voor luchtverkeer	0,8
Aardgas, hout, en kolen voor huishoude- lijke verwarming	1,5
Kolen, voor industriële verwarming	< 0,1
Overige verwarming (wrsl. olie en kolen)	0,1
Huishoudelijk afvalverbranding, circa 1536 kton	0,1
TOTAAL	13,3

1) zie noot 1 tabel 2.4

2) zie noot 2 tabel 3.4

Tabel 3.6: 'Productie' van fenantreen in Zuid-Holland (1985)

Goederen en hoeveelheid (voor zover bekend)	Hoeveelheid PAK (ton)
Bitumen uit petroleum, circa 650.000 ton	1
Pitch (residu aardolieraffinage), circa 925.000 ton (1)	1,0
Roetolie voor de produktie van carbon black, circa 150.000 ton (2)	?
Produktie carbon black, circa 110.000 ton	< 0,1
Benzine, diesel en LPG voor wegverkeer	3,1
Diesel voor verkeer per spoor en over water en voor agrarisch verkeer	0,1
Diesel en benzine voor recreatievaart	0,2
Kerosine voor luchtverkeer	1,2
Aardgas, hout, en kolen voor huishoude- lijke verwarming	11,1
Kolen, voor industriële verwarming	< 0,1
Overige verwarming (wrsl. olie en kolen)	0,1
Huishoudelijk afvalverbranding, circa 1536 kton	< 0,1
TOTAAL	17,8

1) zie noot 1 tabel 2.4

2) zie noot 2 tabel 3.4

3.1.3 Onttrekking aan het milieu

Middels baggeren van vaarwegen en havens en middels produktie van voedingsstoffen wordt PAK aan het milieu onttrokken. In 1985 bedroeg dit 12,8 ton PAK, waarvan 5,9 ton 'hoge' PAK en 1,3 ton fenantreen. Voor een toelichting wordt verwezen naar paragraaf 3.2.1.

3.1.4 Uitvoer via de economie

Evenals over de invoer zijn weinig kwantitatieve gegevens bekend over de uitvoer van PAK uit Zuid-Holland. Zie ook paragraaf 3.1.1. De uitvoer van PAK uit Zuid-Holland is over het algemeen afgeleid uit de gegevens over de uitvoer op nationale schaal en uit (schaarse) produktie-gegevens voor Zuid-Holland.

Voor de schatting van de uitvoer via de economie van Zuid-Holland zijn de volgende aannamen gemaakt:

- uit de aanname dat 25% van het verbruik van in Nederland, maar niet in Zuid-Holland gedestilleerde steenkoolteer in Zuid-Holland plaatsvindt (zie 3.1.1), volgt logischerwijs dat steenkoolteer niet uitgevoerd wordt uit Zuid-Holland.

- de verschillende oliën uit steenkoolteer die uit Nederland geëxporteerd worden zijn niet in Zuid-Holland geproduceerd: ze zijn dus ook niet meegeteld bij de uitvoer uit Zuid-Holland. Hetzelfde geldt voor antraceen en naftaleen. Onder de posten 'andere ruwe oliën', 'andere oliën', 'andere aromatische oliën' en 'overige oliën' uit de nationale uitvoer vallen ook oliën die geproduceerd zijn door de Zuidhollandse olieindustrie. Aangenomen is dat de PAK-gehalten daarin klein zijn ten opzichte van de gehalten in de oliën uit steenkoolteer. Deze posten zijn daarom niet opgenomen in de uitvoer uit Zuid-Holland.

- 25% van de andere produkten van de steenkoolteerdestillatie die Nederland exporteert, zijn wel afkomstig uit Zuid-Holland. Dit zijn deels in Zuid-Holland verwerkte steenkoolteerprodukten die zelf in Nederland geproduceerd zijn, en deels (eind-)produkten van in het buitenland gedestilleerde steenkoolteer. Een voorbeeld hiervan is produkten uit koolteerpek.

- indien exportgegevens beschikbaar zijn omtrent de uitvoer van PAK-houdende produkten van de aardolie-industrie, is aangenomen dat de 25% van het nationale verbruik in Zuid-Holland plaatsvindt, en dat het 'overschot' (=ingevoerde hoeveelheid plus produktie minus verbruik in Zuid-Holland) uit Zuid-Holland wordt uitgevoerd. Bitumen uit aardolie is hiervan een voorbeeld. Hoewel de nationale produktie van carbon black volledig in Zuid-Holland plaatsvindt, zijn geen gegevens bekend over de uitvoer van PAK in carbon black. Mogelijk is dit echter wel een aanzienlijke uitvoerpost.

De op de hierboven beschreven wijze geschatte uitvoer uit Zuid-Holland is weergegeven in de tabellen 3.7 t/m 3.9.

Tabel 3.7: De uitvoer van totaal-PAK uit Zuid-Holland (1985)

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Bitumen uit aardolie	540.000	5
Residuen min. oliën voor carbon black (1)	---	?
Carbon black (2) (Produkten uit) kool- teerpek	p.m. 2.609	? 308
Motteballen	p.m.	p.m.
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	542.609	?

1) zie noot 3 tabel 2.1

2) zie noot 4 tabel 2.1

Tabel 3.8: De uitvoer van 'hoge' PAK uit Zuid-Holland (1985)

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Bitumen uit aardolie	540.000	1
Residuen min. oliën voor carbon black (1)	---	?
Carbon black (2) (Produkten uit) kool- teerpek	p.m. 2.609	? 120
Motteballen	p.m.	p.m.
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	542.609	?

1) zie noot 3 tabel 2.1

2) zie noot 4 tabel 2.1

Tabel 3.9: De uitvoer van fenantreen uit Zuid-Holland (1985)

Goederensoort	hoeveelheid goed (ton)	hoeveelheid PAK (ton)
Bitumen uit aardolie	540.000	4
Residuen min. oliën voor carbon black (1)	---	?
Carbon black (2) (Produkten uit) kool- teerpek	p.m.	?
Motteballen	2.609	52
Wegenmaterialen	p.m.	p.m.
Andere naftaleen produkten	p.m.	p.m.
Dakbedekkingen	p.m.	p.m.
Rubberprodukten	p.m.	p.m.
TOTAAL	542.609	?

1) zie noot 3 tabel 2.1

2) zie noot 4 tabel 2.1

3.1.5 Emissies naar het milieu

In de tabellen 3.10, 3.11, en 3.12 zijn de emissies vanuit de economie naar het milieu voor Zuid-Holland samengevat voor respectievelijk totaal PAK, de 6 'hoge' PAK en fenantreen.

In bijlage 4 wordt uiteengezet hoe de emissies berekend zijn en zijn ook de gegevens opgenomen voor elk van de tien bestudeerde PAK-verbindingen afzonderlijk. In de figuren 3.1, 3.2 en 3.3 zijn de PAK-stromen en-accumulaties naar het Zuidhollandse milieu voor totaal-PAK, 'hoge' PAK en fenantreen weergegeven.

Tabel 3.10: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor PAK-totaal in 1985.

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodememissie	
			lokaal	diffuus
industrie	60,8	0,7	gering	---
verkeer	61,9	---	< 0,1	---
agrarische aktiviteiten	3,1	---	gering	---
vvi's	0,06	---	---	---
rwzi's	---	0,1	0,02	0,9
recreatie	---	1,0	gering	---
huishoudens	31,1	---	gering	---
verduurzaam hout	146,9	6	7,6	33
baggerspecie	---	---	8,5	---
overigen	0,4	0,2	---	0,8
	304,3	8	17	33,9

Tabel 3.11: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor de 'hoge' PAK in 1985 (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodememissie	
			lokaal	diffuus
industrie	7,0	0,2	gering	---
verkeer	1,6	---	gering	---
agrarische aktiviteiten	0,01	---	gering	---
vvi's	<0,01	---	---	---
rwzi's	---	---	0,01	0,41
recreatie	---	0,05	gering	---
huishoudens	1,5	---	gering	---
verduurzaam hout	0,1	0,2	0,2	0,2
baggerspecie	---	0,02	4,7	---
overigen	0,1	0,1	---	0,8
	10,3	0,5	4,9	1,4

1) Aangenomen is dat de helft van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, 'hoge' PAK betreft.

Tabel 3.12: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor fenantreen in 1985 (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodememissie	
			lokaal	diffuus
industrie	7,8	0,1	gering	---
verkeer	4,4	---	gering	---
agrarische aktiviteiten	0,1	---	gering	---
vvi's	0,01	---	gering	---
rwzi's	---	0,04	---	0,18
recreatie	---	0,2	gering	---
huishoudens	11,1	---	gering	---
verduurzaam hout	46,5	0,96	1,2	10
baggerspecie	---	---	0,75	---
overigen	0,1	< 0,1	gering	---
	70	1,4	1,9	10,2

1) Aangenomen is dat eentiende van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, fenantreen betreft.

De emissies van totaal-PAK en fenantreen afzonderlijk naar het milieu worden grotendeels bepaald door een beperkt aantal bronnen: de aluminium-industrie (en aanverwante industrie), gecreosoteerd hout en verbranding van brandstoffen (ruimteverwarming, weg- en luchtverkeer). Opvallend is dat voor de 'hoge' PAK dezelfde bronnen het grootste aandeel hebben, uitgezonderd houtverduurzaming. Terwijl houtverduurzaming voor fenantreen en PAK-totaal duidelijk de grootste bron van emissies naar zowel water, als lucht en bodem is, komt deze bron voor de 'hoge' PAK pas op de derde of vierde plaats.

Dit is geheel overeenkomstig het beeld dat voor Nederland werd verkregen. Gezien het feit dat de belangrijkste emissies over het algemeen diffuus van aard zijn, lag dit ook in de lijn der verwachting.

3.1.6 Accumulatie in de economie

De accumulatie aan PAK in de economie kan in principe afgeleid worden uit de gegevens van de paragrafen 3.1.1 tot en met 3.1.5. Daar echter gegevens omtrent tal van in- en uitvoerposten ontbreken, bleek een dergelijke berekening niet mogelijk. Zie ook paragraaf 2.1.6.

Wel kan een schatting gemaakt worden van de accumulatie op basis van het ver- en gebruik van creosootolie in Zuid-Holland. Hetzelfde geldt voor de accumulatie uit naftaleen.

De verduurzaming van spoorwegbielsen vindt volledig plaats in Zuid-Holland. Hiervoor wordt 2.300 ton creosootolie gebruikt (Feenstra en v.d. Most, 1986). Aangenomen is dat 25% van de overige creosoteer-bedrijven in Zuid-Holland gevestigd is. Dat houdt in dat in Zuid-Holland jaarlijks circa 4.475 ton creosootolie aangebracht wordt, waarin 1.190 ton PAK zit. Tijdens de opslag op bedrijfsterreinen komt circa 150 ton PAK in het milieu terecht. In het jaar dat de paaltjes in gebruik worden genomen

treedt vanuit deze paaltjes een emissie op van circa 40 ton. Jaarlijks accumuleert op deze wijze circa 1.000 ton PAK in de economie.

In Zuid-Holland wordt jaarlijks circa 162 ton naftaleen gebruikt. In de Zuidhollandse tuinbouw wordt circa 3 ton verbruikt. Het restant, 159 ton naftaleen kan mogelijk in de economie accumuleren.

De totale accumulatie in Zuid-Holland aan PAK-totaal kan dus op minimaal circa 1.000 ton geschat worden. Van met name de accumulatie van creosootolie in de economie kan gesteld worden dat deze zeer waarschijnlijk leidt tot een langdurige diffuse emissie van PAK naar het milieu. Daar dit punt in paragraaf 2.1.6 aan de orde is geweest, wordt daar hier niet verder op ingegaan.

3.2 Milieustromen provinciaal

De gegevens voor het PAK-stroomschema van Zuid-Holland zijn voor een deel van hetzelfde soort, of zelfs identiek aan die van het nationale schema. Op provinciaal niveau is het echter vaak wenselijk om over gedetailleerdere gegevens te beschikken.

3.2.1 Benodigde gegevens

In- en uitvoer via het milieu

Voor het schatten van de in- en uitvoer van PAK via het oppervlaktewater zijn voor het provinciale stofstroomschema dezelfde soort gegevens nodig als voor het nationale stofstroomschema. Aanvullend hierop zijn gegevens met betrekking tot provinciale wateren nodig. Hiervoor zijn gegevens van de Zuidhollandse waterkwaliteits- en kwantiteitsbeheerders gebruikt. Een probleem vormde het achterhalen van de debieten van de Zuid-Holland instromende wateren, hiervoor is vaak van schattingen gebruik gemaakt. De uitvoer van PAK via het oppervlaktewater is als sluitpost voor de waterbalans gebruikt. Voor de berekening van de sluitpost is de aanname gemaakt dat van de hoge PAK 55% van de totale instroom sedimenteert en 10% wordt afgebroken. De rest stroomt uit. Voor de lage PAK is ervan uit gegaan dat 3,7% van de totale invoer sedimenteert en 50% wordt afgebroken. De rest stroomt uit.

De in- en uitvoer van PAK via lucht kan in principe berekend worden uit concentratiegegevens in combinatie met verspreidingsmodellen. In het "werkdocument PAK" is een schatting gemaakt van de in- en uitvoer van PAK via de lucht op nationaal niveau. De onzekerheden daarin zijn echter erg groot. In dit rapport is daarom de uitvoer via de lucht evenals voor water als sluitpost berekend. Hierbij is ervan uitgegaan dat 10% van de invoer van de hoge PAK, en 50% van de instroom van de lage PAK wordt afgebroken. De depositie is uit metingen en berekeningen bekend. De uitvoer wordt gevormd uit de instroom minus depositie en afbraak.

In de gevoeligheidsanalyse (hoofdstuk 4) wordt op de consequenties van deze aannamen verder ingegaan.

Emissie naar en onttrekking aan het milieu

Voor een beschrijving van de emissiegegevens wordt verwezen naar § 3.1.5, de economische stromen in Zuid-Holland. De emissie naar het milieu zal op provinciaal niveau veel gedetailleerder moeten zijn dan op nationaal niveau. Van belang is naar welk milieucompartiment en naar welke lokatie de emissie plaatsvindt.

De omvang van de onttrekking van PAK aan het milieu door geoogste gewassen en dierlijke producten is uit de landelijke schatting berekend.

Voor de onttrekking van PAK via baggeren zijn de gegevens voor Rijnmond gebruikt.

Vorming en afbraak in het milieu

Evenals op nationaal niveau is de vorming in het milieu verwaarloosbaar verondersteld. Voor de afbraak zijn dezelfde percentages als voor het nationaal niveau gebruikt (zie ook hierboven).

Accumulatie in het milieu

De accumulatie op provinciaal niveau is, evenals op nationaal niveau, geschat uit de stromen naar de bodem en waterbodem en de stromen uit en afbraak in deze compartimenten.

3.2.2 PAK-STROMEN EN -ACCUMULATIES IN HET ZUIDHOLLANDSE MILIEU

In figuur 3.1, 3.2 en 3.3 staan de stromen van PAK totaal, hoge PAK en fenantree door het milieu van de provincie Zuid-Holland in 1985 weergegeven. In de tabellen 3.13 t/m 3.18 worden de bijdragen van de verschillende bronnen aan elke stroom in het schema gegeven.

TABEL 3.13: Invoer via het milieu ZUID-HOLLAND

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Grote rivieren:				
- Rijn/Maas stroomgebied ¹	21,4	12,2	9,2	2,3
- Noordzee naar Rijnmond	9,4	3,8	5,6	0,1
Lucht:				
- uit omringende gebieden ²	361,9	339,3	22,6	137,0
TOTAAL:	392,7	355,3	37,4	139,4

TABEL 3.14: Uitvoer via het milieu ZUID-HOLLAND

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Rivieren ³ :				
uit invoer	19,7	14,1	5,6	1,8
uit emissies	8,8	7,6	5,2	0,5
uit depositie opp. water	10,2	4,8	0,3	1,0
	0,8	1,7	0,1	0,3
Lucht ⁴ :	298,7	272,3	26,4	89,7
TOTAAL:	318,4	286,4	32	92,4

TABEL 3.15: Onttrekking aan het milieu ZUID-HOLLAND

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Baggeren:				
- havens en vaargeulen Rijnmond ⁵	10,1	3,8	6,3	1
- Haringvliet				
Oogst gewassen en dierlijke prod. ⁶	1,4	0,8	0,6	0,3
TOTAAL:	11,5	5,9	6,9	1,3

TABEL 3.16: Emissie naar milieu ZUID-HOLLAND

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Emissies naar:				
- lucht	304,2	293,9	10,3	70
- oppervlaktewater	8,1	7,5	0,6	1,3
- bodem diffuus	35,3	33,9	1,4	10,2
- bodem lokaal ⁷	16,1	11,2	4,9	1,9
TOTAAL:	363	346	17,2	83,4

TABEL 3.17: Afbraak in het milieu ZUID-HOLLAND

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
Afbraak in:				
- lucht	319,9	316,6	3,3	103,5
- bodem diffuus	3,6	3,6	0	1,1
- bodem lokaal	1,5	0,6	0,9	0,1
- water	16,9	15,3	1,6	2,9
- waterbodem	0,02	0,01	0,01	0
TOTAAL:	341	336	5	107,6

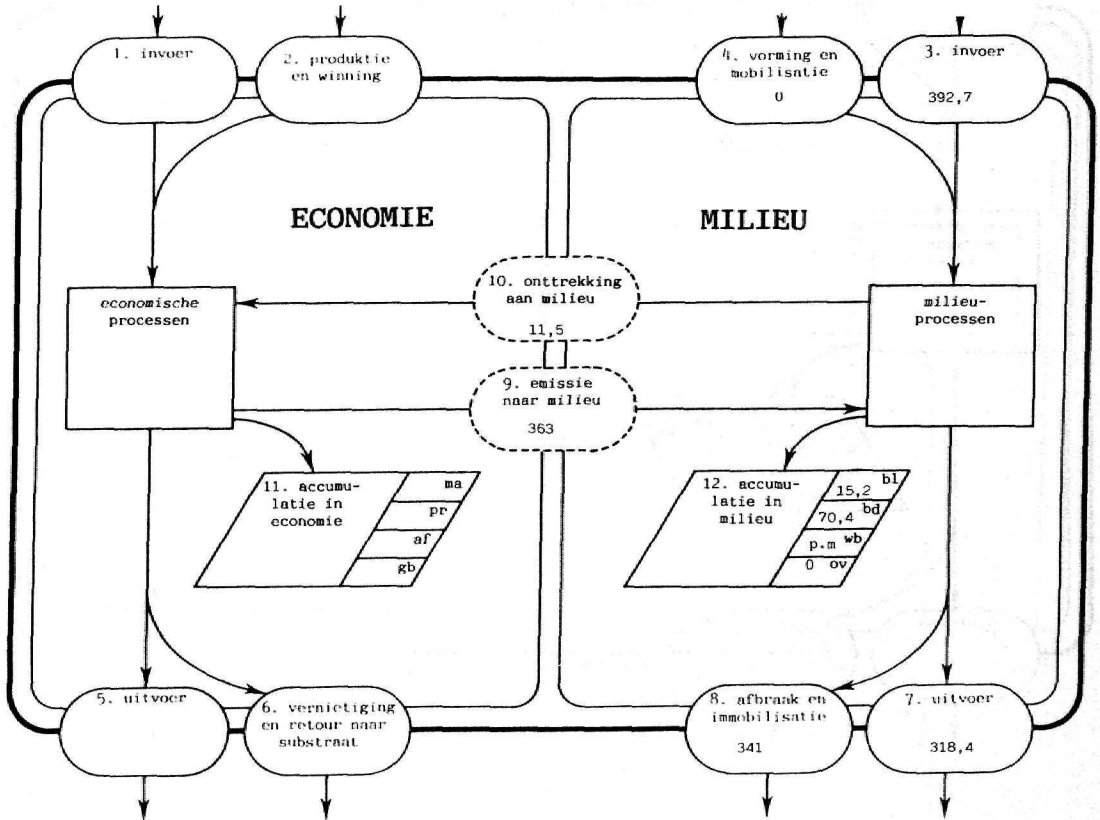
TABEL 3.18: Accumulatie ZUID-HOLLAND

	totaal	ton/j		fenantreen
		laag	hoog	
A) Bodem diffuus				
IN: depositie ⁸	40,8	38,1	2,7	11,9
overige emissies	35,3	33,9	1,4	10,2
TOTAAL:	76,2	72	4,2	22
UIT: afspoeling naar opp. water ⁹	0,7	0,7	0,04	0,2
uitspoeling naar grondwater	0	0	0	0
oogst en afvoer dierlijke prod.	1,4	0,8	0,6	0,3
afbraak	3,6	3,6	0,04	1,1
TOTAAL:	5,8	5,1	3,5	1,6
ACCUMULATIE = IN - UIT	70,4	66,9	3,5	20,4
B) Bodem lokaal				
IN: stort baggerspecie	8,5	3,8	4,7	0,7
stort zuiveringsslib	0,02	0,01	0,01	0
overige emissies	7,6	7,4	0,2	1,2
Totaal:	16,1	11,2	4,9	1,9
UIT: afspoeling	0,15	0,1	0,05	0,02
afbraak	0,65	0,6	0,05	0,1
TOTAAL:	0,9	0,7	0,1	0,1
ACCUMULATIE = IN - UIT	15,2	10,5	4,8	1,8
C) Waterbodem				
IN: Bezinking				
- uit invoer rivieren	5,5	0,4	5,1	0,09
- uit invoer Noordzee	3,2	0,1	3,1	0
- uit invoer lucht	0,3	0,1	0,2	0,06
- uit emissies	0,8	0,4	0,4	0,07
TOTAAL:	9,9	1,1	8,8	0,2
UIT: baggeren	10,1	3,8	6,3	1
afbraak	0,02	0,01	0,01	0
TOTAAL:	10,1	3,8	6,3	1
ACCUMULATIE = IN - UIT	p.m.	p.m.	2,4	p.m.

1. Gebaseerd op gegevens van de Zuidhollandse waterkwaliteitsbeheerders, DBW en RIWA.
2. Gebaseerd op de nationale in- en uitstroomgegevens uit het "werkdokument PAK".
3. Gebaseerd op de uitstroom uit het "werkdokument PAK", waarbij aangenomen is dat 1/3 van de uitstroom afkomstig is van de Schelde. De uitstroom is het totaal van de instroom van rivieren, emissies, afspoeling e.d..
4. zie noot 2.
5. zie noot 6, tabel 3.
6. Berekend uit de landelijke cijfers.
7. Aangenomen wordt dat alle stortplaatsen van baggerspecie in Zuid-Holland liggen. zie verder tabel 6, noot 8.
8. Berekend uit concentratiemetingen, depositiesnelheid en neerslaghoeveelheid.
9. zie tabel 6, noot 10

3.3 Provinciaal PAK-stroomschema

In figuur 3.1, 3.2 en 3.3 zijn de stroomschema's voor PAK voor de provincie Zuid-Holland weergegeven. Ook voor de provinciale schema's geldt dat voor het economisch deel geen balans kon worden opgesteld.

**Legenda:**

ma=materialen

pr=produkten

af=afval (onverwerkt)

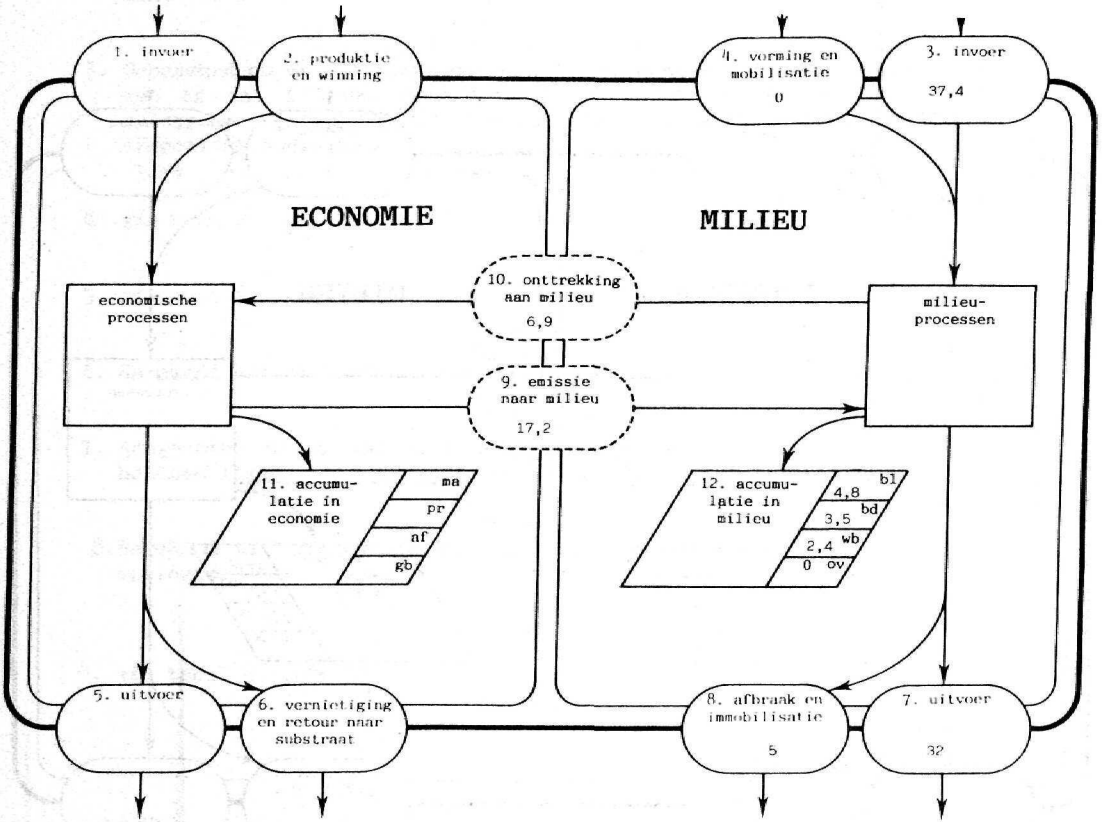
gb=gecontroleerde berging
van afvalstoffen

bl=bodem lokaal

bd=bodem diffuus

ov=overig

Figuur 3.1 Stroomschema voor PAK-totaal in Zuid-Holland in 1985 (ton/jaar)

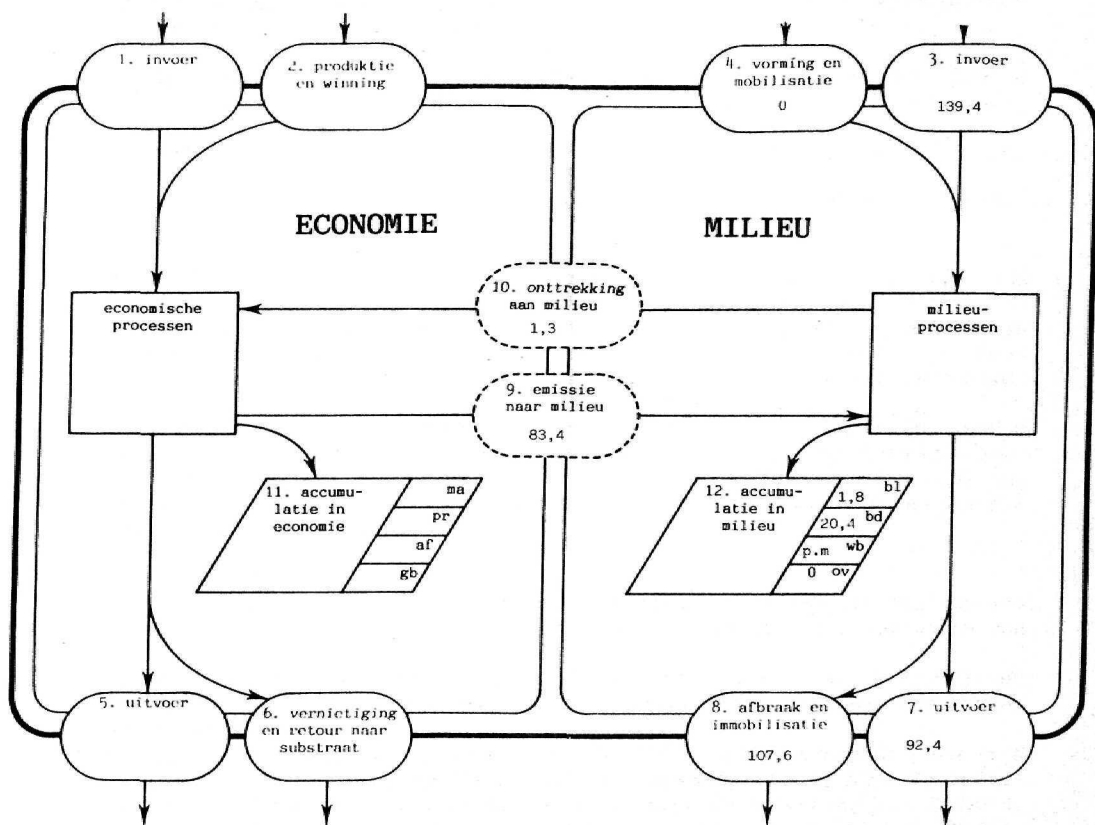


Legenda:

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 3.2 Stroomschema voor hoge PAK in Zuid-Holland in 1985 (ton/jaar)

**Legenda:**

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging
 van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 3.3 Stroomschema voor fenantreen in Zuid-Holland in 1985 (ton/jaar)

3.4 Provinciale deelstromen

3.4.1. Algemeen

In het provinciale stofstroomschema zijn de hoofdstromen binnen de provincie Zuid-Holland aangegeven. Het geeft echter geen informatie omtrent de ruimtelijke verdeling van de stromen en de accumulatie.

In deze paragraaf worden op het niveau van regio's en landschapselementen binnen de provincie de stromen in het milieu behandeld.

In de volgende paragrafen wordt analoog aan het cadmiumrapport (zie § 3.4.1. van het cadmiumrapport) een benadering uitgewerkt via twee uitgangspunten:

1. nadere detaillering via een gebiedsgerichte aanpak, waarbij Zuid-Holland opgedeeld is in deelgebieden;
2. nadere detaillering via een aanpak gericht op specifiek Zuidhollandse (probleem)situaties.

Ad 1. Bij het opstellen van de stroomschema's voor de deelgebieden van Zuid-Holland is gebruik gemaakt van de bestaande indeling in waterkwantiteitsbeheers-eenheden. Voor drie van de negen beheerseenheden zijn stroomschema's opgesteld. De keuze van de gebieden is gemaakt op grond van het al of niet aanwezig zijn van emissiebronnen in het beschouwde gebied en de situering van het gebied in Zuid-Holland.

Gekozen is voor een deelgebied waarin een groot deel van de Zuidhollandse emissiebronnen van PAK zijn gesitueerd, een relatief door bronnen onbelast gebied en een gebied dat hier tussen in zit. IJsselmonde is gekozen als belast gebied, de Vijfherenlanden als onbelast gebied en de Krimperwaard als matig belast gebied.

Ad 2. Bij de keuze van de voorbeeldsituaties om de PAK-probleemstromen te verduidelijken is rekening gehouden met de grootste emissiebronnen van PAK.

Gekozen is voor een hypothetisch watersysteem waarin de PAK-emissies afkomstig zijn van het gebruik van gecreosoteerd hout als beschoeiing en de recreatievaart.

Verkeer, ruimteverwarming, aluminiumindustrie en creosoteerbedrijven zijn de grootste PAK-bronnen op land. Voor een bodemsysteem is niet de belasting van de bodem zelf van primair belang, maar de belasting van de op de bodem levende mens met PAK via de ademhaling. Daarom is voor een bodemsysteem naast het stroomschema gekeken naar de belasting van de mens via de buitenlucht. Hiervoor is gebruik gemaakt van de door het RIVM in het Werkdocument PAK gemaakte schattingen.

3.4.2 Deelgebieden

De emissies vanuit de economie naar het milieu in de verschillende deelgebieden zijn geschat aan de hand van het aantal inwoners in het betreffende deelgebied, het oppervlak van het deelgebied en de lokaties van de PAK-emitterende industrie in Zuid-Holland. In onderstaande tabellen zijn de emissies voor de verschillende deelgebieden opgenomen.

Tabel 3.19: Emissies (kg/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor PAK-totaal in 1985 in de deelgebieden.

deelgebied	lucht-emissie	water-emissie	bodememissie	
			lokaal	diffuus
Ysselmonde	16739	176	151	1328
Krimperwaard	6016	240	200	1760
Vijfheren-landen	4698	182	162	1428

Tabel 3.20: Emissies (kilogram/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor de 'hoge' PAK in 1985 in de deelgebieden (1).

deelgebied	lucht-emissie	water-emissie	bodememissie	
			lokaal	diffuus
Ysselmonde	2701	74	3,4	8
Krimperwaard	581	10	4,5	10,6
Vijfheren-landen	45	9	3,7	8,6

1) Aangenomen is dat de helft van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, 'hoge' PAK betreft.

Tabel 3.21: Emissies (kilogram/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor fenantreen in 1985 in de deelgebieden (1).

deelgebied	lucht-emissie	water-emissie	bodememissie	
			lokaal	diffuus
Ysselmonde	3500	41	24	400
Krimperwaard	1939	37	32	530
Vijfheren-landen	1359	28	26	430

1) Aangenomen is dat eentiende van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, fenantreen betreft.

Uit bovenstaande tabellen blijkt dat de emissies naar water laag zijn ten opzichte van de emissies naar lucht en bodem. Dit beeld is echter enigszins vertekend omdat alleen de emissies naar 'polderwater' zijn meegerekend. Emissies vanuit verduurzaamd hout dat voor beschoeiing in plassen en rijkwateren is gebruikt, zijn bijna geheel buiten beschouwing gelaten.

De emissies in Ysselmonde zijn van deze drie waterschappen verreweg het grootst. Dit wordt met name veroorzaakt doordat in dit gebied grote raffinaderijen staan, het de meeste inwoners heeft en dat het verkeer er omvangrijk is.

In tabel 3.22, 3.23 en 3.24 zijn de gegevens van de PAK-stromen in de drie deelgebieden weergegeven. De in- en uitstroom via de lucht, achtergronddepositie en onttrekking door oogst van gewassen en dierlijke produkten zijn uit de provinciale gegevens berekend door toerekening naar de oppervlakte van de deelgebieden. Voor de instroom via het water en het baggeren van slib zijn gegevens voor de deelgebieden gebruikt. Voor de berekening van de lokale depositie van PAK uit puntbronnen is uitgegaan van de gegevens vermeld in het werkdocument PAK. De geschatte 'lokale' depositie bedraagt 15% van de geëmitteerde hoeveelheid. Deze depositie valt binnen een gebied met een straal van 5 kilometer van de bron. Daarbuiten is de invloed van de bron op de depositie verwaarloosbaar. Voor afbraak zijn de percentages aangehouden zoals die voor het nationaal en provinciaal schema gebruikt zijn. Uitvoer is sluitpost in de berekeningen.

Op provinciaal niveau zijn de gegevens in het algemeen te beperkt om een differentiatie naar deelgebieden te maken. Op het niveau van de deelgebieden is bijvoorbeeld het niet mogelijk gebleken verschillen in met de lucht ingevoerde hoeveelheden aan te geven en daarmee verder te rekenen. De nauwkeurigheid van de gegevens is niet groot genoeg om op dit niveau nog regionaal onderscheid in invoergegevens aan te brengen.

Tabel 3.22 Stroomschema voor IJsselmonde, een sterk belast gebied (in kg/jaar).

	Fenantreen	Hoge PAK	PAK-totaal
Invoer	24052	4103	65819
Emissie	3967	2787	18519
Onttrekking	-7,4	-15	-34
Accumulatie	684	455	5838
Bodem lokaal	22,5	3,3	507
Bodem diffuus	659	400	5269
Waterbodem	2,2	51,7	62
Overige	0	0	0
Afbraak	-13844	-694	-36404
Uitvoer	-13484	-5725	-35641

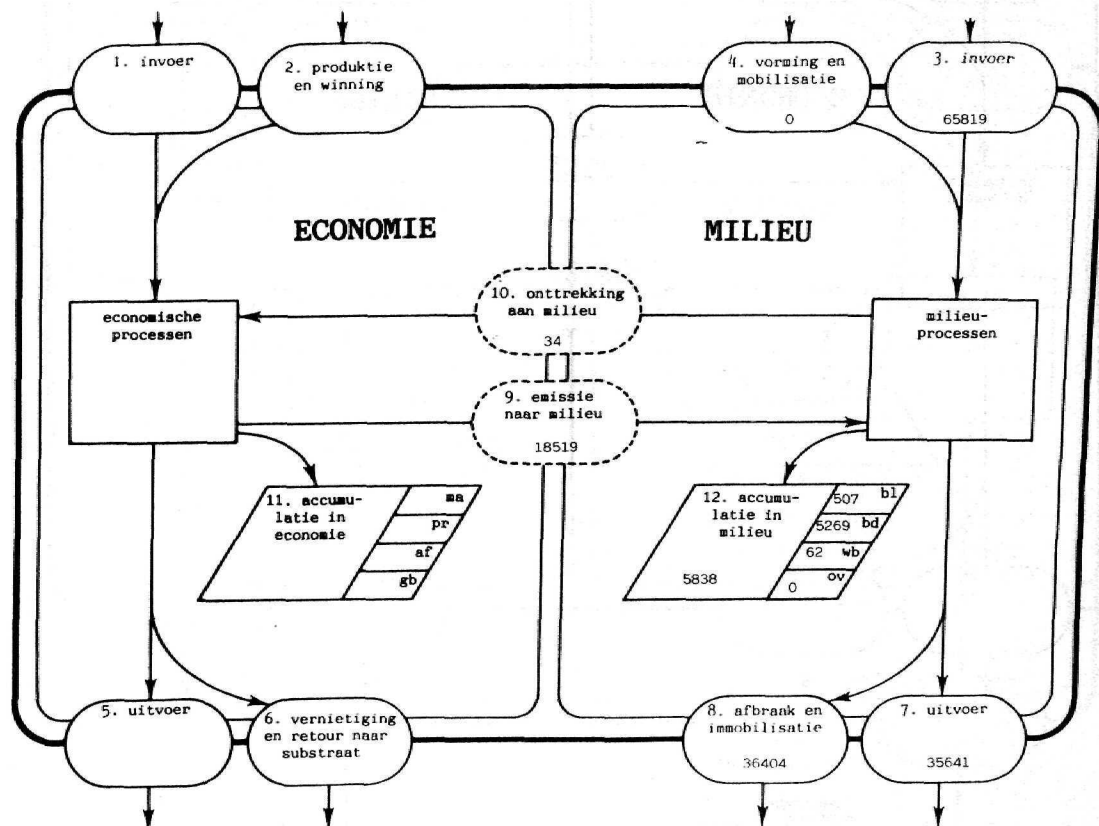
Tabel 3.23 Stroomschema voor Krimpenerwaard, een matig belast gebied (in kg/jaar).

	Fenantreen	Hoge PAK	PAK-totaal
Invoer	27781	4703	76116
Emissie	2338	94	8218
Onttrekking	-18	-38	-86
Accumulatie	803	43	2231
Bodem lokaal	29,8	4,4	188,4
Bodem diffuus	771	30,2	2024
Waterbodem	2,1	8,9	19,2
Overige	0	0	0
Afbraak	-14832	-479	-39418
Uitvoer	-14465	-4236	-42598

Tabel 3.24 Stroomschema voor Vijfherenland, een weinig belast gebied (in kg/jaar).

	Fenantreen	Hoge PAK	PAK-totaal
Invoer	25140	4300	68600
Emissie	1844	66	6470
Onttrekking	-18	-38	-86
Accumulatie	571	28	1696
Bodem lokaal	24	3,6	153
Bodem diffuus	546	18,1	1529
Waterbodem	1,5	6,3	14
Overige	0	0	0
Afbraak	-13301	-436	-35104
Uitvoer	-13093	-3864	-38184

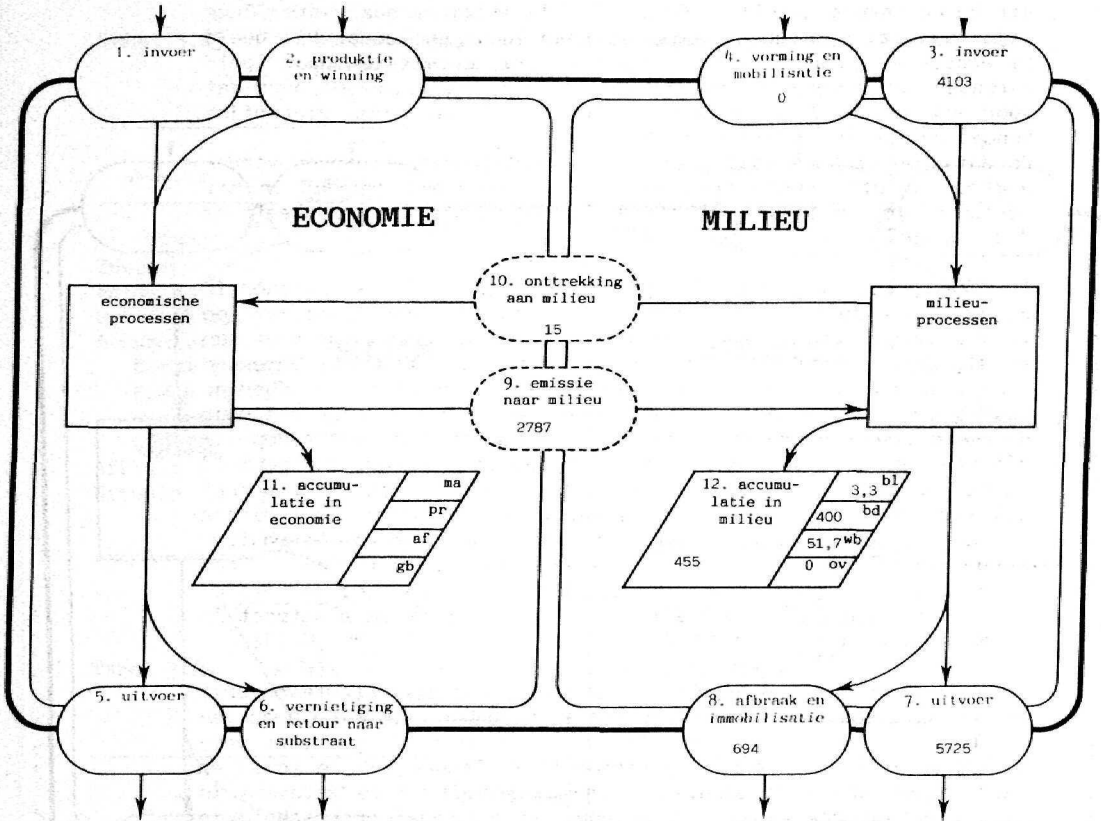
Uit de tabellen blijkt duidelijk dat de hoge emissie in IJsselmonde tot een hogere belasting van de regio leidt. Met name de belasting van de bodem (diffuus) en de waterbodem met hoge PAK is in IJsselmonde hoog ten opzichte van Vijfherenlanden (resp. faktor 20 en 10 maal zo hoog).



Legenda:
 ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

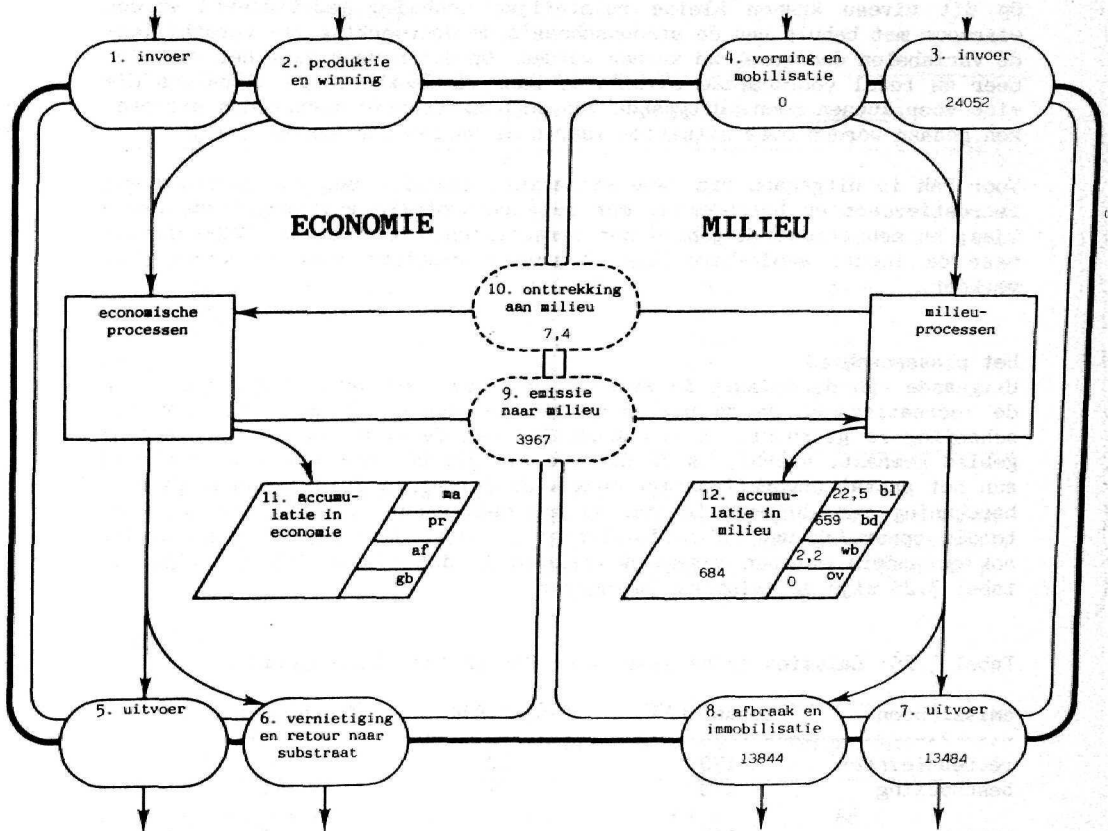
Figuur 3.4 Stroomschema voor PAK-totaal in IJsselmonde in 1985 (kg/jaar)

**Legenda:**

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging
 van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 3.5 Stroomschema voor hoge PAK in IJsselmonde in 1985 (kg/jaar)

**Legenda:**

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging
 van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 3.6 Stroomschema voor fenantreen in IJsselmonde in 1985 (kg/jaar)

3.4.3 Voorbeeldsituaties

Op dit niveau kunnen kleine ruimtelijke eenheden gedefinieerd worden waarvoor met behulp van de stroomschema's de doorwerking van verschillende variabelen doorgerekend kunnen worden. Op dit niveau gaat het dus niet meer om reëel voorkomende situaties, maar om denkbeeldige situaties die zich voor kunnen doen. Uitgaande van zo'n exercitie kunnen dan uitspraken gedaan worden over situaties waarin de variabelen aanwezig zijn.

Voor PAK is uitgegaan van twee situaties, namelijk een watersysteem met recreatievaart en beschoeiing met met creosootolie geïmpregneerde paaltjes; en een stedelijk gebied met verschillende bronnen van PAK-emissies naar de lucht: anode-bereiding; houtverduurzaming; ruimteverwarming en verkeer.

Het plassengebied

Uitgaande van de emissie in Zuid-Holland naar het water ten gevolge van de recreatievaart en de uitloging van gecreosoteerd hout dat voor beschoeiing is gebruikt, is een schatting van de emissies per ha plassengebied gemaakt. Hierbij is de emissie uit gecreosoteerd hout gerelateerd aan het aantal oeverkilometers (excl. rivieren) in Zuid-Holland. Voor de berekening van de emissie van de recreatievaart is uitgegaan van het totale oppervlak van de Zuidhollandse plassen. Pleziervaartuigen zullen ook op andere wateren varen. Aangenomen is dat dit ca 10% zal zijn. In tabel 3.25 zijn de emissies samengevat.

Tabel 3.25: Emissies (g/ha jaar) voor PAK in een plassengebied.

emissiebron	totaal-PAK	'hoge' PAK	fenantreen
recreatievaart	170	12	35
beschoeiing	140	4	17
TOTAAL	310	16	52

In tabel 3.26 a+b is het stroomschema voor het watersysteem weergegeven. Bij het optellen van het stroomschema zijn t.a.v. bezinking, afbraak en uitvoer dezelfde aannames gebruikt als voor nationale en provinciale schema's zijn gemaakt. Uit de tabel blijkt dat de hoge PAK voornamelijk van de invoer via het water afkomstig zijn. In dit rekenvoorbeeld is fenantreen voornamelijk van depositie en recreatie afkomstig. Het zal duidelijk zijn dat dit voorbeeld alleen illustratief is. Er mag echter wel in zijn algemeenheid geconcludeerd worden dat recreatievaart (en andere fenantreen bronnen) bij kan dragen aan de verhoogde fenantreengehalten in de waterbodem; bovendien kan depositie hier aanzienlijk aan bijdragen, zeker als er lokale bronnen zijn (hier niet verder uitgewerkt).

Tabel 3.26a Stroomschema voor een watersysteem met beschoeiing van gecreosoteerde paaltjes en recreatievaart in Zuid-Holland (in g/ha).

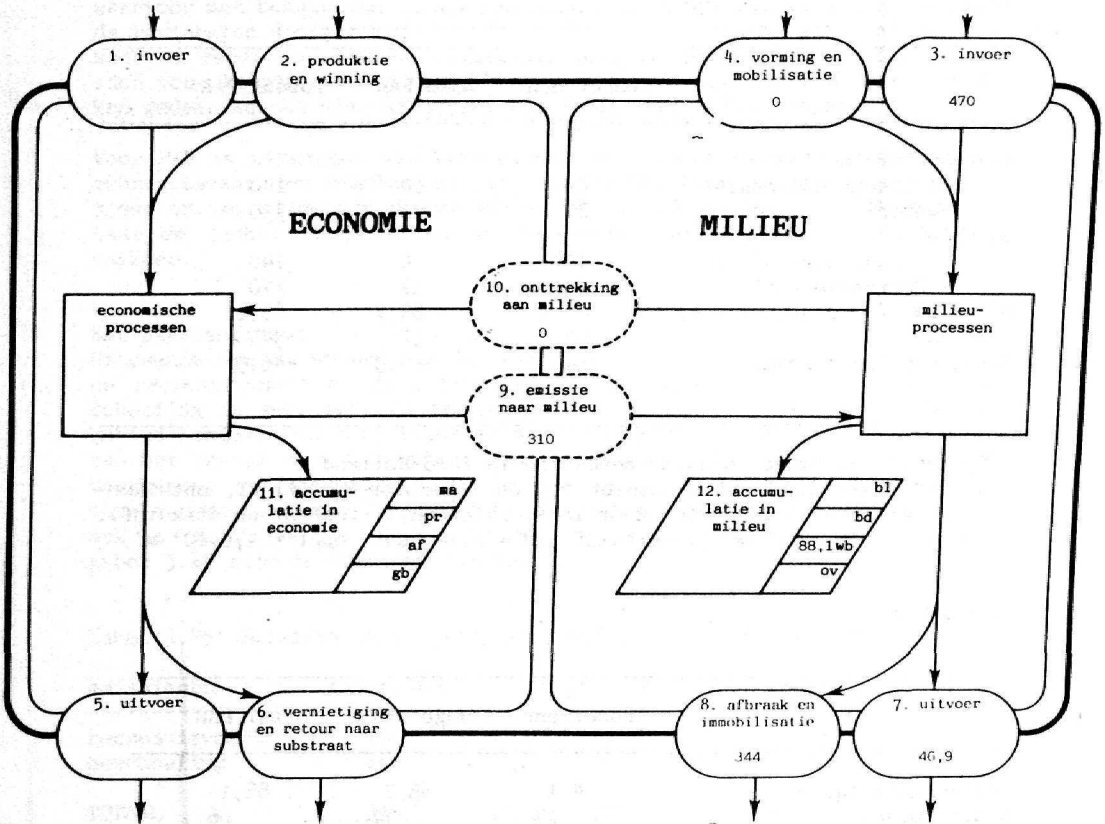
	Fenantreen	Hoge PAK	Totaal PAK
Instroom via milieu			
-Achtergronddepositie ¹	40	10	140
-Water ²	20	90	330
Emissie			
- Creosoteerpaaltjes	17	4	140
- Recreatievaart	35	12	170
Bezinking (= accumulatie wb)	4,1	63,7	88,1
Afbraak	-56	-12	-344
Uitstroom (sluitpost)	-51,9	-39,9	-46,9

¹ Op basis van droge en natte depositie in Zuid-Holland

² Op basis verblijftijd en debiet van de Kagerplas (CUVWO VI, ontwikkeling van grenswaarden voor doorzicht, chlorophyl, fosfaat en stikstof).
Debiet = $141,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{j}$, verblijftijd = 0,12 jaar, opp. = $4,6 \cdot 10^6 \text{ m}^2$,

Tabel 3.26b

	Fenantreen	Hoge PAK	Totaal PAK
Accumulatie (g/ha)	4,1	63,7	88,1
% uit inlaat	17	77	66
depositie	36	9	12
recreatie	31	10	12
beschoeiing	15	4	10

**Legenda:**

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging
 van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 3.7 Stroomschema voor PAK-totaal in een fictief watersysteem in 1985 (g/ha. jaar)

Stedelijk gebied

Voor het stedelijk gebied is de diffuse bodemaccumulatie te berekenen uit de depositie. In tabel 3.27 is de extra bijdrage aan de depositie van een aantal bronnen weergegeven. Hieruit blijkt dat de depositie lokaal sterk verhoogd kan zijn.

De relevantie van de bodem is vooral gelegen in de blootstelling van de mens aan PAK. Door het RIVM is de blootstelling van de mens via de ademhaling in een aantal verschillende situaties berekend. Voor dit onderzoek wordt buiten beschouwing gelaten, hoewel dit een hele grote bron is. Voor de overige bronnen wordt aangenomen dat de blootstelling permanent plaatsvindt. Het extra kankerrisico is in tabel 3.28 weergegeven. Hierbij is dus geen rekening met het aantal blootgestelden gehouden. De berekende risico's zijn cumulatief. Uit de tabel blijkt dat de PAK-concentraties in de binnenlucht ten gevolge van open haarden erg hoog kunnen zijn. Dit leidt echter niet tot een permanente inname. De blootstelling, en het daaruit berekende extra risico, zijn daardoor vergelijkbaar met een anodebakkerij op 2 km afstand.

Tabel 3.20 Extra bijdrage van een aantal bronnen aan een verhoogde lokale depositie.

depositie g/ha.j	Fenantreen	Hoge PAK	Totaal PAK
Achtergronddepositie	40	10	140
Extra bijdrage			
anodebakkerij op 2 km ¹	10	10	70
verkeer + huisverwarming ²	30	10	145

¹ Uit werkdocument PAK

² Verkeer + huisverwarming zijn samen goed voor ca. 10 % van de fenantreenemissie; 12 % van de PAK-hoog emissie en 15% van de PAK-totaal emissie (zie tabel 5.1). Aangenomen wordt dat deze zelfde percentages gelden voor de bijdrage aan de depositie. De bevolkingsdichtheid in b.v. Schiedam is ca. 8 x zo hoog als gemiddeld in Nederland. Hieruit kan de extra bijdrage van de depositie geschat worden, nl. 7 x de bijdrage aan emissie x totale emissie.

Tabel 3.21

Verhoging van de concentraties in de lucht en verhoging van het kankerrisico in een aantal verschillende situaties, namelijk: stad, anodebakkerij op 2 km afstand en het branden van een open haard. Concentraties zijn in ng/m^3 ; risico's zijn relatief t.o.v. het risico als gevolg van de achtergrondblootstelling. In absolute zin bedraagt dit risico een kans op kanker per jaar van 0,3-3 per 10^6 .

	Fenentreen	Hoge PAK	Totaal-PAK	Extra risico t.o.v. achtergrond
Stad		84	3,1	1,2
Anodebakkerij		40	18,8	3
Open haard		5000	995	5,5

4 TECHNISCHE EVALUATIE

4.1 Economische gegevens

Nederland

Voor de in- en uitvoer via de economie zijn gegevens beschikbaar in de CBS-statistieken, echter lang niet alle PAK-houdende grondstoffen en produkten worden apart geregistreerd. Een aantal voor de balans belangrijke posten worden door het CBS geregistreerd onder het hoofd 'oliën en andere posten verkregen bij het destilleren van hoge temperatuur steenkool; soortgelijke produkten waarvan het gewicht aan aromatische bestanddelen dat de niet aromatische overtreft'. Daar hier, naast produkten van de steenkoolteerdestillatie, ook een aantal produkten van de olieraffinage onder vallen en de gehalten aan PAK in deze laatste produkten veel lager zijn dan die in produkten van de steenkoolteerdestillatie, kunnen uit deze posten geen in- en uitvoerposten voor PAK berekend worden. Tevens zijn een aantal gegevens omtrent de uitvoer niet bekend, vanwege de geheimhoudingsplicht van het CBS in het geval het een beperkt aantal exporteurs betreft. Daarnaast zijn in veel gevallen de gehalten in deze goederen aan de tien VROM-PAK niet of niet nauwkeurig bekend. Vaak is uitgegaan van gehalten in 'verwante' PAK-houdende produkten.

De hoeveelheid steenkoolteer die in- en uitgevoerd wordt is nauwkeurig bekend. Ook de gehalten aan de verschillende PAK-verbindingen is vrij goed bekend. De onnauwkeurigheid in de in- en uitvoerposten bedraagt circa 10-20%.

Omtrent (koolteer-)pek kan hetzelfde opgemerkt worden.

De invoer van naftaleen en antraceen is bekend. Van de uitvoer van naftaleen bestaat een vrij betrouwbare schatting. De uitvoer van antraceen is onbekend, hetgeen tot een onderschatting van de uitvoer van PAK leidt.

De omvang van de invoer van creosootolie en in mindere mate de samenstelling van creosootolie zijn vrij nauwkeurig bekend. Omtrent de uitvoer zijn echter geen cijfers beschikbaar. Ook is niet bekend of Nederland een uitvoeroverschot of juist een -tekort heeft. Vaststaat dat hierdoor de uitvoer aan PAK onderschat is.

Gegevens over de produktie van PAK zijn slecht beschikbaar.

De hoeveelheid steenkoolteer die in Nederland geproduceerd wordt is op grond van gegevens in de literatuur geschat op 127.000 ton per jaar. Wordt echter uitgegaan van een opbrengst van 5 %, en wordt aangenomen dat alleen cokes-kolen voor de produktie van cokes en steenkoolteer gebruikt worden, dan wordt een produktie berekend van circa 220.000 ton steenkoolteer. De produktie kan dus tot 100% onderschat zijn.

Om de omvang te kunnen schatten van de hoeveelheid PAK die ontstaan bij de andere verbrandingsprocessen uit de tabellen 2.4 tot en met 2.6 is gebruik gemaakt van de relatief betrouwbare emissiegegevens.

De stroom van de economie naar het milieu is de stroom waarvan de gegevens het meest betrouwbaar zijn. Bij de emissiegegevens dienen twee kanttekeningen gemaakt te worden. Ten eerste bestaat er onzekerheid over

de grootste emissie-post, uitloging van gecreosoteerd (en gecarbolineerd) hout.

Met name over de emissie naar water is nog veel onzekerheid. Bij het opstellen van het Basisdocument PAK zijn getallen met een spreiding tot een faktor 20 boven tafel gekomen. De emissie zoals die uiteindelijk in het Basisdocument is opgenomen en in dit rapport is overgenomen is binnen deze onzekerheid een lage schatting.

Daarnaast bestaat vaak wel kennis omtrent de totale emissie aan PAK, maar veel minder vaak is ook het emissieprofiel bekend. Daarom zijn regelmatig aan de hand van gegevens omtrent een of twee PAK-verbindingen met behulp van een profiel de emissies aan de verschillende verbindingen bepaald. Daarbij is dan gebruik gemaakt van het emissieprofiel van een 'verwante' emissie, of van informatie omtrent de samenstelling van de stoffen waaruit de emissie is ontstaan. Indien van geen enkele individuele verbinding de concentratie in de emissie bekend was zijn ook aan de hand van veronderstelde profielen emissies berekend.

In het ideale geval zouden de verschillende in- en uitstromen van de economie in een stofstroomschema onafhankelijk van elkaar bepaald moeten kunnen worden. Dat is in dit stroomschema niet het geval. Een deel van de 'geproduceerde' hoeveelheid PAK is ontleend aan de emissiegegevens. Over het algemeen wordt in stofstroomschema's de accumulatie in de economie berekend als resultante van de verschillende stromen, en indien mogelijk, vergeleken met een schatting van de accumulatie uit gegevens over het ver- en gebruik van de stof. Dit omdat berekening van de accumulatie als restpost meer betrouwbaar wordt geacht dan de schatting uit summier beschikbare ver- en gebruikcijfers. In dit stofstroomschema konden echter de instroom via invoer en produktie en de uitvoer niet vastgesteld worden zodat de accumulatie niet als restpost berekend kon worden. Bij gebrek aan gegevens is een ruwe schatting van de accumulatie gemaakt.

Zuid-Holland, deelgebieden en voorbeeldsituaties

Met betrekking tot de Zuidhollandse situatie dient opgemerkt te worden dat er geen gegevens aanwezig zijn over de in- en uitvoer via de economie. Deze zijn geraamd op basis van de nationale buitenlandse handel. Daarbij is onder andere rekening gehouden met geografische factoren zoals lokaties van industriële activiteiten. Hierdoor zal de betrouwbaarheid minder zijn dan die voor de nationale in- en uitvoer.

De emissies in Zuid-Holland, Zuidhollandse deelgebieden en voorbeeldsituaties zijn in het algemeen ontleend aan gegevens omtrent emissies op nationale schaal. Het is echter de vraag in hoeverre dergelijk vaak gegeneraliseerde uitgangspunten doorgetrokken mogen worden naar een veel kleinere schaal. Het was echter niet mogelijk om via andere wegen emissies aan PAK voor de verschillende gebieden en de voorbeeldsituaties te schatten.

Daarnaast brengt het feit dat de nationale emissies in tonnen zijn uitgedrukt en die van de deelgebieden en voorbeeldsituaties kilo's een extra onzekerheidsfaktor met zich mee.

4.2 Milieugegevens

4.2.1. Gegevens

In deze paragraaf worden de gegevens op nationaal, provinciaal en deelstroomniveau beoordeeld op:

- aanwezigheid van gegevens
- het kunnen beschikken over de gegevens
- de toegankelijkheid van de gegevens
- de nauwkeurigheid van de gegevens

Deze analyse is nodig voor de evaluatie van de resultaten van het onderzoek. In tabel 1 wordt een beoordeling van de gegevens op drie niveau's gegeven.

Nationaal niveau

De voor het milieugedeelte van het PAK-stroomschema benodigde gegevens zijn over het algemeen in voldoende mate aanwezig. De beschikbaarheid van deze gegevens leverde geen problemen op. Een groot gedeelte van de benodigde gegevens zijn overgenomen uit het 'werkdocument-PAK' en het CCRX-evaluatierapport PAK. De toegankelijkheid van de gegevens was waar het al bewerkte gegevens betrof niet altijd even goed. De in- en uitvoer in het 'werkdocument' zijn bijvoorbeeld berekend met behulp van een computermodel. De aan de berekening ten grondslag liggende gegevens zijn moeilijk te achterhalen. Bovendien zijn deze berekeningen niet altijd even betrouwbaar (pers. comm. Ros). Voor een aantal posten waren helemaal geen betrouwbare gegevens voorhanden. Het gaat met name om de invoer van PAK via de Noordzee en een aantal milieuprocessen. Voor de af- en uitspoeling van PAK zijn op basis van (onvolledige) gegevens ruwe schattingen gemaakt. Voor afbraak van PAK in water, lucht en (water-)bodem is een vast percentage aangenomen. De uitvoer is als sluitpost berekend.

Accumulatie in bodem en waterbodem is niet berekend als het verschil tussen in- en uitstroom, maar gebaseerd op gegevens van stromen tussen compartimenten. Het voordeel hiervan is dat uitstroom uit het milieudeelsysteem (= uitvoer + afbraak) in feite als geheel een sluitpost is. Onzekerheid in afbraak en uitvoergegevens heeft daardoor nauwelijks invloed op het stroomschema. De afbraak in bodem en waterbodem zijn laag en daardoor nauwelijks van invloed op de accumulatie.

De accumulatie in bodem en waterbodem wordt vrijwel geheel bepaald door resp. depositie en bezinking. De depositiegegevens zijn redelijk betrouwbaar. Voor een aantal verbindingen berusten de gegevens op metingen; anderen zijn daaruit, en uit PAK-profielen afgeleid. De bezinking van PAK in het oppervlaktewater is gebaseerd op schattingen van bindingspercentages van PAK aan zwevend slib, en bezinking van slib. De schatting van de bezinking van hoge PAK is redelijk betrouwbaar: deze zijn voor het grootste deel aan slib gebonden. De schatting van de bezinking van lage PAK is minder betrouwbaar: bindingpercentages liggen ergens tussen 1 en 30% verschillen sterk, afhankelijk van de verbinding. De negatieve accumulatie van lage PAK in de waterbodem van Zuid-Holland kan van deze aanname een gevolg zijn. Echter, ook de onzekerheid in met name emissie uit creosoot kan hier (mede) oorzaak van zijn.

De onnauwkeurigheid in de meetgegevens van PAK wordt deels veroorzaakt doordat niet altijd de tien, in dit rapport onderzochte, verbindingen in meetprogramma's opgenomen zijn. Voor ontbrekende gegevens wordt op basis van emissie- of concentratieprofielen een schatting gemaakt. Ook de onderlinge verschillen in milieugedrag van de tien verbindingen is

verantwoordelijk voor het ontbreken van en de onnauwkeurigheid in de gegevens.

Met betrekking tot de aanwezigheid van gegevens op nationaal niveau kan geconcludeerd worden dat er voor de meeste PAK-verbindingen voldoende gegevens aanwezig zijn. Een uitzondering hierop moet gemaakt worden voor de afbraak en uitvoer. Daarvan is weinig bekend, wat de nauwkeurigheid van de accumulatie echter niet beïnvloedt.

Provinciaal niveau

Op provinciaal niveau was de aanwezigheid van gegevens een groter probleem. Bij afwezigheid van gegevens kon meestal een schatting gemaakt worden op basis van de landelijke gegevens. Evenals op nationaal niveau speelt hier het probleem van de onnauwkeurigheid in de schattingen van afbraak, uitvoer. Bij de toerekening van de milieuprocessen is dezelfde procedure gevolgd als op nationaal niveau.

De beschikbaarheid van de gegevens op provinciaal niveau levert geen problemen op.

De nauwkeurigheid van de gegevens op provinciaal niveau is vergelijkbaar met die op nationaal niveau. Nadere detaillering op provinciaal niveau kon met name in emissiegegevens gemaakt worden; niet met betrekking tot milieustromen als invoer, depositie en bezinking. Voor afbraak en uitvoer zijn dezelfde aannamen als op nationaal en provinciaal niveau gebruikt.

Net als op nationaal niveau is niet de aanwezigheid van gegevens maar het slechte inzicht in het gedrag van PAK-verbindingen de factor die het opstellen van een stofstroomschema bemoeilijkt. De extrapolatie van landelijke gegevens naar provinciale gegevens werkt een extra onnauwkeurigheid in de hand. Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat de nauwkeurigheid van de berekeningen op provinciaal niveau overeenkomt met die van het nationale niveau.

Deelstromen

Specifieke, op de deelgebieden betrekking hebbende, gegevens waren slechts sporadisch aanwezig. De wel beschikbare gegevens waren over het algemeen slecht toegankelijk. In sommige gevallen is een berekening gebaseerd op gegevens uit andere deelgebieden. Bij emissies van PAK in de deelgebieden gaat het vooral om diffuse emissies. Deze zijn uit landelijke en/of provinciale gegevens geëxtrapoléerd op basis van het inwoneraantal of het oppervlak van het gebied.

Voor het schatten van de bezinking en depositie van de PAK-verbindingen is eveneens gebruik gemaakt van de landelijke gegevens. Voor afbraak en uitvoer zijn dezelfde aannamen gebruikt. De betrouwbaarheid van met name bezinking in en uitvoer via het oppervlaktewater zal beduidend kleiner kunnen zijn omdat provinciale wateren een duidelijk ander karakter hebben met betrekking tot invoer, doorstroom, stroming, etc. dan de Rijkswateren waarvoor de betreffende parameters zijn geschat.

4.3 Gevoeligheidsanalyse

Voor de nationale, provinciale en regionale (alleen IJsselmonde) niveaus is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. De analyse is uitgevoerd voor hoge en lage PAK. PAK-totaal kan daaruit worden afgeleid; fenantreen valt onder lage PAK.

Voor de gevoeligheidsanalyse zijn een aantal parameters gebruikt: invoer via milieu; emissie-totaal; emissie naar het water uit gecreosoteerd hout; depositie; en bezinking van de lage-PAK. Gekeken is in hoeverre onzekerheden in invoergegevens en aannamen doorwerkt in de conclusies. Als onzekerheidsfactor is een factor 2 aangehouden; alleen voor de wateremissie van PAK uit creosoot is een factor 10 aangehouden en voor de bezinking van lage PAK in water is in plaats van 3,7% een bezinkingspercentage van de instroom van 10% aangehouden.

Lage PAK

Met betrekking tot de lage PAK blijkt dat verhoging van de bezinking van 3,7% naar 10% tot een 2,5 x zo hoge accumulatie in de waterbodem leidt. Ook verhoging van de emissie uit creosoot geeft een verhoging van de accumulatie in dezelfde orde grootte. In beide gevallen blijft creosoot echter de belangrijkste PAK-bron, zodat de eindconclusie niet veranderd. In IJsselmonde leidt verhoging van de emissie uit creosoot tot een 6 x zo hoge accumulatie.

De diffuse accumulatie in de bodem neemt met een factor 1,7 toe bij een 2 x zo hoge emissie; en met een factor 1,5 als de depositie 2 x zo hoog is. Bij een 2 x zo hoge invoer via de lucht neemt de accumulatie met een factor 1,3 toe. Dit geldt globaal voor alle drie de onderzochte niveaus.

Hoge PAK

De accumulatie van hoge PAK in de waterbodem neemt op nationaal en provinciaal niveau met een factor 1,8 toe als de invoer 2x verhoogd wordt; voor IJsselmonde heeft dit echter nauwelijks invloed. Op deelgebiedniveau leidt een verdubbeling van de emissies tot een verhoging van de accumulatie in de waterbodem met een factor 1,8. Verdubbeling van de invoer via lucht of de depositie leidt nauwelijks tot een verhoging van de accumulatie in de waterbodem.

Verdubbeling van de depositie leidt wel tot een bijna 2x zo hoge diffuse accumulatie in de bodem. Ook verdubbeling van emissies en invoer leiden tot een aanzienlijke verhoging.

Op deelgebiedniveau leidt verhoging van de depositie uit lokale bronnen van 15% naar 30% tot een verhoging van de accumulatie met een factor 1,8.

Uit de gevoeligheidsanalyse kan geconcludeerd worden dat de onzekerheid in de in te voeren gegevens tot een onzekerheid in de accumulatiegetallen tot een factor 2 a 3 kan leiden; in het algemeen is de onzekerheid in de accumulatiegetallen veel kleiner. De conclusies zoals die uit de getallen kunnen worden getrokken zullen ook niet wezenlijk anders worden; wel kunnen accenten op probleemstromen anders komen te liggen.

Op deelgebiedniveau zou bij een grotere zekerheid in de invoergegevens wel meer zekerheid over de herkomst van de accumulatie van PAK in de waterbodem verkregen kunnen worden. Dit zou met name interessant zijn in verband met de verhoogde fenantreen (en pyreen) gehalten in een aantal provinciale waterbodems.

5. BELEIDSANALYSE

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beleidsmogelijkheden om in te grijpen in bepaalde PAK-stromen. De ingang hierbij wordt enerzijds gevormd door de probleemstromen, zoals die uit de analyse van het stofstroomschema naar voren komen, en anderzijds door de verschillende mogelijkheden voor het nemen van maatregelen op rijksniveau en op provinciaal niveau. Bij de keuze en analyse van de te bespreken beleidsmaatregelen vormt het stofstroomschema de leidraad.

De probleemstromen kunnen worden onderscheiden naar de verschillende niveau's waarvoor de stofstroomschema's zijn opgesteld: nationaal, provinciaal, regionaal en lokaal. Om vast te stellen of een bepaalde PAK-stroom problematisch is, wordt niet alleen rekening gehouden met de omvang van de stroom, maar ook met de kans dat deze tot daadwerkelijke problemen kan leiden.

Probleemstromen van PAK kunnen gedefinieerd worden als die stromen, die mogelijkwijs de doelvariabelen van het milieubeleid aantasten. Uit hoofdstuk 1 blijkt dat PAK in de lucht voor de mens, en in het oppervlaktewater voor aquatische organismen een probleem kunnen vormen. Daarnaast worden milieukwaliteitseisen in het algemeen niet gehaald.

Voor de probleemstromen betekent dit dat met name de stromen naar de lucht en het oppervlaktewater van belang zijn. Daarnaast is een algemene reductie van PAK-gehalten in het milieu wenselijk, dus ook in de bodem.

5.1 Probleemstroomanalyse

Actuele probleemstromen

In Tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van de probleemstromen op de verschillende schaalniveaus.

De belasting van de lucht is voor een groot deel afkomstig van invoer uit het buitenland. Van de binnenlandse emissies is de emissie van lage PAK uit creosoot het grootst. Deze emissie bestaat uit een lokale en een diffuse emissie: de lokale emissie vindt plaats bij opslag van verduurzaamd hout (totaal: 320 ton); diffuse emissie vindt plaats door uitloging van met creosootolie verduurzaamde paaltjes (totaal 190 ton). Hierbij gaat het voornamelijk om laag moleculaire PAK, met name naftaleen en fenantreen. Andere grote diffuse bronnen zijn het wegverkeer (totaal 190 ton) en ruimteverwarming (woningen, totaal 135 ton). Voor het grootste gedeelte zijn de emissies door het wegverkeer terug te voeren tot de fossiele brandstoffen (wegverkeer). De voornaamste emittent hiervan is het niet-carcinogene naftaleen (totaal 166 ton). De PAK-emissie door ruimteverwarming is voor een groot deel afkomstig van allesbranders en open haarden (132 ton). Behalve naftaleen en fenantreen worden via deze weg kleine hoeveelheden van de andere PAK geëmitteerd. Deze zullen vooral verontreiniging van binnenhuislucht tot gevolg hebben, en lokale verontreiniging van buitenlucht.

In IJsselmonde wordt de grootste bijdrage van de lage-PAK emissie binnen het gebied door het verkeer geleverd.

De emissie van hoge PAK uit binnenlandse bronnen is voornamelijk van de industrie afkomstig: anodebakkerijen, cokesproductie en raffinaderijen. De procentuele bijdrage neemt toe gaande van Nederland, Zuid-Holland

naar IJsselmonde en bedraagt resp. 12%, 20% en 28% van de totale belasting van de lucht.

De accumulatie in de waterbodem van hoge PAK is op nationaal en provinciaal niveau voor het grootste deel afkomstig van aanvoer via grensoverschrijdende rivieren uit het buitenland. Daarnaast wordt door een aantal industriën nog eens 3 ton PAK op het oppervlaktewater geloosd, voornamelijk tijdens de cokesproductie (1,7 ton) en door de anodebakkerijen (0,6 ton).

Op regionaal en lokaal niveau kunnen plaatselijke emissies een grote rol spelen. Ook depositie en recreatie kunnen op die niveaus een rol spelen. De accumulatie van fenantreen in de waterbodem is voor het grootste deel afkomstig van depositie en van met creosoot geïmpregneerde paaltjes. Ook hierbij is weer een lokale en diffuse vorm te onderscheiden: de diffuse emissie vindt plaats door uitloging van PAK uit gecreosoteerde paaltjes en bedraagt voor Nederland 15,1 ton per jaar; de lokale emissie vindt plaats door opslag van gecreosoteerd hout en bedraagt in Nederland 9,5 ton per jaar.

Voor het gedefinieerde plassengebied is de accumulatie van fenantreen voor een groot deel (30%) afkomstig van recreatievaart.

De diffuse accumulatie van hoge PAK in de bodem is voor het grootste deel van depositie en uitloging van PAK uit verduurzaamd hout afkomstig. De herkomst van de depositie volgt uit de belasting van de lucht. Daarnaast vindt diffuse belasting van de bodem plaats door het gebruik van compost en zuiveringslib. De bijdrage van deze laatste posten kan op lokaal niveau uiteraard overheersend zijn.

De diffuse accumulatie in de bodem van fenantreen is in ongeveer gelijke mate afkomstig van depositie en het gebruik van gecreosoteerd hout.

Potentiële probleemstromen

Met betrekking tot de ontwikkeling van de emissies van PAK zijn drie ontwikkelingen van belang:

- emissies door het wegverkeer
- emissies door de industrie
- emissies door ruimteverwarming

Op basis hiervan wordt niet verwacht dat in de toekomst andere dan de nu signaleerde probleemstromen zullen ontstaan. In paragraaf 5.3 wordt doorgerekend wat de gevolgen voor de PAK-emissies van deze ontwikkelingen zijn.

Tabel 5.1. Probleemstromen van PAK op vier schaalniveau's

PAK-totaal	Neder- land	Zuid- Holland	IJssel- monde	Water- systeem
Belasting lucht (ton/jaar)	2192	666	115	
% uit invoer	57	54	87	
uit emissies - creosoot	20	22	2	
- verkeer	11	9	5	
- industrie	4	9	2	
- huishoudens	6	5	3	
Accumulatie waterbodem (ton/jaar)	23,4	p.m.	0,06	88*
% uit invoer	78		4	42
uit depositie	6		4	18
uit emissies - industrie	2		31	--
- creosoot	13		59	18
- recreatie	3		2	22
Accumulatie bodem diffuus (ton/jaar)	406	70	0,4	
% uit depositie	48	53	97	
uit emissies - creosoot	49	45		
- slib	1	1	3	
- compost	1	1		

PAK-hoog	Neder- land	Zuid- Holland	IJssel- monde	Water- systeem
Belasting lucht (ton/jaar)	105	33	8,4	
% uit invoer	74	70	68	
uit emissies - creosoot	1	0	-	
- verkeer	6	5	1	
- industrie	12	20	28	
- huishoudens	6	4	2	
Accumulatie waterbodem (ton/jaar)	13	2,4	0,05	63,7*
% uit invoer	85	93	3	77
uit depositie	1	2	4	9
uit emissies - industrie	3	2	84	--
- creosoot	4	2	8	4
- recreatie	2	-	-	10
Accumulatie bodem diffuus (ton/jaar)	12	3,5	0,4	
% uit depositie	60	64	98	
uit emissies - creosoot	7	5	2	
- slib	11	10	-	
- compost	21	20	-	

Fenantreen	Neder- land	Zuid- Holland	IJssel- monde	Water- systeem
Belasting lucht (ton/jaar)	684	217	38	
% uit invoer	67	63	90	
uit emissies - creosoot	21	24	3	
- verkeer	2	2	1	
- industrie	3	4	1	
- huishoudens	7	6	4	
Accumulatie waterbodem (ton/jaar)	p.m.	p.m.	2,2	4,1*
% uit invoer			3	17
uit depositie			14	36
uit ermissies - industrie			28	--
- creosoot			53	15
- recreatie			2	31
Accumulatie bodem diffuus (ton/jaar)	129	20	659	
% uit depositie	52	54	44	
uit emissies - creosoot	47	45	56	
- slib	1	1	-	
- compost	-	-	-	

* in g/ha

5.2 Beleidsanalyse

5.2.1 Beleidsinstrumenten

Bij het formuleren van het stofgericht beleid wordt onderscheid gemaakt naar het effectgericht beleid, waarin de doelen van het milieubeleid worden vastgesteld, en het brongericht beleid waarin de maatregelen worden geformuleerd om de gestelde doelen te bereiken.

Bij het effectgericht beleid kunnen milieukwaliteitseisen worden geformuleerd. Het stellen van algemene regels voor PAK-gehalten in de verschillende milieucapartimenten grijpt niet in in stromen, maar geeft wel aan welke gesaneerd moeten worden.

De Rijksoverheid stelt de normen vast voor de algemene milieukwaliteit. Voor PAK zijn nog maar nauwelijks normen vastgesteld. Daarnaast heeft de Provincie de mogelijkheid om via de aanwijzing van bodem- of grondwaterbeschermingsgebieden scherpere normen te stellen.

Bij het brongericht beleid worden maatregelen geformuleerd om stromen te verminderen of in minder ongewenste banen te leiden. Ook hierbij hebben Rijksoverheid en provinciale overheid elk mogelijkheden door middel van beleidsmaatregelen in te grijpen in bepaalde stromen.

Voorschriften

In de eerste plaats kan hierbij gedacht worden aan het stellen van voorschriften in het kader van de verschillende milieu-wetten en daarmee verwante, zoals de Meststoffenwet en de Warenwet. Hiermee kunnen individuele emissiebronnen worden aangepakt, vaak op basis van de door de Rijksoverheid gestelde regels. De vergunningverlening is in de meeste gevallen een Provinciale verantwoordelijkheid. In bepaalde gevallen is echter de Rijksoverheid de vergunningverlenende instantie.

Financiële instrumenten

In de tweede plaats is het mogelijk stofstromen te wijzigen d.m.v. bepaalde financiële instrumenten. Hierbij kan het gaan om heffingen ihkv de milieuwetten, om subsidies voor milieuvriendelijke technologieën, of een aansprakelijkheidstelling.

De effectiviteit van dergelijke instrumenten is vooralsnog niet duidelijk, maar potentieel zeer groot.

De Rijksoverheid lijkt de meest geschikte instantie te zijn voor dit soort maatregelen.

Sociale instrumenten

In de derde plaats bestaat de mogelijkheid voor het toepassen van sociale instrumenten. Hierbij kan gedacht worden aan voorlichting en educatie. Deze maatregelen oefenen hun invloed uit op langere termijn met een moeilijk te voorspellen succes, maar zijn essentieel voor een werkelijke koersverandering van het overheidsbeleid en het milieu-gedrag van producenten. Ook onderhandeling en afspraken met het bedrijfsleven zijn toepasbare sociale instrumenten. Dit laatste is door de Rijksoverheid recentelijk op verschillende terreinen met succes toegepast. Onderhandeling met het bedrijfsleven door de provincie is ook mogelijk. Essentieel daarbij is de mogelijkheid tot sancties bij het niet tot overeenstemming komen van overheid en bedrijfsleven.

In de komende paragrafen wordt voor elk van de genoemde probleemstromen nagegaan, welke mogelijkheden voor beleidsmaatregelen zinvol lijken. Hierbij wordt steeds de relatie gelegd met de aangrijpingspunten in het stofstroomschema zoals beschreven in § 5.1. Steeds zal aangegeven worden, op welk niveau (nationaal of provinciaal) de maatregel het meest zinvol genomen kan worden. Er wordt geen vergelijking gemaakt van de effectiviteit van de maatregelen onderling vanuit milieu-oogpunt.

Een apart punt is de haalbaarheid van de maatregelen vanuit economisch en bestuurlijk oogpunt. Een belangrijk aspect hierbij is bijvoorbeeld de inpasbaarheid in het toekomstig milieubeleid van de EG. Ook kostenoverwegingen en technische mogelijkheden zijn van belang. Hieraan wordt in dit rapport echter evenmin specifieke aandacht gegeven.

Bij de berekeningen met betrekking tot de aan te pakken PAK-stromen in de komende paragrafen moet steeds in het oog gehouden worden dat het hier niet om concrete maatregelen gaat, maar meer om een inschatting van de (maximaal) te behalen milieuwinst.

5.2.2. Aangrijpingspunten voor het beleid

Creosootolie kan op drie manieren tot emissies leiden, namelijk tijdens productie, opslag en gebruik. Een groot deel van de emissie (190 ton) vindt tijdens de gebruiksfase plaats. Dit is een diffuse emissie. Emissiebeperking tijdens de gebruiksfase kan eigenlijk alleen maar door beperking van het gebruik. Een minder schadelijke alternatieven voor het gebruik van creosootolie is bijvoorbeeld het gebruik van andere materialen dan hout zoals (gerecycled) kunststof. Over mogelijke nadelen hiervan is nog maar weinig bekend. In dit kader zal hierover verder geen afweging gemaakt worden.

De productie van creosootolie en de opslag van gecreosoteerd hout leiden tot lokale emissies. Door het nemen van maatregelen in de sfeer van de bedrijfsvoering kan in beide gevallen een emissiereductie bewerkstelligd worden.

Beperking van de emissie van PAK bij productie en opslag van met creosootolie behandeld hout kan worden geregeld via de vergunningverlening. Voor een beperking van het gebruik van met creosootolie behandelde paaltjes kunnen financiële instrumenten (heffingen, subsidies) gebruikt worden. De mogelijkheden hiervan zijn beperkt omdat de Rijksoverheid zelf een grote verbruiker is. Fysiek regulerende instrumenten zijn daarom beter geschikt (verordening, verbod). Terugdringing van het gebruik zal mogelijk ook reductie van de productie en daardoor ook opslag tot gevolg hebben. Het is echter niet bekend in hoeverre een ander afzetgebied gevonden kan worden. Er mag dan ook van worden uitgegaan dat alleen beperking van het gebruik niet voldoende is.

Om de industriële emissies te beperken zijn een aantal maatregelen mogelijk. Deze zijn met name relevant om de emissies naar de lucht te reduceren. In het werkdocument PAK worden een aantal maatregelen doorgerekend. De emissiebeperking van de industrie kan via de vergunningverlening of via financiële instrumenten geregeld worden. De vergunningverlening is met name voor provinciaal beleid relevant.

Voor de beperking van de emissie door het verkeer kunnen eveneens diverse maatregelen genomen worden. Een reductie van de emissie door het wegverkeer

kan geregeld worden met behulp van voorschriften (importverbod) of financiële instrumenten (subsidies, heffingen). Daarnaast kan voorlichting als instrument gebruikt worden (gebruik 'schonere' auto (kleiner, LPG, etc.) ten opzichte van 'viezere' auto). De belangrijkste mogelijkheden worden in het werkdocument genoemd en doorgerekend. In de volgende paragraaf wordt daar verder op ingegaan. Maatregelen zullen op landelijk niveau genomen moeten worden. Op provinciaal niveau zal mogelijk wel aandacht aan de emissie door luchtverkeer gegeven kunnen worden.

Emissiebeperking door ruimteverwarming kan bereikt worden door maatregelen om de rookgassen te reinigen, of door maatregelen gericht op een verschuiving in het brandstofverbruik. Een reductie van de emissie van PAK door de ruimteverwarming zal gericht moeten zijn op het gebruik van open haarden en allesbranders. Instrumenten die hiertoe geschikt zijn, zijn voorschriften (gebruik filters e.d.), voorlichting en educatie (brandstofkeuze).

Tenslotte zijn er nog een aantal andere bronnen waar maatregelen genomen kunnen worden. De depositie zal voor een deel teruggedrongen worden als gevolg van de al genoemde maatregelen. Daarnaast zal onderhandeling met

het buitenland tot een verdere reductie kunnen leiden. Voor het luchtverkeer (met name op provinciaal niveau van belang) en recreatie geldt ongeveer hetzelfde als voor het wegverkeer. Tenslotte geldt voor zuiveringsslib en compost dat de PAK-bron in de regel niet bekend zal zijn. Effekterichte maatregelen liggen dan ook meer voor de hand. Een andere mogelijkheid is een reductie van de toepassing. Het voorgenomen beleid ten aanzien van de verwerking van slib gaat ook al in deze richting.

5.3 Ontwikkeling in de PAK-belasting van het milieu

In deze paragraaf zal de ontwikkeling van de PAK-stromen en accumulaties aan de hand van drie varianten worden doorgerekend, namelijk bij ongewijzigd beleid (autonome ontwikkeling), bij doorvoering van een aantal emissie beperkende maatregelen binnen Nederland, en bij doorvoering van een buiten Nederland behaalde reductie van de PAK-gehalten in de lucht en de grensoverschrijdende rivieren van 20%.

5.3.1 Autonome ontwikkeling (geen sturend beleid)

In deze paragraaf komen de verwachte emissies aan PAK aan de orde voor het jaar 2000 bij voortzetting van de huidige ontwikkelingen. Aandacht is besteed aan zowel reducties als toenamen van de emissies. Daarbij is rekening gehouden met ontwikkelingen in de economie, emissie beperkende maatregelen die sinds '85 reeds genomen zijn, en toenamen van verkeer en bevolking in Nederland en Zuid-Holland. Hieronder zullen van de meest omvangrijke bronnen de te verwachten autonome ontwikkelingen besproken worden.

De bestrijding van de industriële PAK-emissies naar de lucht is via de vergunningverlening geregeld. Sinds 1985 is wat dat betreft al het een en ander gerealiseerd. De komende jaren zal nog een kleine reductie gerealiseerd kunnen worden.

De bestrijding via een algemene maatregel van Bestuur is niet gewenst door de grote verscheidenheid aan inrichtingen waar PAK worden uitgeworpen (IMP-M 1985-1988). Ook de industriële PAK-emissie naar het oppervlaktewater is via de vergunningverlening geregeld. In 1984 is door de Internationale Rijncommissie gesteld dat er geen noodzaak is om grenswaarden voor de PAK-emissies vast te stellen omdat PAK voornamelijk door diffuse bronnen in het rijnwater terecht komen. De EG heeft zich nog niet uitgesproken over de wenselijkheid van het vaststellen van emissiegrenswaarden voor PAK. Voor de autonome ontwikkeling van de PAK-emissie tot het jaar 2000 wordt daarom uitgegaan van alleen de huidige ontwikkeling. De afgelopen jaren heeft al aanzienlijke emissiereductie bij de productie van cokes plaats gehad. De staalproductie zal naar verwachting in omvang niet noemenswaardig toe- of afnemen. Na 1985 heeft en zal zonder beleidsmaatregelen geen noemenswaardige verandering in de geëmitteerde hoeveelheden optreden.

Verwacht wordt dat de meeste raffinaderijen uit concurrentieoverwegingen een conversie-eenheid in gebruik zullen gaan nemen en hun pitch niet meer zullen verbranden. Daarmee zal de emissie aan PAK door raffinaderijen met 6 ton afnemen. In Zuid-Holland zal door deze ontwikkeling de emissie aan PAK met 5,6 ton afnemen (Werkdocument PAK, 1988).

Het enige anode-bereidend bedrijf in Zuid-Holland heeft sinds 1984 verschillende maatregelen genomen die tot aanzienlijke emissiebeperkingen hebben geleid. De emissie aan PAK is van 1984 tot 1987 teruggebracht van 55,5 tot 17,9 ton per jaar. Naar verwachting zal verdere rookgasreiniging in 1988 nog tot verdere beperking leiden. (DCMR,1988)

Er worden geen autonome ontwikkelingen verwacht wat betreft de emissie uit verduurzaamd hout zowel tijdens de opslag op bedrijfsterreinen als gedurende het gebruik en tijdens het afvalstadium. Zonder maatregelen zal de grootte van de emissies in 2000 min of meer gelijk zijn aan die van 1985 (Werkdocument PAK, 1988).

De bestrijding van de uitwerp van PAK door het verkeer komt tot stand door de bestrijding van emissies van andere stoffen (CO, NO_x en CH) door personenauto's volgens de EG-richtlijn Pb L197 (= ECE 15-04), en de bestrijding van de roetuitwerp door zwaardere dieselmotoren. Bij de ontwikkeling van de PAK-emissie spelen een aantal factoren een rol, namelijk de brandstofsamenstelling (vervanging lood door aromaten geeft verhoging, vervanging door methanol geeft lichte daling), het motorontwerp (hogere PAK emissie bij 'lean-burn' motor), zuivering uitlaatgassen met behulp van katalysatoren (verlaging PAK-emissie) en ontwikkelingen in het gebruik van de verschillende motortypen (LPG-, diesel- en benzinemotoren). Daarnaast speelt uiteraard de toename van het autogebruik een rol. In het ontwerp basisdocument PAK is rekening houdende met bovenstaande ontwikkelingen een prognose van de autonome ontwikkeling in de PAK-emissie tot het jaar 2000 gemaakt. Geschat wordt dat door het wegverkeer in het jaar 2000 in het totaal 209,5 ton PAK in de lucht gebracht worden (Werkdocument PAK, 1988).

In het recente verleden is de omvang van het vliegverkeer relatief sterk toegenomen (Statistisch zakboek,1987). Verwacht wordt dat deze groei zich zal voortzetten, zij het in verminderde mate. Geraamd is dat het vliegverkeer in 2000 met 23% is toegenomen ten opzichte van 1985, en dat dit voor zowel heel Nederland als vliegveld Rotterdam afzonderlijk, geldt.

De emissie van PAK ten gevolge van ruimteverwarming is bijna geheel afkomstig van het gebruik van open haarden en allesbranders. De emissies hiervan hangen af van een aantal factoren, onder andere het type verbrander en het soort brandstof. Op dit terrein zijn nog geen dwingende maatregelen van kracht. De overheid voert in deze voorlopig een terughoudend beleid. De stichting Kachel en Schoorsteen heeft inmiddels initiatieven voor een vrijwillige typekeuring van kachels ontplooid. Als dit niet tot het gewenste resultaat zal leiden, zal binnen het kader van de Wet inzake Luchtverontreiniging een verplichte typekeuring tot stand worden gebracht. Een trend in het gebruik van allesbranders en open haarden is niet bekend. Uitgegaan is van de verwachte bevolkingsgroei. De bevolking van Nederland bedraagt in het jaar 2000 15.587.500 mensen. Dat betekent ten opzichte van 1985 een toename van 7,3 % (Statistisch zakboek, 1987). Verwacht wordt dat de emissie ten gevolge van ruimteverwarming, en ook van recreatievaart en collectieve voorzieningen daardoor ook met 7,3% zullen toenemen. Daarbij is er van uit gegaan dat de emissiefactoren gelijkblijven en dat de inzet van de verschillende brandstoftypen gelijk blijft.

Onbekend is of het gebruik van naftaleen als ongedierte bestrijdingsmid-

del in de bloembollenweek in de loop van de tijd aan veranderingen onderhevig zal zijn.

In de tabellen 5.3 tot en 5.9 zijn de in 2000 te verwachten emissies opgenomen voor totaal-PAK, 'hoge' PAK en fenantreen op zowel nationale als provinciale schaal.

Uit deze tabellen blijkt dat de emissies in 2000 bij voortzetting van de huidige ontwikkelingen nauwelijks verschillen van die in 1985. Over het algemeen weegt de emissiebeperking in de aluminium-industrie en de raffinaderijen op tegen de toename van de emissie ten gevolge van verkeer, ruimteverwarming en recreatie. Daarbij geldt een uitzondering; de emissie aan totaal-PAK in Zuid-Holland is naar verwachting in 2000 met circa 10% gereduceerd.

In Tabel 5.9 en figuur 5.1 zijn stroomschema's voor o.a. de autonome ontwikkeling weergegeven. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de totale omvang van de emissies iets zal afnemen. Ditzelfde geldt voor de totale accumulatie in het milieu. De lokale accumulatie van PAK inde bodem neemt vooral af omdat aangenomen is dat baggerspecie in 2000 niet meer op de bodem gestort zal worden. De diffuse accumulatie inde bodem van hoge PAK neemt echter zelfs iets toe; dit is een gevolg van de toename van de diffuse emissies. De belasting van de waterbodem zal naar verwachting niet veranderen.

Tabel 5.3: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor PAK-totaal in 2000 in Nederland.

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem-emissie
industrie	55,5	3,0	gering
verkeer	276,8	---	0,1
agrarische activiteiten	18,1	---	gering
collectieve voorzieningen	0,1	0,2	4,8
recreatie	---	5,4	gering
huishoudens	144,5	---	gering
verduurzaam hout	445,8	24,6	244,5
overigen	1,7	0,6	4,4
	924,5	33,8	253,8

Tabel 5.4 Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor de 'hoge' PAK in 2000 in Nederland (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem-emissie
industrie	12,1	0,9	gering
verkeer	7,6	---	0,05
agrarische activiteiten	0,1	---	gering
collectieve voorzieningen	< 0,01	0,2	4,8
recreatie	---	0,4	gering
huishoudens verduurzaamd	6,7	---	gering
hout	---	---	1,8
overigen	0,6	0,3	4,4
	27,1	1,8	11,0

1) Aangenomen is dat de helft van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, hoge PAK betreft.

Tabel 5.5: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor fenantreen in 2000 in Nederland (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem-emissie
industrie	14,5	0,7	gering
verkeer	19,1	---	gering
agrarische activiteiten	0,6	---	gering
collectieve voorzieningen	0,1	---	gering
recreatie	---	1,1	gering
huishoudens verduurzaamd	51,6	---	gering
hout	143,3	3,9	69,6
overigen	0,5	0,06	gering
	229,7	5,8	69,6

1) Aangenomen is dat eentiende van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, fenantreen betreft.

Tabel 5.6: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor PAK-totaal in 2000 in Zuid-Holland.

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem-emissie
industrie	19,3	0,7	gering
verkeer	70,4	---	gering
agrarische activiteiten	3,1	---	gering
collectieve voorzieningen	0,1	0,03	0,9
recreatie	---	1,0	gering
huishoudens	33,4	---	gering
verduurzaam hout	146,9	6	40,6
overigen	0,4	0,2	0,8
	273,6	7,9	42,3

Tabel 5.7: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor de 'hoge' PAK in 2000 in Zuid-Holland (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem-emissie
industrie	6,2	0,2	gering
verkeer	2,1	---	gering
agrarische activiteiten	0,01	---	gering
collectieve voorzieningen		< 0,01	0,030,9
recreatie	---	0,05	gering
huishoudens	1,6	---	gering
verduurzaam hout	0,1	0,2	0,4
overigen	0,1	0,1	0,8
	10,1	0,65	2,1

1) Aangenomen is dat de helft van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, 'hoge' PAK betreft.

Tabel 5.8: Emissies (ton/jaar) naar water, lucht, bodem (en afvalstoffen) voor fenantreen in 2000 in Zuid-Holland (1).

emissiebron	lucht-emissie	water-emissie	bodem-emissie
industrie	4,0	0,1	gering
verkeer	5,0	---	gering
agrarische activiteiten	0,1	---	gering
collectieve voorzieningen	0,1	---	gering
recreatie	---	0,2	gering
huishoudens	11,9	---	gering
verduurzaamd hout	46,5	0,96	11,2
overigen	0,1	< 0,1	gering
	67,6	1,5	11,2

1) Aangenomen is dat eentiende van de emissies waarvan het profiel niet gespecificeerd is, fenantreen betreft.

5.3.2 Ontwikkeling met sturend beleid

Voor een inschatting van de ontwikkeling met beleidsmaatregelen wordt uitgegaan van de in paragraaf 5.1 genoemde probleemstromen, namelijk het wegverkeer, de industrie, de ruimteverwarming en creosootolie.

De mogelijke reductie in de emissie als gevolg van beleidsmaatregelen ten aanzien van het wegverkeer is in het werkdocument PAK geschat. Deze schatting is hier overgenomen. Voor meer achtergronden wordt verwezen naar het werkdocument PAK.

Ook de emissiereductie in de industrie is in het werkdocument PAK geschat. Voor de anodebakkerijen bedraagt de geschatte maximale reductie 31 ton, bij de cokesproductie 4 ton, en bij raffinaderijen 4 ton.

De reductie van de PAK-emissie door ruimteverwarming is geschat onder de aanname dat 98% van de emissie afkomstig is van allesbranders en open haarden. Bij de verdere berekening is uitgegaan van een reductie van 90%.

Als het gebruik van gecreosoteerde paaltjes in 1985 gestaakt zou zijn, zou dat geen volledige reductie van de emissie tot gevolg hebben. Er wordt namelijk van uit gegaan dat de emissie gedurende de gebruikstijd van 50 jaar plaatsvindt. Als de emissie gedurende deze tijd konstant is, zal de reductie dus 15/50 ofwel 30% bedragen. Het lijkt aannemelijk dat gedurende de eerste periode van gebruik de emissie hoger zal zijn. De geschatte reductie is mogelijk dus aan de lage kant.

De mogelijk haalbare reductie in de emissie tijdens opslag is niet bekend. Deze is gesteld op 90%.

De mogelijke reductie in de emissies bij 100% effectief beleid is in tabel 5.10 weergegeven.

Behalve de genoemde maatregelen is ook berekend wat het effect is van een reductie van de invoer via het milieu met 20%.

Uit de tabel blijkt dat binnenlands beleid voornamelijk kan resulteren in een terugdringing van de lage PAK. Hierdoor neemt met name de diffuse belasting van de bodem met lage PAK af. Zowel op nationaal als provinciaal niveau zou dit een reductie van de accumulatie met 30% tot gevolg hebben. De reductie van de hoge PAK zou 10% (Ndl) resp. 15% (Z-H) bedragen. Beperking van de invoer via het milieu (variant III) zou een reductie van de accumulatie van hoge PAK in de bodem van 20% tot gevolg hebben.

De accumulatie van lage PAK in de waterbodem is via een beperking van de emissies op nationaal niveau te reduceren met ca. 15%; via invoerbeperking met 10%. Op provinciaal niveau bedraagt de reductie voor beide varianten 10%.

De accumulatie van hoge PAK in de waterbodem is via beperking van de invoer te reduceren met ca. 20%. Via emissiebeperking is nauwelijks een reductie te bewerkstelligen.

De reductie in de belasting van de lucht is bij de aangenomen emissiebeperking veruit het grootste: lage PAK Nederland 25%; hoge PAK Nederland 10%; lage PAK Zuid-Holland 30% en hoge PAK Zuid-Holland 20%. Alleen de belasting met hoge PAK op nationaal niveau zou bij invoerbeperking iets verder gereduceerd worden: 15% tegen 10% bij emissiebeperking.

Samenvatten kan geconcludeerd worden dat voor een reductie van de belasting van het Nederlandse milieu een combinatie van beperking van binnenlandse emissies en reductie van aanvoer uit het buitenland het meest effectief zal zijn.

De diffuse bodemaccumulatie en belasting van de lucht kan het meest effectief via reductie van binnenlandse emissies bereikt worden. Dit zal ook op deelgebiedniveau in het grootste effect resorteren.

De belasting van Rijkswateren met PAK kan het meest effectief beperkt worden door reductie van emissies in het buitenland. Voor provinciale wateren geldt dat deze meestal maar een geringe inlaat uit Rijkswateren hebben. Reductie van de belasting van provinciale wateren moet daarom via beperking van emissies binnen dat gebied bereikt worden.

Tabel 5.9 PAK-stroomschema's voor PAK-belasting van het milieu in 2000 volgens 3 beleidsvarianten berekend.

Nederland	Hoge PAK 1985		Lage PAK 1985		Totaal PAK 1985		Totaal PAK 1985		Totaal PAK 1985		
	I	II	III	I	II	III	I	II	I	II	III
Invoer	108	-	-22	1213	-	-243	1322	-	-	-	-265
Emissies	44	-2,1	-15	1195	-20	-666	1239	-22	-681	-	-
Onttrekking	-7,6	-	-	-9,7	-	-	-17,3	-	-	-	-
Acc. totaal	37,2	-2,3	-5,8	418,8	-6,9	-121	433	-0,2	-127	-	-46,8
bl	6	-4,2	-4,6	22	-4,6	-3	26	-	-7,6	-	-
bd	12	+1,8	-1,2	393	-2,5	-118	406	-	-119	-	-42,9
wb	19,2	-0,4	-	4	-	-0,7	23,2	-0,4	0,7	-	-3,9
Afbraak + uitvoer	-106	+1,6	+11	-1979	+11,9	+543	-2085	+13,5	+554	-	-356

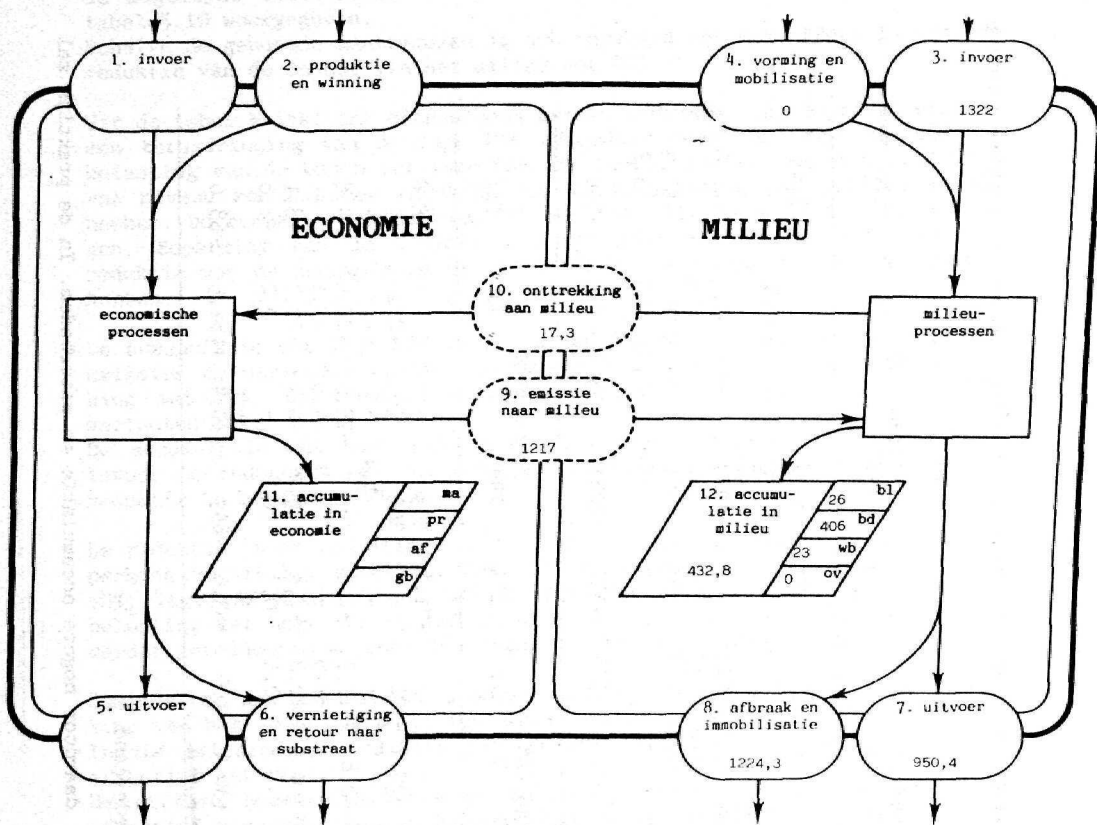
Zuid-Holland	Hoge PAK 1985		Lage PAK 1985		Totaal PAK 1985		Totaal PAK 1985		Totaal PAK 1985		
	I	II	III	I	II	III	I	II	I	II	III
Invoer	37	-	-7,5	355	-	-71,1	393	-	-	-	-78,6
Emissies	17,2	-4,4	-10	346	-20,9	-202	363	-35,1	-212	-	-
Onttrekking	-0,6	-	-	-0,8	-	-	-1,4	-	-	-	-
Acc. totaal	17	-5,1	-2,4	73,4	-0,8	-17,7	363	-75,9	-22,9	-	-4,8
bl	4,8	-4,6	-	10,5	-	-2,5	84	-4,6	-7,1	-	-
bd	3,5	+0,5	-0,7	66,9	-0,9	-20,2	15,2	-0,4	-20,7	-	-8,1
wb	8,7	-	-1,7	1,1	-	-0,1	70,4	-	0,2	-	-1,8
Afbraak + uitvoer	-37	+0,3	+4,7	622	+30,1	+180	-657	+30,4	+184,5	-	-68,6

I = Autonome ontwikkeling

II = met 100% effectieve emissiebeperking in Nederland

III = 20% reductie in invoer

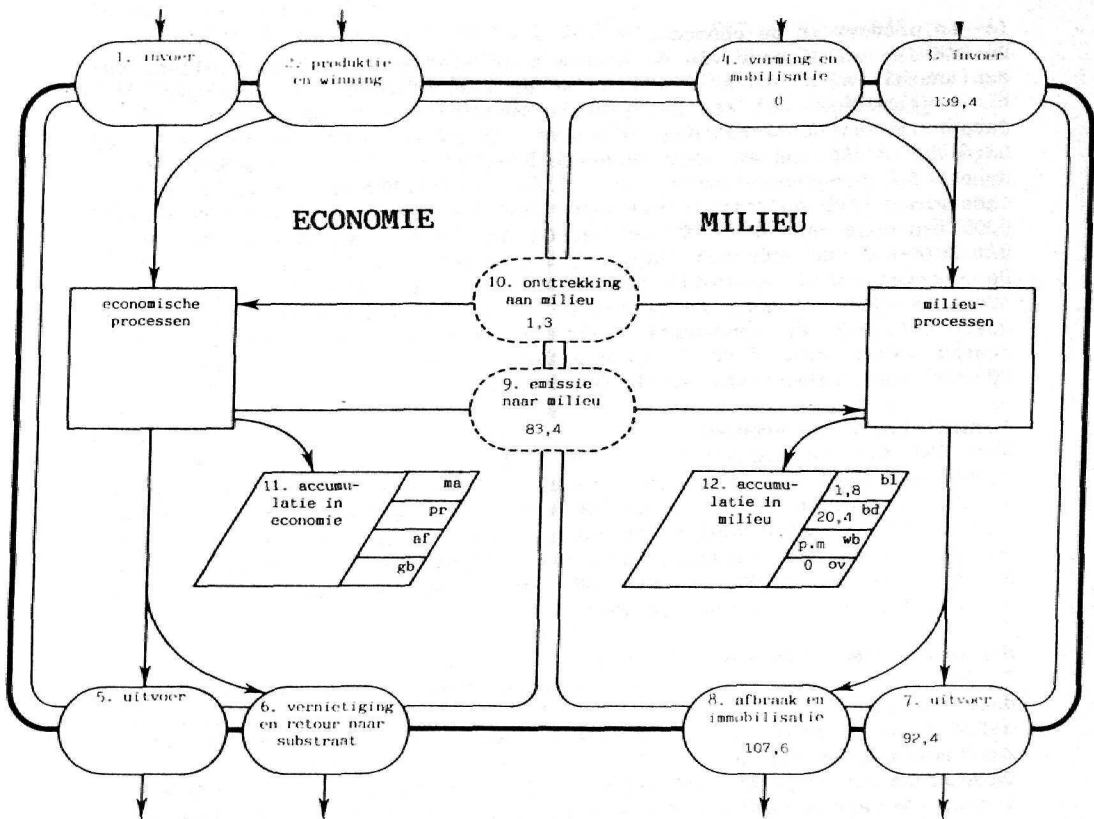
NB: Beggenspecie is buiten beschouwing gelaten: daardoor hogere accumulatie in waterbodem. In de praktijk zal dit weggebagend worde.



Legenda:
 ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 5.1 Stroomschema voor PAK-totaal in Nederland in 2000 bij autonome ontwikkeling (ton/jaar)



Legenda:

ma=materialen
 pr=produkten
 af=afval (onverwerkt)
 gb=gecontroleerde berging van afvalstoffen

bl=bodem lokaal
 bd=bodem diffuus
 ov=overig

Figuur 5.2 Stroomschema voor PAK-totaal in Zuid-Holland in 2000 bij autonome ontwikkeling (ton/jaar)

6 CONCLUSIES

6.1 PAK-stromen in Nederland en Zuid-Holland

In- en uitvoer in de economie

De PAK in- en uitvoer via de economie is niet goed vast te stellen. Van een aantal PAK-houdende produkten wordt geen afzonderlijke PAK-registratie bijgehouden. Wel kan een globale ondergrens gegeven worden. Voor de invoer in Nederland bedraagt die voor PAK-totaal circa 18.000 ton; voor hoge PAK 2.600 ton en voor fenantreen 1.900 ton. Voor Zuid-Holland bedraagt de invoer-ondergrens resp. 8.200 ton; 1.300 ton en 1.500 ton. De ondergrens voor de uitvoer uit Nederland bedraagt 28.000 ton PAK-totaal; 3000 ton hoge PAK en 3.500 ton fenantreen. De ondergrens voor de uitvoer uit Zuid-Holland bedraagt resp. 313 ton; 120 ton en 56 ton.

De stromen in de economie worden m.n. gevormd door steenkoolteer en (koolteer-)pek. Andere grote posten zijn solventnafta en creosootolie. Daarnaast zijn er een aantal grote stromen waarvan PAK-gehalten niet bekend zijn, m.n. diverse oliën. Totale omvang produktinvoer is ca. 700.000 ton in Nederland en 175.000 ton in Zuid-Holland.

Accumulatie in de economie

Voor PAK kon de accumulatie in de economie niet als sluitpost in het economische deel van het stofstroomschema berekend worden. Wel is een schatting gemaakt van de accumulatie op grond van gegevens over het ge- en verbruik van steenkoolteerprodukten creosootolie, naftaleen, antraceen en koolteerpek. De accumulatie in de Nederlandse economie is voor 1985 geschat op circa 17.000 ton aan PAK-totaal. Een deel van deze accumulatie zal nog tot emissie kunnen leiden.

Stromen tussen economie en milieu

De PAK-emissie naar het milieu bedroeg in 1985 ca 1240 ton. Het grootste deel hiervan werd naar de lucht geëmitteerd, nl. 76%; 18% naar bodem diffuus en 3% naar resp. bodem-lokaal en oppervlaktewater. Emissie in Zuid-Holland bedroeg in 1985 363 ton PAK-totaal.

De emissie van hoge PAK bedroeg in 1985 circa 44 ton, waarvan 60% naar de lucht, 7% naar water en 33% naar bodem geëmitteerd werd. De emissie van hoge PAK in Zuid-Holland bedroeg in 1985 17 ton, waarvan 60% naar lucht, 3% naar water en 37% naar bodem.

De emissie van fenantreen in Nederland bedroeg in 1985 306 ton waarvan 75 % naar de lucht; 2 % naar water en 22 % naar bodem diffuus en 1 % naar bodem lokaal. De grootste emissies treden op door het gebruik van verduurzaamd hout. Andere grote bronnen zijn de industrie (m.n. cokesproductie, anodebakkerijen en raffinaderijen), verkeer en ruimteverwarming (m.n. open haarden en allesbranders).

Stromen in het milieu

Instroom in het milieu bestaat uit invoer uit het buitenland en emissies. De totale instroom in Nederland bedroeg in 1985 2560 ton PAK totaal waarvan 152 ton hoge PAK en 766 ton fenantreen. Voor Zuid-Holland was dit resp. 756 ton; 54 ton en 222 ton. De totale instroom is grotendeels afkomstig van invoer via het milieu uit het buitenland: 52 % van het PAK-totaal; ca. 70 % van de hoge PAK en ca. 60 % van fenantreen (geldt voet zowel Nederland als Zuid-Holland).

De stromen van PAK-totaal in het milieu van Zuid-Holland bedragen circa 20-30% van die in Nederland. Voor hoge PAK ligt dit percentage hoger: 30-

45%. Oorzaak hiervan is het feit dat bezinking van slib in rijkswateren vnl. in Zuid-Holland plaatsvindt en dat in Zuid-Holland relatief veel hoge PAK-emitterende industrie is.

Accumulatie in het milieu

De accumulatie van PAK bedroeg in Nederland in 1985 447 ton PAK-totaal, waarvan 91 % diffuus in de bodem, 6 % lokaal in de bodem en 3 % in de waterbodem accumuleerde. De accumulatie van PAK-totaal in Zuid-Holland bedroeg 82 ton (19 % van Nederland), waarvan 83 % in de bodem diffuus, 18 % in bodem lokaal en een niet goed meetbare hoeveelheid in de waterbodem (zie technische evaluatie) accumuleerde. De accumulatie van hoge PAK in Nederland bedroeg 31 ton, waarvan 39 % in de bodem diffuus, 19 % in bodem lokaal en 42 % in de waterbodem accumuleerde. De accumulatie van hoge PAK in Zuid-Holland bedroeg 7 ton (34 % van Nederland), waarvan 33 % in de bodem diffuus, 45 % in bodem lokaal en 22 % in de waterbodem accumuleerde. De accumulatie van fenantreen in Nederland bedroeg 133 ton, waarvan 97 % in de bodem diffuus en 3 % in bodem lokaal accumuleerde. De accumulatie van fenantreen in Zuid-Holland bedroeg 21,8 ton (16 % van Nederland), waarvan 92 % in de bodem diffuus en 8 % in bodem lokaal accumuleerde. De accumulatie van PAK bedraagt daarmee ca. 20 % van de totale instroom in Nederland en 10 % PAK-totaal resp. 20 % hoge PAK van de totale instroom in Zuid-Holland.

6.2 Probleemstromen

De belasting van de lucht met PAK is voor het grootste deel afkomstig van invoer via de lucht. De binnenlandse emissie naar de lucht van lage PAK is voor het grootste deel van creosoot afkomstig. De emissie van hoge PAK is voornamelijk van de industrie afkomstig. In IJsselmonde is de industrie zelfs voor circa 30% verantwoordelijk voor de belasting van de lucht met hoge PAK.

De belasting van de waterbodem met hoge PAK is op nationaal en provinciaal niveau voornamelijk van invoer uit het buitenland afkomstig; op regionaal en lokaal niveau kunnen plaatselijke emissies een belangrijkere rol spelen. Ook depositie en recreatievaart kunnen dan een rol spelen.

De diffuse accumulatie van hoge PAK in de bodem is voor het grootste deel van depositie en uitloging van PAK uit verduurzaamd hout afkomstig. De herkomst van de depositie volgt uit de belasting van de lucht. Daarnaast vindt diffuse belasting van de bodem plaats door het gebruik van compost en zuiveringsslib. De bijdrage van deze laatste posten kan op lokaal niveau uiteraard groot zijn.

De diffuse accumulatie in de bodem van fenantreen is in ongeveer gelijke mate afkomstig van depositie en het gebruik van gecreosoteerd hout.

In tabel 3.2 zijn de probleemstromen op de 4 onderzochte gebiedsniveaus weergegeven.

Tabel 3.2. Probleemstromen van PAK op vier schaalniveau's

PAK-totaal	Neder- land	Zuid- Holland	IJssel- monde	Water- systeem
Belasting lucht (ton/jaar)	2192	666	115	
% uit invoer	57	54	87	
uit emissies - creosoot	20	22	2	
- verkeer	11	9	5	
- industrie	4	9	2	
- huishoudens	6	5	3	
Accumulatie waterbodem (ton/jaar)	23,4	p.m.	0,06	88*
% uit invoer	78		4	42
uit depositie	6		4	18
uit emissies - industrie	2		31	--
- creosoot	13		59	18
- recreatie	3		2	22
Accumulatie bodem diffuus (ton/jaar)	406	70	0,4	
% uit depositie	48	53	97	
uit emissies - creosoot	49	45		
- slib	1	1	3	
- compost	1	1		

PAK-hoog	Neder- land	Zuid- Holland	IJssel- monde	Water- systeem
Belasting lucht (ton/jaar)	105	33	8,4	
% uit invoer	74	70	68	
uit emissies - creosoot	1	0	-	
- verkeer	6	5	1	
- industrie	12	20	28	
- huishoudens	6	4	2	
Accumulatie waterbodem (ton/jaar)	13	2,4	0,05	63,7*
% uit invoer	85	93	3	77
uit depositie	1	2	4	9
uit emissies - industrie	3	2	84	--
- creosoot	4	2	8	4
- recreatie	2	-	-	10
Accumulatie bodem diffuus (ton/jaar)	12	3,5	0,4	
% uit depositie	60	64	98	
uit emissies - creosoot	7	5	2	
- slib	11	10	-	
- compost	21	20	-	

Fenantreen	Neder- land	Zuid- Holland	IJssel- monde	Water- systeem
Belasting lucht (ton/jaar)	684	217	38	
% uit invoer	67	63	90	
uit emissies - creosoot	21	24	3	
- verkeer	2	2	1	
- industrie	3	4	1	
- huishoudens	7	6	4	
Accumulatie waterbodem (ton/jaar)	p.m.	p.m.	2,2	4,1*
% uit invoer			3	17
uit depositie			14	36
uit ermissies - industrie			28	--
- creosoot			53	15
- recreatie			2	31
Accumulatie bodem diffuus (ton/jaar)	129	20	659	
% uit depositie	52	54	44	
uit emissies - creosoot	47	45	56	
- slib	1	1	-	
- compost	-	-	-	

* in g/ha

6.3 Beleidsaangrijpingspunten

Voor beperking van de milieubelasting met PAK zijn een aantal aangrijpingspunten zinvol. Ten eerste kan de emissie van PAK naar de lucht gereduceerd worden. Dit zal leiden tot een verlaging van de gehalten in de lucht; maar ook tot een verlaging van met name de diffuse accumulatie in de bodem. Een belangrijke emissiebeperking kan gerealiseerd worden in de industrie en bij de opslag van gecreosoteerd hout. Verder kan een beperking via het verkeer en huisverwarming (allesbranders en open haarden) bereikt worden. Andere kleinere reducties kunnen gerealiseerd worden bij het vliegverkeer en door het gebruik van naftaleen in kassen te beperken (deze mogelijkheden zij in dit verslag niet uitgewerkt). Het gaat hier in alle gevallen, behalve het gebruik van naftaleen, om technische oplossingen bij de emissie. Deze zijn in meer of mindere mate realiseerbaar.

Reduktie van de belasting van de waterbodem kan eigenlijk op nationaal en provinciaal niveau alleen bereikt worden door beperking van het gebruik van gecreosoteerde paaltjes. Op regionaal en lokaal niveau kan de aanpak van kleine plaatselijke emissies zinvol zijn. Hierbij valt ook te denken aan de recreatievaart. Verder kan depositie daarbij van belang zijn; dus beperking via reductie van emissies naar de lucht.

Reduktie van de diffuse accumulatie in de bodem kan bereikt worden door beperking van het gebruik van gecreosoteerd (en gecarbolineerd) hout. Voor deze oplossing moet een alternatief voor gecreosoteerd hout gevonden en geïntroduceerd worden. Dit is zowel technisch als bestuurlijk moeilijk

realiseerbaar. Andere diffuse bronnen zoals zuiveringsslib en compost kunnen vooral op lokaal niveau van belang zijn. Reduktie hiervan zal liggen in het vinden van een andere afvalverwerking. Ook depositie speelt hier weer een grote rol.

Lokale accumulatie in de bodem kan beperkt worden via het baggerslib en opslag van gecreosoteerd hout. Dit laatste is weer een technisch probleem en is relatief eenvoudig uitvoerbaar.

Zoals eerder vermeld is bestaat de PAK-belasting van het Nederlandse milieu voor een groot deel uit invoer via het milieu uit het buitenland. Ook daar liggen dus mogelijke aangrijpingspunten voor het beleid. Omdat PAK met name ook in de stromen (water en lucht) tot milieuproblemen kunnen leiden is het terugdringen van deze belasting dus van internationaal belang en daardoor mogelijk ook in internationaal verband realiseerbaar. Oplossingen zullen voornamelijk in de technische sfeer bij de emissie liggen. Reduktie van de invoer via het milieu zal met name een beperking van de accumulatie in de waterbodem en de bodem-diffuus tot gevolg hebben.

6.5 Ontwikkeling in PAK-belasting van het milieu tot 2000

In dit rapport zijn 3 beleidsvarianten doorgerekend: autonome ontwikkeling (zonder sturend beleid); 100% effectief beleid (emissiebeperking in industrie, huisverwarming, verkeer en gebruik en opslag gecreosoteerd hout); en reductie van de invoer via lucht en grensoverschrijdend water met 20%.

Uit de gemaakte analyse blijkt dat de autonome ontwikkeling leidt tot een geringe reductie van de belasting van de lucht. De accumulatie in de waterbodem blijft ongewijzigd en de accumulatie in de bodem-diffuus neemt zelfs toe. Dit laatste is een gevolg van het feit dat de diffuse emissies uit verkeer en huisverwarming zullen toenemen. De belasting van het milieu blijft dus min of meer ongewijzigd.

Een aanzienlijke reductie van de belasting van de lucht, en ook van accumulatie in de bodem diffuus kan bereikt worden via beperking van de emissie naar de lucht. Hierbij is rekening gehouden met een aanzienlijke reductie van de emissie door verkeer en ruimteverwarming. Deze zullen relatief moeilijk realiseerbaar zijn. Reduktie van de belasting van de waterbodem van de Rijkswateren kan eigenlijk alleen effectief bereikt worden door verlaging van de invoer via grensoverschrijdende wateren. Voor provinciale wateren geldt dit in mindere mate: deze worden slechts voor een zeer klein deel beïnvloed door Rijkswateren. Emissiebeperkend provinciaal beleid is voor deze wateren juist wel zinvol.

6.5 Conclusies met betrekking tot de bruikbaarheid van stroom schema's voor het PAK-beleid

Beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de getallen

Voor het economisch deel waren een aantal gegevens niet beschikbaar. Hierdoor kon geen balans voor het economisch deel worden opgesteld. De economische analyse heeft wel inzicht in de omvang van de stromen in de economie gegeven. Accumulatie kon dientengevolge niet als sluitpost in de economie worden berekend. Een deel van de accumulatie is wel achterhaald. De emissiegegevens zelf zijn redelijk betrouwbaar zodat de stroomana-

lyse wel kon worden uitgevoerd. Alleen de diffuse emissie van PAK naar water uit creosoot is nog onzeker.

Een aantal aannamen over omvang van milieuprocessen en -stromen zijn erg onbetrouwbaar. Deze hebben met name betrekking op de stromen uit het milieu: afbraak in en uitvoer via lucht en water. Voor de verdere analyse zijn deze stromen niet van belang. Wel van groot belang zijn bezinking en depositie. Deze zijn redelijk betrouwbaar behalve de bezinking van lage PAK. De negatieve accumulatie van lage PAK in de waterbodem van Zuid-Holland is hier mogelijk een gevolg van. Ook de onzekere schatting van de emissie uit creosoot kan hieraan hebben bijgedragen. Voor de verdere analyse is dit echter geen beperking geweest. Betrouwbaardere gegevens over bezinking en uitloging van lage PAK zou mogelijk wel tot meer inzicht in de herkomst van de hoge fenantreengehalten in sommige provinciale waterbodems kunnen leiden.

Beleidsondersteunende werking

Door het plaatsen van de beschikbare gegevens in het in dit rapport gebruikte analysekader is duidelijk geworden waar nog kennishiaten zitten: economische stromen; emissie naar water uit creosoot; bezinking lage PAK in (provinciale) wateren en afbraak in en uitvoer via het milieu. Voor het signaleren van probleemstromen en het formuleren van beleid op nationaal niveau zijn deze gegevens echter niet per sé nodig. Voor een probleemstroomanalyse op het niveau van een watersysteem zouden betrouwbaardere gegevens wel een duidelijke meerwaarde kunnen hebben.

Evenals voor cadmium konden voor PAK op verschillende gebiedsniveaus deels andere probleemstromen worden onderscheiden. Voor het water is dat op nationaal en provinciaal niveau de instroom uit het buitenland; op regionaal en lokaal niveau emissies en depositie. Voor de lucht geldt dat op nationaal niveau creosoot de belangrijkste binnenlandse emissies veroorzaakt, terwijl dat op regionaal niveau verkeer en/of industrie kan zijn. Voor de bodem is nationaal creosoot een belangrijke bron voor diffuse belasting; op regionaal niveau depositie.

In het algemeen betreft het hier glijdende overgangen, afhankelijk van de gebiedssituatie. Voor PAK geeft de niveaubenadering dus vooral een verdere detaillering.

Voor PAK geldt dat ze voor een groot deel ontstaan bij de emissies. Het relateren van milieu- en economische stromen aan elkaar is voor PAK derhalve nauwelijks relevant. Alleen voor creosoot en naftaleen als bestrijdingsmiddel is dit relevant. Ook relaties tussen stromen in de economie onderling zijn voor PAK nauwelijks relevant. Uiteraard kunnen door verschuivingen in economische stromen andere probleemstromen ontstaan. Deze zijn echter, in vergelijking met cadmium, makkelijk voorspelbaar. De analyse van de economische stromen zelf geeft wel inzicht in de omvang van de accumulatie in de economie die nog tot emissie in de toekomst zal leiden (bijvoorbeeld creosoot).

Voor PAK geldt ten slotte dat het doorrekenen van beleidsmaatregelen inzicht in de effectiviteit daarvan geeft. Hierbij wordt bovendien duidelijk dat een combinatie van nationaal/provinciaal beleid met beleid buiten de landsgrenzen het meest zinvolle is.

Literatuurlijst

CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek):

- Statistisch zakboek 1986 (1986)
- Statistisch Zakboek 1987 (1987)
- De mobiliteit van de nederlandse bevolking in 1982 (1983)
- Algemene Milieustatistiek 1983-1985 (1986)
- Luchtverontreiniging procesemissies 1982, (1986).
- Maandstatistiek van de buitenlandse handel. December 1985 (1987)

CCBB (Coördinatie Commissie Berging Baggerspecie):

Verwerking van baggerspecie uit havens en vaargeulen van Zuid Holland, deel A: voorlopig beleidsplan. (ca. 1982)

Considine, D. M.: Chemical and process technology encyclopedia. McGraw-Hill book company, New York, (1974).

DCMR (Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond):
Jaarverslag 1985 (1986)

Dortland, R. J.: Milieuaspecten van geïmpregneerd hout. Milieutechniek, nr 4, p. 62-65 (1986).

Eyk, J. N. van: Creosootolie en Milieu. Milieutechniek nr 4, p. 65-66, (1986).

Feenstra, J. F. en P. J. F. van der Most: Diffuse bronnen van waterverontreiniging. Coördinatiecommissie uitvoering wer verontreiniging oppervlaktewateren, (1986).

Flierman, G.A.: Ruwijzerproductie in de staalindustrie. Chemisch Magazine, p.131-134 (maart 1983).

Kirk-Othmer: Concise encyclopedia of chemical technology. J. Wiley & Sons, (1985).

Meij, R., L. H. J. M. Janssen en J. van der Kooij: Air Pollutant emissions from coal-fired power stations. Kema Scientific & Technical Reports, (1986).

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer:

- Preventie van bodemverontreiniging bij de opslag van steenkool. Bodembeschermingsreeks, nr 13, (1983).
- Teer- en PAK-problematiek bij onderzoek van bodembeschermingsgevallen met teerachtige stoffen. Bodembeschermingsreeks, nr. 72 (1987).
- Doelgroepdocument Raffinaderijen -basis- en achtergrondinformatie ten aanzien van de bedrijfstak-. Publicatierreeks Lucht, nr. 78, (1988).

Most, P. F. J. en C. F. Heijnen: Emissiefactoren Scheepvaart (concept-rapport) MT-TNO-rapport (88-269/C1), (1988).

Naald W.G.H. van der, W. Tamis, M.M.H.E van den Berg
Polycyclische aromatische koolwaterstoffen in het Nederlandse milieu.
Rapport voor de Coördinatie Commissie voor de metingen van Radioactieve
en Xenobiotische stoffen (CCRX), (1987)

NOK (Nationaal Onderzoeksprogramma Kolen)
-Luchtverontreiniging ten gevolge van de uitwerp van kolengestookte
installaties
-Modelmatige beschrijving van concentratie en depositie van kolenrele-
vante componenten in Nederland, veroorzaakt door emissies in Europa
-Grootschalige achtergrondconcentraties van spoorelementen en verbind-
ingen in de Nederlandse buitenlucht
-De emissie van luchtverontreinigende componenten door met kolen ge-
stookte elektriciteitscentrales
(1986)

Provincie Zuid-Holland: Nota formulering van beleidsalternatieven
voor het MER en het plan voor de verwijdering van zuiverings
slib. Den-Haag (1988).

Ramdahl, T., I. Alfheim en A. Bjorseth:
PAH emission from various sources and their evolution over the last
decades. In D. Rondia, M. Cooke en R.K. Haroz (ed.)
Mobile Source Emissions Including Polycyclic Organic Species,
D. Reidel Publishing Company, Dordrecht/Boston/Lancaster, (1983).

RIVM (Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en de Milieuhygiëne) / KNMI:
De chemische samenstelling van de neerslag (1985)

RIWA (Rijncommissie Waterleidingbedrijven):
-De samenstelling van het Rijnwater 1984-1985
-Jaarverslag 1985 deel A: de Rijn; deel B: de Maas.

Ros, dhr J., medewerker RIVM, Bilthoven, persoonlijke mededeling, 1988

Rutte, dhr., medewerker CBS, Heerlen, persoonlijke mededeling, 1989

Saathoff, G. en H. G. Schecker: Teer, Pech, Teeröl, Bitumen.
Verbreitung, Verwendung, Arbeitsplatzbelastungen. Staub,
Reinhaltung der Luft, Band 46, p. 235-238, (1986).

Scheffer, C. B.: Emissiefactoren voor vuilverbrandingsinstal-
laties. MT-TNO, R/86/222 (1987).

Slooff, W., J.A. Janus, A.J.C.M. Matthijsen, G.K. Montzaan en J.P.M Ros
(eds.) Basisdocument PAK rap.nr. 758474007, (1989)

Slooff, W., A. J. C. M. Mathijsen, G. K. Montizaan en J. P. M.
Ros (eds.) Werkdocument PAK rap.nr. 75847007, (1988).

Waterschappen: gegevens m.b.t. PAK in Zuid-Holland zijn afkomstig van:
-Waterschap Vijfheerenlanden
-Waterschap Krimpernerwaard
-Waterschap IJsselmonde

Yland, M. W. F.: Contamination from a coal tar processing
chemical industry: investigations and remedial actions. In:
J. W. Assink en W. J. van den Brink (eds.): Contaminated
Soil. Martnus Nijhoff Publishers, Dordrecht/ Boston/ Lan-
caster p. 831-848 (1986).

Bijlage 1: De PAK-gehalten in een aantal steenkoolteer-producten

Tabel B1.1. De PAK-gehalten (in percentages) in een aantal steenkoolteer-producten.

Stof	Steenkoolteer ¹⁾	Koolteerpek ²⁾	Creosootolie ³⁾	Carboli-neum ⁴⁾	Bitumen uit petroleum ⁵⁾
Naftaleen	10	-	15	-	-
Antraceen	1,5	1	1	-	-
Fenantreen	5,0	2	20	13,5	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Fluorantheen	3,3	4,2	8	10,8	$1 \cdot 10^{-4}$
Chryseen	1,1	0,8	2,6	3,5	$2 \cdot 10^{-4}$
Benz(a)antraceen	0,7	1,1	-	0,9	$5 \cdot 10^{-5}$
Benz(a)pyreen	0,6	0,8	-	0,8	$1 \cdot 10^{-4}$
Benz(k)fluorantheen	0,4	0,8	-	0,7	$1 \cdot 10^{-4}$
Indeno(1,2,3-c,d)pyreen	0,5	0,8	-	0,7	$1 \cdot 10^{-4}$
Benz(g,h,i)peryleen	0,55	0,3	-	0,3	$2 \cdot 10^{-4}$
Totaal	23,65	11,8	46,6	31,2	$1,0 \cdot 10^{-3}$

Bron: ¹⁾ VROM, 1987

²⁾ Werkdocument PAK, 1988.

³⁾ Werkdocument PAK, 1988.

⁴⁾ Werkdocument PAK, 1988.

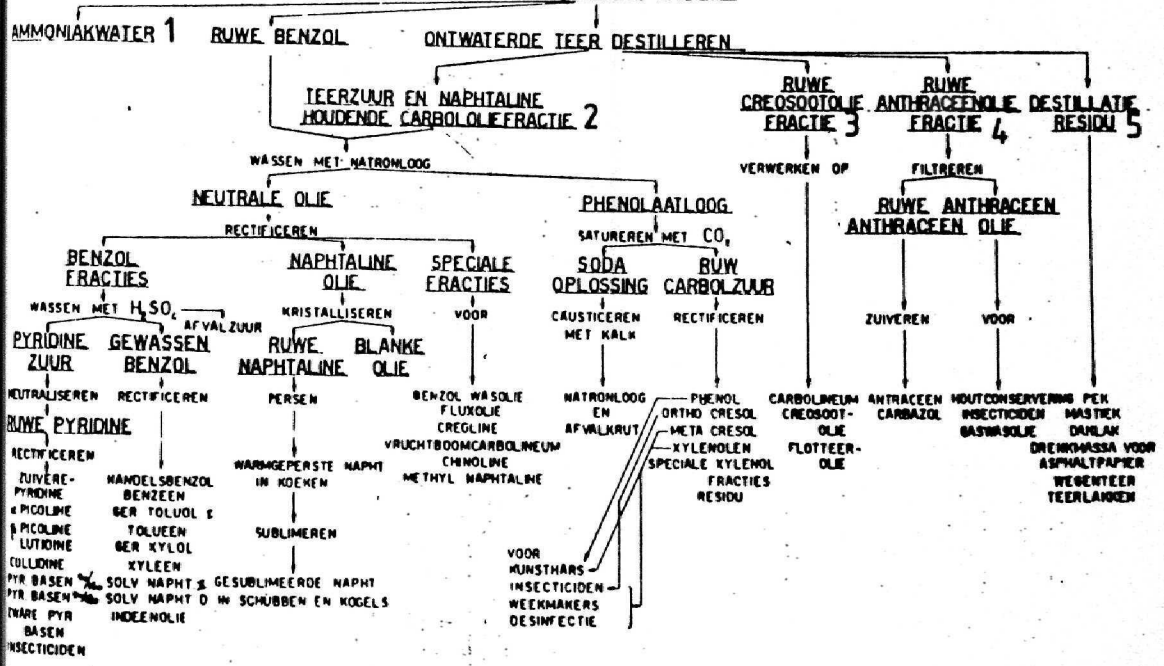
⁵⁾ Werkdocument PAK, 1988.

BIJLAGE 2: DE VERWERKING VAN STEENKOOLTEER (VROM, 1987)

RUWE TEER

OPSLAG IN TANKS VERWARMEN, AFZETTEN VAN WATER DIVERSE SOORTEN MENGEN

ONTWATEREN IN CONTINU SYSTEEM



BIJLAGE 3. EMISSIES NAAR HET MILIEU IN NEDERLAND

In tabel B3.1 zijn de emissies aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen in Nederland opgenomen. Zoveel mogelijk is 1985 als basisjaar aangehouden. Van sommige bronnen is het emissieprofiel bekend, voor anderen is alleen een totale PAK-emissie bekend en is, indien mogelijk omtrent het profiel een aanname gedaan. Meestal zijn dan ook de emissies aan de individuele PAK (de tien van VROM) opgenomen. In deze bijlage wordt puntsgewijs gesproken waar de vermelde emissie-waarden op gebaseerd zijn.

Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: naftaleen			
Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	0,4	48,1	gering
cokes-produktie	0,3	1,3	gering
raffinaderijen	---	---	---
fosfor-produktie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,5	gering
dakbedekking (produktie en aanbrengen)	---	---	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	---	gering
sinterprocessen	---	0,8	gering
carbon black produktie	---	0,2	gering
opslag verduurzaamd hout	7,5	200	12,5
vuilverbranding	---	---	gering
electriciteits- centrales	---	---	gering
industriële verwarming	---	0,03	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,2	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	165,9	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	45,0	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	3,7 (2)	---
recreatievaart	3,3	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes			
- creosootolie	10	90	110
- carbolineum(2)	---	---	---
ruimteverwarming (woningen)	---	69,7	---
waterzuivering	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	---
agrarische aktiviteiten	---	17,2	----

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: antraceen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	0,02	2,1	gering
cokes-productie	0,2	0,7	gering
raffinaderijen	---	---	---
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,1	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,04	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,4	gering
sinterprocessen	---	0,1	gering
carbon black productie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaam hout	-	5,0	-
vuilverbranding	---	0,01	gering
electriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,05	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	2,3	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,5	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,2	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	0,5	1	4
-carbolineum (2)	---	---	---
ruimteverwarming (woningen)	---	3,8	---
waterzuivering	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	---
agrarische aktiviteiten	---	0,1	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: fenantreen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	0,1	12,7	gering
cokes-productie	0,5	2,2	gering
raffinaderijen	0,03	1,1	gering
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,3	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,08	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	1,4	gering
sinterprocessen	---	0,4	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaam hout	0,7	100	3,8
vuilverbranding	---	0,07	gering
electriciteits- centrales	---	0,02	gering
industriële verwarming	---	0,06	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,5	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	13,9	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	3,2	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	0,3 (2)	---
recreatievaart	1,0	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes			
-creosootolie	2,4	22	78
-carbolineum (2)	---	10	---
ruimteverwarming (woningen)	---	48,1	---
waterzuivering	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost agrarische	---	---	---
aktiviteiten	---	0,6	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: chryseen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	0,01	1,5	gering
cokes-productie	0,1	0,5	gering
raffinaderijen	0,04	1,5	gering
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,1	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,03	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,3	gering
sinterprocessen	---	0,1	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaam hout	---	0	gering
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
electriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	0,03	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,3	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	1,5	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,5	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,02	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	0,4	---	gering
-carbolineum (2)	---	2,6	---
ruimteverwarming (woningen)	---	1,7	---
waterzuivering	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	1,0
agrarische aktiviteiten	---	0,1	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: benz(a)antracene

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	0,01	1,1	gering
cokes-productie	0,1	0,4	gering
raffinaderijen	0,01	0,4	gering
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,04	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,05	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,2	gering
sinterprocessen	---	0,05	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaamd hout	0	0	gering
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
electriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	0,03	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,2	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,8	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,3	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,2	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	0,4	---	gering
-carbolineum (2)	---	0,7	---
ruimteverwarming (woningen)	---	1,1	---
waterzuivering	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	1,0
agrarische activiteiten	---	< 0,01	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: fluorantheen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	0,1	7,7	gering
cokes-productie	0,3	1,6	gering
raffinaderijen	0,02	0,8	gering
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,2	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,2	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,9	gering
sinterprocessen	---	0,3	gering
carbon black-productie	---	0,02	gering
opslag verduurzaam hout	0,5	15	2,5
vuilverbranding	---	0,01	gering
electriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	0,04	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,4	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	3,8	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	1,1	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	0,1 (2)	---
recreatievaart	0,1	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	1,4	6	19
-carbolineum (2)	---	5	---
ruimteverwarming (woningen)	---	7,0	---
waterzuivering	---	?	?
uitloging 'gecoat' staal en beton	Zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	---
agrarische aktiviteiten	---	0,1	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: benz(a)pyreen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	< 0,01	0,5	gering
cokes-productie	0,1	0,3	gering
raffinaderijen	0,01	0,3	gering
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzergieterijen	---	0,03	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,03	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,03	gering
sinterprocessen	---	0,05	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaam hout	< 0,01	< 0,01	0,04
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
elektriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,02	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,3	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,1	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,02	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
- creosootolie	0,02	---	gering
- carbolineum (2)	---	---	---
ruimteverwarming (woningen)	---	1,1	---
waterzuivering	0,03	---	1,3
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,4
agrarische aktiviteiten	---	---	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: benz(k)fluoranteen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	< 0,01	0,7	gering
cokes-productie	0,04	0,2	gering
raffinaderijen	0,02	0,8	gering
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,02	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,03	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,01	gering
sinterprocessen	---	0,03	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaamd hout	< 0,01	---	gering
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
elektriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,03	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,1	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,1	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,1	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	0,01	< 0,01	gering
-carbolineum (2)	---	---	---
ruimteverwarming (woningen)	---	0,7	---
waterzuivering	0,08	---	2,0
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	1,0
agrarische aktiviteiten	---	< 0,01	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: indeno (1,2,3,-c,d)pyreen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	< 0,01	0,7	gering
cokes-produktie	0,05	0,2	gering
raffinaderijen	0,02	0,8	gering
fosfor-produktie	zie PAK-tot	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,02	gering
dakbedekking (produktie en aanbrengen)	---	0,03	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,02	gering
sinterprocessen	---	0,04	gering
carbon black-produktie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaam hout	< 0,01	< 0,01	0,01
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
electriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,02	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,7	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,4	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,01	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	< 0,01	< 0,01	< 0,01
-carbolineum (2)	---	---	---
ruimteverwarming (woningen)	---	0,1	---
waterzuivering	0,02	---	0,6
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,5
agrarische aktiviteiten	---	---	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: benz(g,h,i)peryleen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	< 0,01	0,3	gering
cokes-productie	0,06	0,2	gering
raffinaderijen	0,04	1,5	gering
fosfor-productie	zie PAK-tot	---	gering
ijzergieterijen	---	0,02	gering
dakbedekking (productie en aanbrengen)	---	0,02	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	0,02	gering
sinterprocessen	---	0,04	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduurzaamd hout	< 0,01	---	0,01
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
electriciteits- centrales	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,02	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,7	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,4	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,1	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	0,01	< 0,01	< 0,01
-carbolineum (2)	---	---	---
ruimteverwarming (woningen)	---	1,4	---
waterzuivering	0,02	---	0,6
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,5
agrarische aktiviteiten	---	< 0,01	---

vervolg Tabel B3.1: Emissies naar het milieu in Nederland (1)

Stof: PAK-totaal

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
aluminium-industrie	0,6	75,4	gering
cokes-produktie	1,7	7,6	gering
raffinaderijen	0,2	7,0	gering
fosfor-produktie	0,2	---	gering
ijzergieterijen	---	1,3	gering
dakbedekking (produktie en aanbrengen	---	0,5	gering
op- en overslag an- traceenolie	---	3,3	gering
sinterprocessen	---	1,8	gering
carbon black produktie	---	0,2	gering
opslag verduurzaamd hout	8,9	320	19,4
vuilverbranding	---	0,1	gering
electriciteits- centrales	---	0,03	gering
industriële verwarming	---	0,2	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	1,7	gering
overige industriële bronnen	0,3	0,1	gering
wegverkeer	---	190,0	---
aan wegverkeer ge- relateerde bronnen (slijtage banden etc)	---	---	0,1
luchtverkeer	---	51,6	---
verkeer per spoor	---	0,03	---
verkeer over water	---	4,1	---
recreatievaart	5,0	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
-creosootolie	15,5	110	222
-carbolineum (2)	---	15	---
ruimteverwarming (woningen)	---	134,7	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	0,6	---	---
gebruik compost	---	---	4,4
waterzuivering	0,2	---	4,5
agrarische aktiviteiten	---	18,1	---

Opmerkingen bij tabel 1.1:

- 1) Voor de besproken bronnen zijn over het algemeen geen of zeer geringe primaire emissies naar de bodem vastgesteld.
- 2) Hier valt ook de emissie tijdens opslag onder.

Aluminium-industrie

Voor de produktie van ruw aluminium worden koolstofanoden gebruikt. Pek, anoderesten en petroleumcokes dienen hierbij als grondstoffen. De produktie van deze anoden gaat gepaard met een relatief grote emissie aan PAK. De geëmitteerde PAK zijn deels gebonden aan deeltjes, deels in de gasfase. Van deze emissie is het profiel bekend. Voor tabel 1.1 zijn zowel gegevens uit 1985 gebruikt (Zuid-Holland) als gegevens uit 1983 (landelijk). Tevens vindt bij de bereiding van aluminium via het afvalwater een emissie naar water plaats.

In Nederland staan twee aluminium-producerende bedrijven waarvan er één de benodigde anoden zelf produceert. Daarnaast heeft één Nederlands bedrijf zich gespecialiseerd in de produktie van anoden voor de aluminium-industrie.

Veel van het anode-afval wordt hergebruikt bij de produktie van nieuwe anoden. Onduidelijk is of er emissies naar bodem optreden ten gevolge van opgeslagen (afval van) petroleumcokes naar bodem plaatsvindt. (Zie ook cokes-produktie).

(Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM,1988), gegevens van DCMR,1987) en mond. med. Pechiney (1988)).

Cokes-produktie

In Nederland wordt cokes uit kolen bereid door middel van het zogenaamde hoge temperatuur verkolings-proces geproduceerd. De ijzer- en staalindustrie zijn verreweg de belangrijkste afnemers van cokes, en hebben de produktie ook grotendeels zelf in handen. Tijdens de verkoling, die onder anaërobe omstandigheden plaatsvindt, worden PAK gevormd ('geproduceerd') en vinden PAK-emissies plaats doordat de cokes-ovens lekken. Daarnaast komen PAK vrij tijdens het vullen van de ovens, en bij het uitstoten en blussen van de cokes. Uit de emissieregistratie is de hoeveelheid naftaleen en PAK-totaal die geëmitteerd wordt, bekend. De emissies aan de overige PAK-verbindingen zijn berekend door aan te nemen dat het profiel van deze emissie overeenkomt met de PAK-samenstelling van steenkoolteer.

Ok in het afval- en bluswater worden PAK aangetroffen.

Zoals eerder vermeld zijn weinig gegevens beschikbaar met betrekking tot het gehalte aan PAK in steenkool. Uit beperkt onderzoek blijkt dat steenkool zeer kleine hoeveelheden PAK bevat. Er zijn aanwijzingen dat het percolaat van een steenkoolopslagplaats verhoogde gehalten aan benz(g,h,i)peryleen bevat. Aangenomen mag worden dat de opslag van kolen bij cokes-fabrieken een geringe emissie naar bodem veroorzaakt. In hoeverre hieruit afgeleid mag worden dat ook de opslag van kolenafval leidt tot emissies naar bodem en water, is onduidelijk.

In de literatuur wordt het basisjaar niet vermeld, maar grote verschillen tussen de diverse jaren lijken onwaarschijnlijk.

(Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM, 1988), pers. med. RIVM, TNO, "Teer en PAK-problematiek bij onderzoek van bodembeschermingsgeval- len met teerachtige stoffen", deel 72 uit de Bodembeschermings- reeks (VROM, 1987) en "Preventie van bodemverontreiniging bij de opslag van steenkool", deel 13 uit de Bodembeschermingsreeks (VROM, 1982)).

Raffinaderijen

De verbranding van 'pitch', het destillatieresidue van de olieraf- finage, vindt meestal plaats op het bedrijfsterrein zelf en vormt een aanzienlijke bron van PAK-emissies. Het betreft hier voornam- elijke aan deeltjes gebonden PAK. Daarnaast levert de regeneratie van katalysatoren een emissie naar de lucht, zij het een geringe- re. Uit metingen van DCMR zijn emissiefactoren bekend voor fluo- rantheen en benz(a)pyreen. De emissie aan de overige acht PAK- verbindingen is geraamd met behulp van het profiel van bitumen en de emissie van fluorantheen.

Onduidelijk is of de as van deze verbranding nog PAK bevat. Aangenomen is dat dat niet het geval is of dat de emissies hieruit zeer gering zijn.

Door de verschillende raffinaderijen wordt ook PAK-houdend afval- water geloosd.

In de literatuur wordt het basisjaar niet vermeld. (Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM, 1988), pers. med. TNO/RIVM en deel 72 uit de Bodembeschermingsreeks (VROM, 1987)).

Fosforproductie

In Nederland wordt slechts op één lokatie fosfor geproduceerd en hierbij vindt emissie van PAK met het afvalwater plaats.

Door de literatuurbron werd het basisjaar niet vermeld.

Ook hier zijn geen emissies naar de bodem bekend.

(Bron: Werkdocument PAK (RIVM, 1988)).

IJzergieterijen

Bij het proces van het ijzergieteren wordt gebruik gemaakt van teerproducten, waardoor PAK-emissies optreden. In de literatuur wordt een emissiefactor genoemd. Gebruikmakend van deze emissie- faktor, van de doorzet van de Nederlandse ijzergieterijen en van het profiel van steenkoolteer, is het mogelijk de emissies naar de lucht aan de verschillende PAK-verbindingen te ramen.

Er zijn geen gegevens omtrent emissie uit afvalstoffen.

Door de literatuurbronnen werd het basisjaar niet vermeld. (Bron- nen: Werkdocument PAK (RIVM, 1988), de auteurs daarvan en deel 72 uit de bodembeschermingsreeks (VROM, 1987)).

Dakbedekkingen (produceren en aanbrengen)

Dakbedekkingsmaterialen voor vlakke daken bestaan veelal uit de volgende materialen: teermastiek, al dan niet gemodificeerd bitumen of kunststoffen. Met name de kunststoffen winnen steeds meer veld, terwijl teermastiek bijna alleen nog maar gebruikt wordt voor reparaties van bestaande mastieken dakbedekkingen.

In Nederland bestaat slechts één fabrikant van teerrollen. Bij de produktie van deze teerrollen treedt een emissie van PAK naar de lucht op. De produktie van andere dakbedekkingsmaterialen leidt niet tot noemenswaardige emissie van PAK.

Bij het aanbrengen van dakbedekkingen leidt het plakken van teermastiek tot relatief de grootste emissies. De mastieken dakbedekkingen worden namelijk bij het aanbrengen verhit, dit in tegenstelling tot de bitumen materialen.

Zowel tijdens de produktie als tijdens het aanbrengen van mastieken dakbedekkingen wordt de emissie aan PAK op 0,1% van de produktie geschat. Door aan te nemen dat het profiel overeenkomt met het profiel van steenkoolteer, zijn de emissies aan de verschillende PAK-verbindingen berekend.

De gegevens stammen uit 1982.

(Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM,1988), mond. med. RIVM/TNO en deel 72 uit de bodembeschermingsreeks (VROM, 1987)).

Op- en overslag antraceenolie

Antraceenolie wordt in slechts één Nederlandse haven overgeslagen. Door op de via de emissieregistratie bekende totale PAK-emissie een aangepast profiel van steenkoolteer toe te passen, zijn de emissies aan de verschillende PAK-verbindingen bepaald.

In de literatuur wordt het basisjaar niet vermeld.

(Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988) en mond. med. RIVM/TNO.)

Sinterprocessen

Bij een temperatuur van circa 1200 °C wordt fijn eerst met behulp van een aantal hulpstoffen tot grote brokken erts gesinterd.

Hierbij wordt cokes of antraciet als brandstof gebruikt. De emissie aan de verschillende PAK is berekend uit de geschatte geëmitteerde hoeveelheid benz(a)pyreen, naftaleen en het emissieprofiel van steenkoolteer.

Zie voor wat emissies uit afvalstoffen naar de bodem betreft de cokes-produktie.

Door de literatuurbron werd niets vermeld omtrent het basisjaar.

(Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM,1988), mond. med. RIVM/TNO en het Chemisch Magazine (1983)).

Carbon black produktie

De emissie naar de lucht tijdens de fabricage van roet is berekend door de jaarproduktie in Nederland te vermenigvuldigen met de in de literatuur genoemde emissiefaktor. Vervolgens is een schatting van het emissieprofiel gemaakt.

Door de literatuurbron werd niets vermeld omtrent het basisjaar.

(Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988) en pers. med. RIVM/TNO)

Opslag verduurzaamd hout

De Nederlandse bedrijven die hout met behulp van creosootolie behandelen om de duurzaamheid te verlengen, hebben maatregelen getroffen die er toe leiden dat heden ten dage geen noemenswaardige emissies aan PAK tijdens de produktie optreden. De opslag op de bedrijfsterreinen van gecreosoteerd hout leidt wel tot aanzien-

lijke emissies. Een gedeelte van de aangebrachte creosootolie vervluchtigt tijdens de vele weken durende opslag en daarnaast vindt ook afspoeling en uitloging van het hout plaats. Aan de hand van metingen en schattingen vermeld in de literatuur, zijn schattingen voor de verfluchtiging en de afspoeling gemaakt. Daarbij zijn de emissieprofielen mede afgeleid uit de verhoudingen tussen de dampspanningen (voor de verfluchtiging) en de verdelingscoëfficiënten voor octanol-water (Kow) (voor de uitloging). In het Werkdocument PAK werd geen onderscheid gemaakt tussen emissie naar water en bodem. Aangenomen is dat circa 1/3 van de totale hoeveelheid in het water terecht komt en 2/3 op/in de bodem. Rekeninghoudend met de verschillende Kow-waarden is per component de emissie naar water en bodem opgesplitst. Zo is aangenomen dat voor naftaleen de verhouding tussen de emissies naar water en bodem 1 : 1,7 bedraagt en voor fenantreen 1 : 5,3. In de literatuur wordt niets vermeld omtrent het basisjaar. Echter voor zover bekend zijn er de laatste jaren geen wezenlijke veranderingen in de geproduceerde hoeveelheden opgetreden. (Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Vuilverbranding

De elf vuilverbrandingsinstallaties in Nederland leveren een beperkte emissie aan PAK naar de lucht op. Door gebruik te maken van de in de literatuur vermelde emissiefactor voor benz(a)pyreen, de hoeveelheid jaarlijks verbrand afval en het emissieprofiel van de rookgassen van op kolen gestookte electriciteitscentrales, is de emissie aan de verschillende PAK-verbindingen bepaald. Er zijn zeer summiere gegevens omtrent de gehalten aan PAK in de asresten. Aangenomen is dat de emissie naar de bodem uit afvalstoffen gering is.

(Bronnen: Rapport R/86/222 van MT-TNO (Scheffer,1987), Algemene Milieustatistiek (CBS,1986) en KEMA-rapport 4(6),(Meij,1986)).

Electriciteitscentrales

Uit metingen aan de afgassen van twee Nederlandse kolengestookte centrales zijn de emissies van alle kolengestookte centrales naar rato van het vermogen berekend.

Zie voor wat de emissies naar de bodem betreft de opmerkingen bij de vuilverbranding.

(Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM,1988), KEMA-rapport 4(6), (Meij,1986) en Elektriciteitsplan 1987-1996 (SEP,1986)).

Industriële verwarming

Deze post is rechtstreeks overgenomen uit het werkdocument PAK. Het betreft hier verwarming waarbij kolen als brandstof gebruikt wordt.

Omtrent de emissies naar bodem dient hetzelfde opgemerkt te worden als bij de cokes-productie hoewel de emissie diffuser van aard is. Door de auteurs is het basisjaar niet vermeld.

Overige verwarming

Deze post betreft het 'overige finaal gebruik' uit de Energiestatistieken. De emissiefactor voor ruimteverwarming door middel van kolen is hierbij toegepast.

Overige industriële emissies

Hieronder zijn een aantal kleine posten samengebracht. De belangrijkste bijdrage vormt 113 kg naftaleen hierin dat geëmitteerd wordt door drukkerijen alwaar het als hulpstof dienst doet.

Wegverkeer

Het wegverkeer vormt zowel op nationale als op provinciale schaal een aanzienlijke bron van PAK-verbindingen. Bij de berekening van de hoeveelheden geëmitteerde PAK is rekening gehouden met het verschil in emissiefactoren en -profielen per motorvoertuig, wegtype, brandstoftype en de bijbehorende verreden afstanden. De gegevens omtrent de emissiefactoren en -profielen zijn gebaseerd op resultaten van grootschalig onderzoek. Uit deze berekeningen blijkt dat de personenauto's samen met motoren circa 80% van de totale emissie door het wegverkeer voor hun rekening nemen. Door de literatuurbron werd niets vermeld omtrent het basisjaar. (Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Aan wegverkeer gerelateerde bronnen

Door slijtage van banden en wegen, en door lekkage bij transport en op- en overslag van benzine vindt een beperkte emissie plaats. De omvang deze emissie berust op een schatting. Door de literatuurbron werd niets vermeld omtrent het basisjaar. (Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Luchtverkeer

Met name tijdens het opstijgen en dalen van vliegtuigen worden PAK-verbindingen geëmitteerd. Omdat voor vliegtuigmotoren geen emissiefactoren bekend zijn, is gebruik gemaakt van het emissieprofiel van dieselmotoren. Voor de afgelegde afstanden is uitgegaan van het aantal vliegbewegingen op Schiphol. (Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988) en mond. med. TNO/RIVM).

Verkeer per spoor en over het water

Door de literatuurbron is niet aangegeven wat de afzonderlijke bijdragen van beide bronnen is. Wel is aangeduid dat het verkeer per spoor een relatief zeer geringe bijdrage levert. Dit komt voort uit het feit dat in Nederland nog maar een beperkt aantal diesellocomotieven rijden. Voor het waterverkeer is uit gegaan van de emissiefactoren voor dieselmotoren en de afgelegde afstanden. Ook nu werd het basisjaar niet vermeld. (Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Recreatievaart

Omtrent de emissies van de recreatie zijn weinig gegevens bekend. In 1982 werd het aantal pleziervaartuigen dat in het bezit is van

Nederlanders door de ANWB geschat. Daarbij werden onder andere zeil-, motor-, en roeiboten onderscheiden. Door Feenstra en van der Most (1986) werd op grond hiervan het aantal buitenboordmotoren in Nederland op 150.000 geschat.

Aangenomen werd dat 50% van de roeiboten, 50% van de zeilboten en 10% van de motorboten is van een buitenboordmotor. Daarnaast werd er van uitgegaan dat 70% van de motorboten een dieselmotor bezit en 20% een benzinemotor. Voor zeilschepen is dit geschat 10% voor zowel de diesel als de benzinemotor. Aangenomen werd dat buitenboordmotoren gemiddeld 150 draaiuren per jaar maken en de twee andere typen motoren 250 uur.

Het vermogen en verbruik van de motoren werd als volgt geschat (ANWB, 1988):

-buitenboordmotor: 6 pK, verbruik bij vol vermogen 1/3 l per pK.uur

-dieselmotor: 20 pK (gemiddeld), verbruik bij volvermogen 1/5 l per pK.uur

-benzinemotor: 20 pK (gemiddeld), verbruik bij vol vermogen 1/4 l per pK.uur.

Aangenomen werd dat de verschillende typen motoren gemiddeld op 70% van hun capaciteit draaien.

Door van der Most (1988) werden gegevens verzameld omtrent de emissie van de pleziervaart. Daarbij werden de verschillende typen motoren onderscheiden en werden emissieprofielen vermeld. Hiervan werd voor de berekening gebruik gemaakt.

De uitlaat van een pleziervaartuig bevindt zich vaak boven het grensvlak van water en bodem. Hoewel in feite naar de lucht geëmitteerd wordt, vindt bijna onmiddellijk na emissie depositie op het water plaats. Vandaar dat de emissies door de recreatievaart als emissies naar water zijn opgenomen.

Om in lijn te blijven met het Werkdocument PAK, is de emissie door verkeer over water als emissie naar de lucht opgenomen.

Andere mogelijke bronnen van verontreiniging door de recreatievaart zijn huishoudelijk afvalwater, aangroeiwerende verven, bilgewater en olie. Het is echter niet mogelijk de omvang van deze bronnen te kwantificeren.

(Bronnen: J.F. Feenstra en P.F.J. van der Most "Diffuse bronnen van waterverontreiniging" (1986), P.F.J. van der Most "Emissiefactoren scheepvaart" (1988) en pers. med. ANWB).

Uitloging verduurzaamde paaltjes

Door particulieren wordt jaarlijks circa 150 ton carbolineum gebruikt voor de conservering van tuinhekken en dergelijke. Aangenomen wordt dat een gedeelte van de aangebrachte carbolineum vervluchtigt, een deel onder invloed van zonlicht ontleeft en dat het overige gedeelte op/in het hout aanwezig blijft en zo op den duur als afvalhout eindigt. Voor een schatting van de emissie naar de lucht is vooralsnog de helft van de in het produkt aanwezige PAK aangehouden, evenredig verdeeld over de individuele componenten.

Voor de verliezen van PAK uit gecreosoteerd hout door uitloging is uitgegaan van enkele meetresultaten voor fluorantheen, en de octanol-water verdelingscoëfficiënten. Daarbij is een afname van de emissie in de tijd verondersteld, en de levensduur werd op 50 jaar gesteld.

Voor de emissie naar de bodem en de lucht werd gebruik gemaakt van beperkte onderzoeksresultaten omtrent het verlies aan fenantreen gedurende de eerste twee maanden van het gebruik. Op grond van de verschillen in dampspanning tussen de verschillende PAK is een profiel opgesteld. Er is noch rekening gehouden met verschillen in diffusiesnelheden van de verschillende verbindingen, die de emissies zouden kunnen beperken, noch met de mogelijkheid dat sommige PAK-verbindingen in de bodem misschien afgebroken worden. Door de auteurs werd geen onderscheid gemaakt tussen emissie naar lucht en bodem. In de bodem aanwezige PAK zal namelijk deels naar de lucht vervluchtigen. Aangenomen is dat circa 1/3 van de totale hoeveelheid PAK naar de lucht verdwijnt en 2/3 in de bodem terecht komt. Voor de verdeling van de individuele componenten is rekening gehouden met de (logaritme) van de dampspanning. Aangenomen is dat 60 % van de met cerosootolie behandelde paaltjes een toepassing op het water kent, dat 20% dienst doet als spoorwegbielzen en dat de overige 20% voor andere toepassingen wordt gebruikt.

Er wordt van uit gegaan dat slechts een kleine hoeveelheid van het gecreosoteerde hout dat in het afvalstadium verkeert, wordt verbrand. Het grootste deel zal in het milieu achterblijven. Het moge duidelijk zijn dat de omvang van de diffuse emissie uit verduurzaamd hout ondanks dat het verreweg de grootste emissie betreft, zich moeilijk laat schatten en dat de gepresenteerde resultaten nogal onzeker zijn.

Omtrent het basisjaar werden geen gegevens verstrekt.

(Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Ruimteverwarming

Aan de hand van de emissiefactoren voor de verschillende brandstoffen en de verbruikte hoeveelheden is de emissie aan PAK-verbindingen ten gevolge van de ruimteverwarming berekend. De bijdrage die het verbranden van hout in open haarden en allesbranders daarin levert is aanzienlijk; 98%.

Omtrent het basisjaar werd niets vermeld.

(Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Waterzuivering

Over het algemeen is het reinigingsrendement van rioolwaterzuiveringen voor PAK-verbindingen circa 95%. Dat houdt in dat een klein gedeelte van de hoeveelheid PAK aanwezig in het ter zuivering aangeboden rioolwater, met het effluent op het oppervlaktewater geloosd wordt. Het merendeel van de PAK blijft echter achter in het zuiveringsslib. Een deel van de lagere PAK's wordt in het slib door biodegradatie afgebroken. De in tabel 1.3 genoemde emissie zijn overgenomen uit het Werkdocument PAK. [Gezien echter het feit dat in huishoudelijk afvalwater van alle 10 besproken PAK-verbindingen de concentratie aan fluorantheen het hoogst is, is het niet duidelijk waarom geen emissie aan fluorantheen in het Document is opgenomen. Dit moet nog uitgezocht worden.]

Het jaar waarop de gegevens gebaseerd zijn werd niet vermeld.

(Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Uitloging gecoated staal en beton

Epoxy-teercombinaties worden gebruikt voor coating van staal en beton. De totale omzet van deze hars, die 15-25% steenkoolteer bevat, wordt op circa 1500 ton per jaar geschat. Aangenomen is dat de emissie naar water circa 2% van de gebruikte hoeveelheid draagt.

Omtrent het basisjaar werden geen gegevens verkregen.

(Bron: pers. med. TNO/RIVM).

Gebruik compost

Jaarlijks wordt in Nederland 80.000 ton compost op de bodem gebracht. Door gebruik te maken van het in de literatuur genoemde profiel voor compost, werd de emissie aan de verschillende PAK-verbindingen berekend.

De literatuurbron vermeldt niets omtrent het basisjaar.

(Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM,1988) en deel 72 van de Bodembeschermingsreeks (VROM,1987)).

Agrarische activiteiten

In de bloembollenteelt wordt 98% zuiver naftaleen gebruikt bij de bestrijding van trips in bloembollenschuren. Hiervoor wordt jaarlijks circa 15 ton gespoten. De verontreinigingen in het bestrijdingsmiddel betreffen antraceen en fenantreen.

Daarnaast levert het gebruik van landbouwmachines (dieselmotoren) een totale PAK-emissie van 3 ton per jaar op.

De literatuurbron vermeldt niets omtrent het basisjaar.

(Bron: Werkdocument PAK (RIVM,1988)).

Daarnaast zijn nog een aantal bronnen van PAK bekend waarvan de omvang echter niet bekend is, of zeer gering is. Deze bronnen worden in Tabel B3.2 gegeven.

Tabel B3.2

Overige emissies

Bron:	emissie naar water	emissie naar lucht	emissie naar bodem
thermisch kraken			
van nafta	onbekend	onbekend	onbekend
houtschoolproductie	onbekend	onbekend	onbekend
afbranden van kabels	onbekend	onbekend	onbekend
teer productie	< 0,01	---	onbekend
asfaltmenginstallatie	---	< 0,01	---
roken van voedingsmiddelen	---	---	onbekend
silicium-carbide productie industrieel	---	---	< 0,01
zuiveringslib	---	---	onbekend
voedselbereiding	---	gering	---
gecoat materiaal (oa. rioleringen)	---	---	gering
verbranden van			
gecoat materiaal	---	gering	---
bosbranden	---	gering	---
overige branden	---	gering	---
roken van sigaretten	---	gering	---
baggerspecie	---	---	onbekend
verbranden van			
afvalolie	---	< 0,01	---
onderwaterbodem	onbekend	---	onbekend

BIJLAGE 4: EMISSIES NAAR HET MILIEU IN ZUID-HOLLAND

Voor de raming van de emissies aan PAK zijn de emissie-gegevens voor Nederland aangepast voor de Zuidhollandse situatie. Indien voor bepaalde bronnen geen gegevens beschikbaar waren omtrent de relatieve bijdragen van Zuid-Holland is aangenomen dat Zuid-Holland een bijdrage van 25% levert aan de Nederlandse emissie.

Een aantal industriën/industrietakken zijn niet in Zuid-Holland vertegenwoordigd, te weten: producenten van cokes, fosfor, dakbedekkingsmaterialen, teer en gesinterd erts. Ook wordt in Zuid-Holland geen antra-ceenolie op- en/of overgeslagen, en draaide in 1985 nog geen enkele elektriciteitscentrale op kolen.

De emissies aan PAK in Zuid-Holland zijn samengevat in tabel B4.1 en worden hieronder kort toegelicht.

Anode-bereiding

In Zuid-Holland worden anoden bereid voor de aluminium-produktie.

Op grond van zowel emissiegegevens uit 1985 als meetgegevens van DCMR uit 1983, waaronder het emissieprofiel, is van deze industrietak de emissie in Zuid-Holland vastgesteld.

(Bron: Gegevens van DCMR, 1988).

Raffinaderijen

In Zuid-Holland staat 92,5% van de nationale raffinagecapaciteit.

De in tabel B3.1. vermelde emissies zijn met deze faktor vermenigvuldigd.

(Bron: gegevens VROM, 1988).

IJzergleeterijen

Van de Nederlandse procesemissies aan aromatische koolwaterstoffen van de metaalprodukten- en metaal-industrie vindt 19% plaats in Zuid-Holland. De in tabel B3.1 vermelde gegevens zijn met deze faktor vermenigvuldigd. (Bron: luchtverontreiniging procesemissies 1982 (CBS,1986).

Dakbedekkingen aanbrengen

Zoals vermeld, worden in Zuid-Holland geen dakbedekkingsmaterialen geproduceerd. Voor de emissie ten gevolge van het aanbrengen van dakbedekkingen is uitgegaan van het aantal woningen in Zuid-Holland ten opzichte van het totaal aantal woningen in Nederland (stand per december 1985).

(Bron: Maandstatistiek van de bouwnijverheid (CBS, april 86).

Carbon-black produktie

Alle produktie van carbon black uit roetolie in Nederland vindt in Zuid-Holland plaats.

Opslag verduurzaamd hout

In Zuid-Holland staat het enige bedrijf in Nederland dat bielsen voor spoorwegen creosoteert. Bekend is dat circa 20 % van het nationale verbruik van creosootolie toegepast wordt als houtver-

duurzamingsmiddel van spoorwegbielsen. (Zie ook uitloging van verduurzaamd hout.) Verder is aangenomen dat Zuid-Holland een aandeel heeft van 25% in de overige creosoteeractiviteiten.

Vuilverbranding

Voor de vuilverbrandingsinstallaties geldt dat in 1985 63% van de hoeveelheid te verbranden afval in Zuid-Holland verwerkt wordt.

Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: naftaleen			
Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/)
anode-bereiding (tbv alu-industrie)	0,3	39,1	gering
raffinaderijen	---	---	gering
ijzer-gieterijen	---	0,1	gering
dakbedekking aan- brengen	---	---	gering
carbon black produktie	---	0,2	gering
opslag verduur- zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding industriële	---	?	---
verwarming	---	0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,06	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	35,0	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	17,1	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	1,8 (2)	---
recreatievaart	0,6	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming (woningen)	---	16,1	---
waterzuivering			
- effluent	---	---	---
- slib	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	---
agrarische aktiviteiten	---	3,0	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: antraceen Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anode-bereiding (tbv alu-industrie)	0,01	1,5	gering
raffinaderijen	---	---	---
ijzer-gieterijen	---	0,02	gering
dakbedekking aan- brengen	---	< 0,01	
carbon black productie	---	< 0,01	gering
opslag verduur- zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële ver- warming	---	< 0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,01	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,5	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,2	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,04	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming (woningen)	---	0,9	---
waterzuivering			
- effluent	---	---	---
- slib	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	---
agrarische aktiviteiten	---	0,02	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: fenantreen			
Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anodebereiding (tbv alu-industrie)	0,1	6,7	gering
raffinaderijen	0,03	1,0	gering
ijzer-gieterijen	---	0,05	gering
dakbedekking aan- brengen	---	< 0,01	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduur- zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	0,05	gering
industriële verwarming	---	0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,12	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	3,1	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	1,2	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	0,1 (2)	---
recreatievaart	0,2	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming (woningen)	---	11,1	---
waterzuivering			
- effluent	---	---	---
- slib	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	---
agrarische aktiviteiten	---	0,1	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: chryseen			
Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anodebereiding (tbv alu-industrie)	0,01	0,5	gering
raffinaderijen	0,04	1,4	gering
ijzer-gieterijen	---	0,01	gering
dakbedekking aan- brengen	---	< 0,01	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduur- zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,06	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,3	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,2	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	< 0,01	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming (woningen)	---	0,4	---
waterzuivering			
- effluent	---	---	---
- slib	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,2
agrarische aktiviteiten	---	0,01	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: benz(a)antracene

Bron	emissies naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anode-bereiding (tbv alu-industrie)	< 0,01	0,5	gering
raffinaderijen	0,01	0,3	gering
ijzer-gieterijen	---	0,01	gering
dakbedekking aan- brengen	---	< 0,01	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduur- zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,06	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	
wegverkeer	---	0,2	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,1	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,04	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming (woningen)	---	0,3	---
waterzuivering			
- effluent	---	---	---
- slib	---	---	---
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost agrarische aktiviteiten	---	---	0,2
	---	< 0,01	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: fluorantheen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anodebereiding (tbv alu-industrie)	0,04	4,5	gering
raffinaderijen	0,02	0,7	gering
ijzer-gieterijen	---	0,03	gering
dakbedekking aan- brengen	---	0,01	gering
carbon black-productie	---	0,02	gering
opslag verduur- zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,09	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,4	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	0,05 (2)	---
recreatievaart	0,03	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming (woningen)	---	1,6	---
waterzuivering			
- effluent	?	---	---
- slib	---	---	?
uitloging 'gecoat' staal en beton	Zie PAK-tot	---	---
gebruik compost agrarische aktiviteiten	---	0,01	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: benz(a)pyreen Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anodebereiding (tbv alu-industrie)	< 0,01	0,2	gering
raffinaderijen	0,01	0,3	gering
ijzergieterijen	---	0,01	gering
dakbedekking aan- brengen	---	< 0,01	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduur- zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	< 0,01	gering
overige industriële bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,1	---
aan wegverkeer gerela- teerde bronnen (slij- tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,04	--
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	< 0,01	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming (woningen)	---	0,3	---
waterzuivering			
- effluent	< 0,01	---	---
- slib	---	---	0,2
uitloging 'gecoat' staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,1
agrarische aktiviteiten	---	---	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: benz(k)fluoranteen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anodebereiding (tbv			
alu-industrie	< 0,01	0,5	gering
raffinaderijen	0,02	0,7	gering
ijzer-gieterijen	---	< 0,01	gering
dakbedekking aan-			
brenge	---	< 0,01	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduur-			
zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming			
(excl. woningen)	---	0,01	gering
overige industriële			
bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,02	---
aan wegverkeer gerela-			
teerde bronnen (slij-			
tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,04	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	0,01	---	---
uitloging verduur-			
zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming			
(woningen)	---	0,2	---
waterzuivering			
- effluent	0,01	---	---
- slib	---	---	0,4
uitloging 'gecoat'			
staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,2
agrarische			
aktiviteiten	---	< 0,01	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: indeno (1,2,3,-c,d)pyreen

Bron	emissies naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anodebereiding (tbv			
alu-industrie	< 0,01	0,4	gering
raffinaderijen	0,02	0,7	gering
ijzer-gieterijen	---	0,01	gering
dakbedekking aan-			
brengen	---	< 0,01	gering
carbon black-productie	---	< 0,01	gering
opslag verduur-			
zaamd hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming			
(excl. woningen)	---	< 0,01	gering
overige industriële			
bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,1	---
aan wegverkeer gerela-			
teerde bronnen (slij-			
tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,2	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	< 0,01	---	---
uitloging verduur-			
zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming			
(woningen)	---	0,02	---
waterzuivering			
- effluent	< 0,01	---	---
- slib	---	---	0,1
uitloging 'gecoat'			
staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,1
agrarische			
aktiviteiten	---	---	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: benz(g,h,i)peryleen

Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)

anodebereiding (tbv			
alu-industrie	< 0,01	0,05	gering
raffinerijen	0,04	1,4	gering
ijzergieterijen	---	0,01	gering
dakbedekking aan-			
brenge	---	< 0,01	gering
carbon black-produktie	---	< 0,01	gering
opslag verduur-			
zaamde hout	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
vuilverbranding	---	< 0,01	gering
industriële verwarming	---	< 0,01	gering
overige verwarming			
(excl. woningen)	---	< 0,01	gering
overige industriële			
bronnen	zie PAK-tot	zie PAK-tot	gering
wegverkeer	---	0,1	---
aan wegverkeer gerela-			
teerde bronnen (slij-			
tage banden etc)	---	---	zie PAK-tot
luchtverkeer	---	0,2	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	< 0,01 (2)	---
recreatievaart	< 0,01	---	---
uitloging verduur-			
zaamde paaltjes	zie PAK-tot	zie PAK-tot	zie PAK-tot
ruimteverwarming			
(woningen)	---	0,3	---
waterzuivering			
- effluent	< 0,01	---	---
- slib	---	---	0,1
uitloging 'gecoat'			
staal en beton	zie PAK-tot	---	---
gebruik compost	---	---	0,1
agrarische			
aktiviteiten	---	< 0,01	---

vervolg Tabel B4.1 : PAK-emissies in Zuid-Holland (1)

Stof: PAK-totaal Bron	emissie naar water (t/j)	emissie naar lucht (t/j)	emissie naar bodem (t/j)
anodebereiding (tbv alu-industrie)	0,4	53,8	gering
raffinaderijen	0,2	6,5	gering
ijzergieterijen	---	0,2	gering
dakbedekking aan- brengen	---	0,04	gering
carbon black produktie	---	0,2	gering
opslag verduur- zaamd hout	3,5	129	8,1
vuilverbranding	---	0,1	gering
industriële verwarming	---	0,05	gering
overige verwarming (excl. woningen)	---	0,4	gering
overige industriële bronnen	0,1	0,03	gering
wegverkeer	---	40,2	---
aan wegverkeer ge- relateerde bronnen (slijtage banden etc)	---	---	0,02
luchtverkeer	---	19,7	---
verkeer per spoor	---	(2)	---
verkeer over water	---	2,0 (2)	---
recreatievaart	1,0	---	---
uitloging verduur- zaamde paaltjes	---	---	---
- creosootolie	1,2	16,2	33
- carbolineum (2)	---	3,7	---
ruimteverwarming (woningen)	---	31,1	---
waterzuivering	---	---	---
- effluent	0,03	---	---
- slib	---	---	0,8
uitloging 'gecoat' staal en beton	0,2	---	---
gebruik compost	---	---	0,8
agrarische aktiviteiten	---	3,1	---

1) Voor de besproken bronnen zijn geen primaire emissies naar de bodem vastgesteld.

2) Hier valt ook de emissie tijden opslag onder.

Industriële verwarming, overige verwarming en overigen

Hiervoor is aangenomen dat in Zuid-Holland 25% van de Nederlandse emissie plaatsvindt.

Wegverkeer

Omtrent de verhouding tussen het aantal km's wegdek zowel binnen als buiten de bebouwde kom in Zuid-Holland en Nederland, omtrent de verhouding per vervoerstype tussen het jaarlijks aantal afgelegde km's per Nederlandse en Zuidhollandse inwoner, en omtrent het aantal Nederlanders dat in Zuid-Holland woont werden gegevens verzameld. Aangenomen is dat de verdeling van wagen- en brandstoftype van Nederland ook geldt voor Zuid-Holland. Door de nationale emissies hiervoor te corrigeren, werden de emissie-gegevens uit tabel B4.1 berekend.

(Bronnen: CBS-mondelinge informatie, Mobiliteit van de Nederlandse bevolking in 1982 (CBS,1982) en rapport Cd-stofbalans CML/IVM,1988).

Aan wegverkeer gerelateerde bronnen

Voorals is in de tabel B3.1 opgenomen emissie met 0,21 (het bevolkingspercentage) vermenigvuldigd.

Luchtverkeer

Vermenigvuldiging van het aantal vliegbewegingen van en naar vliegveld Zestienhoven met de emissiefactoren per vliegbeweging geeft de emissie ten gevolge van het luchtverkeer in Zuid-Holland. (Bron: Statistisch zakboek 1987 (CBS,1987)).

Verkeer per spoor

Gezien het feit dat er in Zuid-Holland geen diesellocomotieven meer rijden is de emissie aan PAK veroorzaakt door verkeer per spoor, nihil.

Verkeer over water

Vooralsnog is aangenomen dat 50% van het vervoer over water op de Zuidhollandse wateren plaatsvindt.

(Bron: Stofbalans Cd deel 2(CML/IVM,1988)).

Recreatievaart

Op grond van het aandeel van Zuid-Holland in het aantal vaste ligplaatsen in Nederland en het gebruik van die ligplaatsen door zeil- en motorboten zijn de getallen uit tabel B3.1 aangepast voor tabel B4.1. Voor het aantal buitenboordmotoren is het gemiddelde van het percentage motor- en zeilboten genomen.

Uitloging verduurzaamde paaltjes

Het percentage Nederlands wateroppervlak dat in Zuid-Holland (8%) ligt is gebruikt om de emissie uit op het water toegepaste gecreosoteerde paaltjes van Nederland om te rekenen naar de Zuidhollandse situatie. Hierbij is het oppervlak van de Wadden- en Noordzee buiten beschouwing gebleven en zijn de wateren met een breedte van minder dan 6 m twee maal zo zwaar meegewogen als de overige, daar gecreosoteerde paaltjes als oeverbeschoeiing worden toegepast. Van het nationale spoorwegennet blijkt circa 15% in Zuid-holland te liggen.

Aangenomen is dat 15% van de overige toepassingen van gecreosoteerd hout in Zuid-Holland plaatsheeft. Dit houdt het midden tussen de 9% grondoppervlak die Zuid-holland inneemt en de bevolkingsdichtheid van Zuid-Holland.

Gezien het feit dat carbolineum voornamelijk door particulieren gebruikt wordt om tuinhedden ed. te behandelen, is voor berekening van tabel B5.1 uitgegaan van het relatieve aantal eengezinswoningen in Zuid-Holland.

(Bronnen: Werkdocument PAK (RIVM,1988), Diffuse bronnen (RIZA, Feenstra en v.d. Most,1986), Bodemstatistiek 1983 (CBS, 1985) en CBS Statistiek van de Kapitaalgoederen (mondelijke informatie, 1988).

Ruimteverwarming

In Zuid-Holland staat 23% van de nationale woningvoorraad. De emissies uit tabel B3.1 zijn voor berekening van de Zuidhollandse emissie met deze factor vermenigvuldigd.

(Bron: Maandstatistiek van de bouwnijverheid (CBS, april 1986)).

Waterzuivering

Circa 18% van het in Nederland geproduceerde rioolwaterzuiverings-slib is afkomstig uit Zuid-Holland. Door de nationale emissies aan PAK hiervoor te corrigeren is de emissie voor Zuid-Holland bepaald. (Bron: Stofbalans Cd (CML/IVM, 1988).

Uitloging gecoated beton

Aangenomen is dat circa 25% van de emissies uit beton in Zuid-Holland plaatsheeft.

Gebruik compost

Van de hoeveelheid compost die in Nederland geproduceerd wordt, wordt 19% in Zuid-Holland geproduceerd. Deze faktor is gebruikt om de gegevens uit tabel B3.1 om te rekenen voor tabel B4.1.

(Bronnen: Stofbalans Cd (CML/IVM, 1988) en provinciale nota omtrent MER voor de verwijdering van zuiverings-slib (Provincie Zuid-Holland, 1988).

Agrarische activiteiten

Negentien procent van het Nederlandse bollenareaal ligt in Zuid-Holland. Er is dan ook vanuit gegaan dat 19% van het verbruik aan naftaleen in de bollenteelt in Zuid-Holland plaatsvindt.

Landbouwwerktuigen worden met name gebruikt in de akkerbouw en de open tuinbouw. Circa 22% van het Nederlandse areaal aan deze grond ligt in Zuid-Holland. Deze faktor is gebruikt om de gegevens uit tabel B3.1 om te rekenen voor tabel B4.1.
(Bron: Bodemstatistiek 1983, (CBS,1985)).