Zwarte-lijststoffen in Noord-Brabant: 2. opsporing bronnen

Samenvatting

De opsporing van de bronnen van een zevental probleemstoffen in twee stroomgebieden in Noord-Brabant (Mark-Dintel en Voorste Stroom) heeft voor arseen, cadmium, tetrachlooretheen en de PCB's 28 en 52 geleid tot de conclusie dat de voornaamste bronnen zich in het buurland België bevinden.
Regen blijkt dermate belast met cadmium en een zevental polycyclische aromatische koolwaterstoffen (fluorantheen, benzo(a)pyreen, naftaleen, chryseen, fenanthreen, anthraceen, benz(a)anthraceen), dat depositie ervan in het oppervlaktewater een onevenredig hoog aandeel levert in de belasting van beide onderzoeksgebieden.
Kwik blijkt z'n weg in de oppervlaktewatersystemen te vinden via het afvalwater, gezuiverd als effluent dan wel ongezuiverd met rioleringsoverstortingen.
Lindaan (gamma-HCH) en pentachloorfenol komen voornamelijk via effluentlozingen in het oppervlaktewater.
De aanwezigheid van de pesticiden aldrin en dieldrin in het watersysteem kan verklaard worden uit illegaal gebruik of 'oud zeer'. De echte primaire lozingsbronnen zijn in dit onderzoek niet opgespoord. Duidelijk is wel geworden dat de waterkwaliteitsbeheerder met de WVO een te krachteloos wapen heeft bij de sanering van deze lozingen.

Inleiding

In het eerste artikel over het uitgebreide onderzoek van zwarte-lijststoffen in twee stroomgebieden in Noord-Brabant, is vooral ingegaan op de vraag in hoeverre de onderzochte stoffen een probleem vormen in het oppervlaktewatersysteem [Kouwe, 1991]. Geconstateerd is dat van de 121 onderzochte stoffen er zeventien op basis van de vigerende waterkwaliteits- en waterbodemnormen als 'probleemstof' zijn aan te merken (tabel I).



DR. IR. A. H. M. HIELTJES
Hoogheemraadschap
West-Brabant



DRS. F. A. KOUWE
Gemeenschappelijke
Technologische Dienst
Oost-Brabant

Wanneer men echter de normen hanteert uit de Derde Nota Waterhuishouding [Ministerie van V. en W., 1989] dan moet de lijst met tien stoffen worden uitgebreid. Voor de zeventien probleemstoffen is getracht de (lozings-)bronnen op te sporen en de relatieve betekenis van de bronnen vast te stellen. Hier zullen de resultaten worden samengevat die in het onderzoeksrapport uitgebreid zijn beschreven [HWB, 1989].

Stofbalansen

Om de bronnen van de verontreinigende stoffen te achterhalen zijn stofbalansen gemaakt over de onderzochte stroomgebieden van Mark en Dintel en Voorste Stroom (afb. 1). De systeemgrenzen van de twee beschouwde gebieden zijn weergegeven in de afb. 2 en 3. De stofbalans, die is opgemaakt voor de periode juni 1987 tot juli 1988 ziet er als volgt uit:

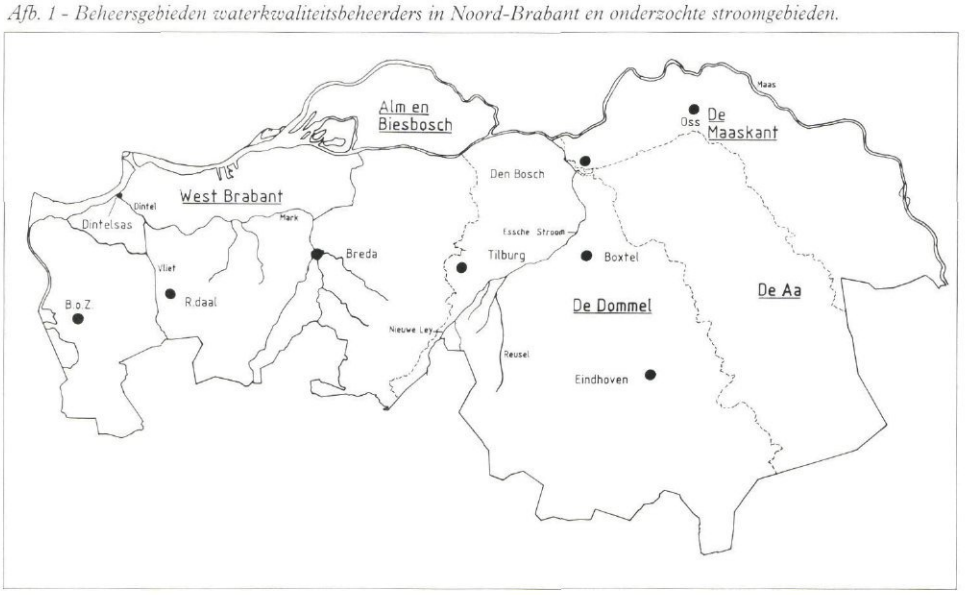
Afvoer - aanvoer = sluitpost

Een negatieve sluitpost houdt in dat een deel van de aangevoerde stofvracht in het gebied achterblijft, vermoedelijk in het bodemsediment. Bij een positieve sluitpost wordt er meer afgevoerd dan aangevoerd, wat kan duiden op sedimenttransport. In de tabellen II en III zijn de in de twee onderzoeksgebieden onderscheiden balansposten weergegeven en de op die punten afgevoerde waterhoeveelheden. De berekeningen zijn uitgevoerd op de eindpunten van de stroomgebieden, Dintelsas voor wat betreft de Mark en Dintel en Essche Stroom voor het stroomgebied van de Voorste-Stroom.

TABEL I - *Probleemstoffen. Onder stippellijn extra stoffen bij toetsing aan normen uit Derde Nota Waterhuishouding.*

Cadimum	Fluorantheen
Kwik	Benzo(a)pyreen
Arseen	Naftaleen
	Chryseen
Aldrin	Fenanthreen
Dieldrin	Anthraceen
gamma-HCH	Benz(a)anthraceen
PCB-28	Pentachloorfenol
PCB-52	Tetrachlooretheen
Pyreen	PCB-101
Endosulfan	PCB-118
Diazinon	PCB-138
Atrazine	PCB-153
Simazine	PCB-180

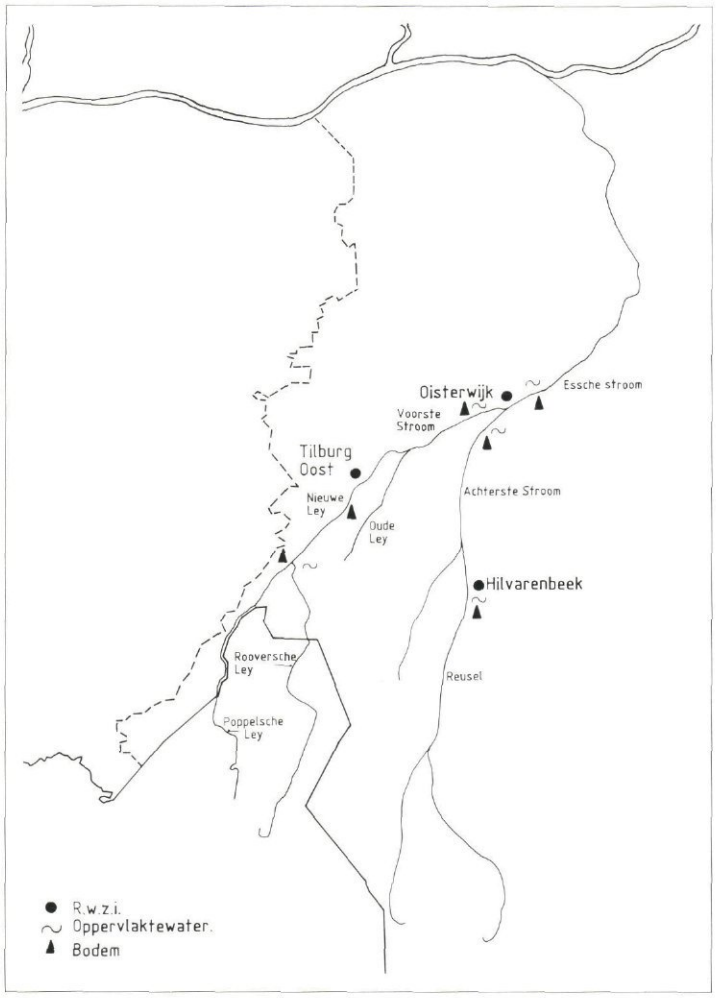
Afb. 1 - Beheersgebieden waterkwaliteitsbeheerders in Noord-Brabant en onderzochte stroomgebieden.



De vrachten in de aangegeven balansposten zijn berekend met behulp van gemeten dan wel berekende debietgegevens en gemeten (of uit de literatuur verkregen) stofgehalten. Steeds is het maanddebiet vermenigvuldigd met de die maand gemeten concentratie. Bij gehalten beneden de detectiegrens is de helft van die grens als 'berekeningsconcentratie' gebruikt.

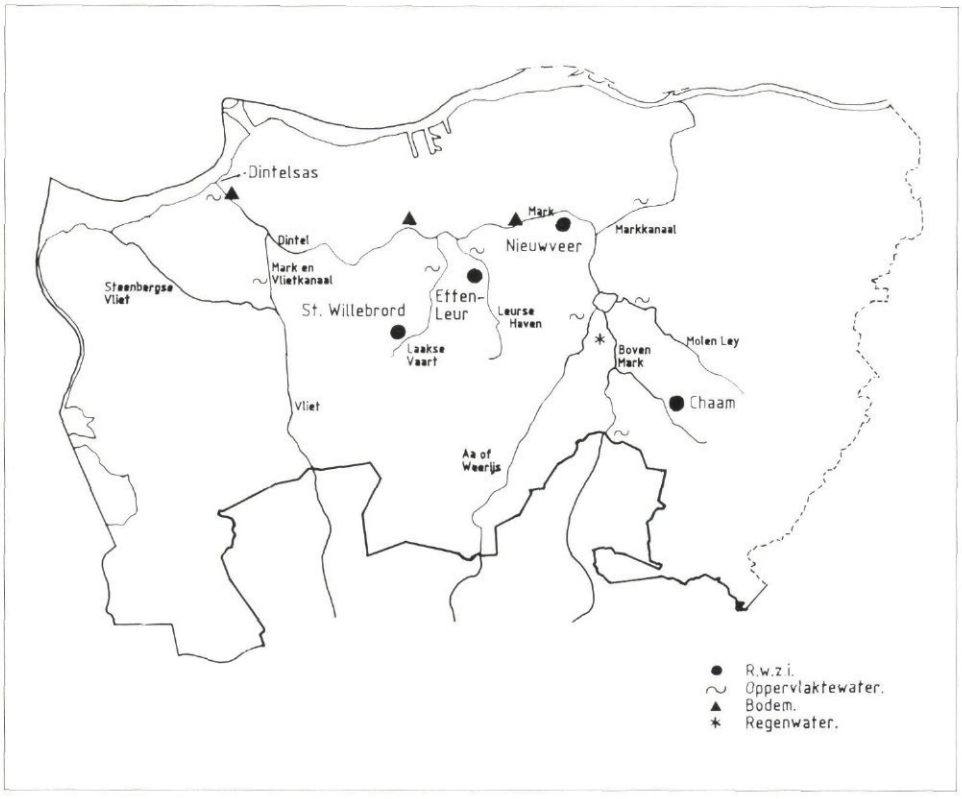
Voor de overige gebruikte gegevens zij het volgende vermeld:

- In de balanspost depositie zijn opgenomen de direct met het regenwater op het oppervlaktewater neergekomen stofhoeveelheden (aanname: 2% stroomgebieden is water) en de daarin geraakte hoeveelheden die zijn afgestroomd van de niet-verharde bodem (1,5% van de gedeponeerde vracht; CUWVO-VI, 1986). Bij de berekening van de depositievrachten zijn kwantiteitsgegevens van de gevallen regen verkregen bij het KNMI,



Afb. 2 - Onderzoeksgebied Voorste Stroom.

Afb. 3 - Onderzoeksgebied Mark-Dintel.



TABEL II – *Waterbalans Mark-Dintel boezem in onderzoeksperiode.*

Afvoer = aanvoer + sluitpost

1. Afvoer = gemeten waarde op uitlaat Dintelsas
2. Aanvoer = substroomgebieden + neerslagoverschot van direct op oppervlaktewater gevallen regen + effluenten + overstorten

Afvoer:	693.500.000 m³
Substroomgebieden:	
Markkanaal	74.800.000 m³
Bovenmark	145.500.000 m³
Molenley	13.800.000 m³
Aa en Weerijs	162.700.000 m³
Mark-Vlietkanaal	67.000.000 m³
Leurse Haven	8.800.000 m³
Laakse Vaart	20.400.000 m³
Neerslagoverschot:	12.000.000 m³
Effluenten:	
Chaam	400.000 m³
Etten-Leur	3.200.000 m³
Nieuwveer	27.900.000 m³
St. Willebrord	1.300.000 m³
Overstorten:	1.500.000 m³
Sluitpost:	154.200.000 m³

De overige substroomgebieden zijn in de sluitpost verwerkt, omdat voor deze gebieden geen stofgehalten gemeten zijn. Het betreft in totaal een gebied van circa 34.000 hectare met een op de Mark-Dintel boezem afstromende waterhoeveelheid van circa 164.000.000 m³.

TABEL III – *Waterbalans Voorste Stroom in onderzoeksperiode.*

Afvoer = aanvoer + sluitpost

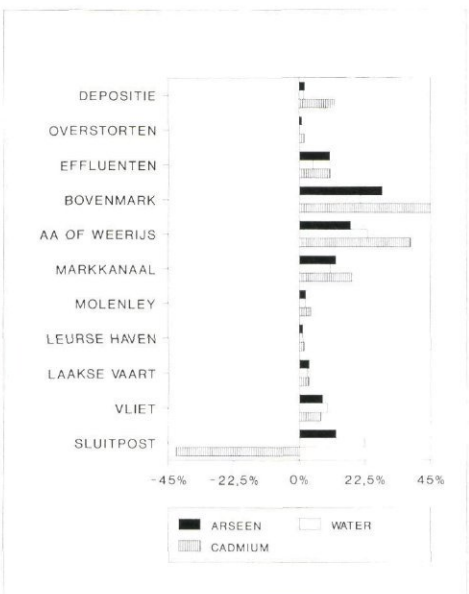
1. Afvoer = gemeten waarde bij uitlaat Essche Stroom
2. Aanvoer = substroomgebieden + neerslagoverschot van direct op oppervlaktewater gevallen regen + effluenten + overstorten

Afvoer:	159.200.000 m³
Stroomgebieden:	
Nieuwe Ley	47.000.000 m³
Voorste Stroom	11.400.000 m³
Reusel	34.000.000 m³
Achterste Stroom	47.000.000 m³
Essche Stroom	600.000 m³
Neerslag:	2.800.000 m³
Effluent:	
Tilburg Oost	10.400.000 m³
Hilvarenbeek	4.800.000 m³
Oisterwijk	4.000.000 m³
Overstorten:	525.000 m³
Sluitpost:	– 4.300.000 m³

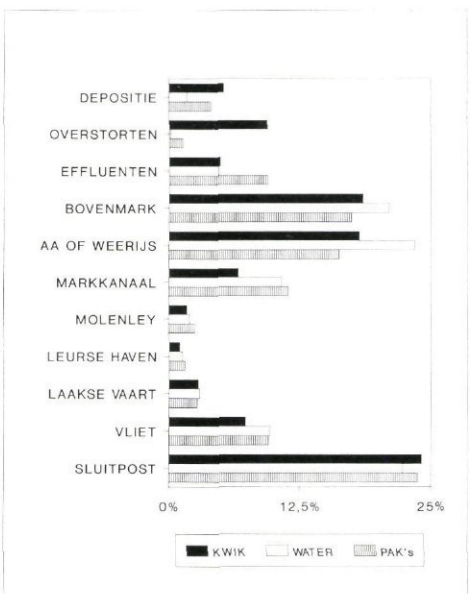
Voor de berekening van de waterhoeveelheden uit de substroomgebieden zijn de benedenstrooms gemeten debieten verminderd met de bovenstrooms gemeten.

terwijl de gehalten van stoffen in het onderhavig onderzoek zijn verzameld [HWB, 1989].

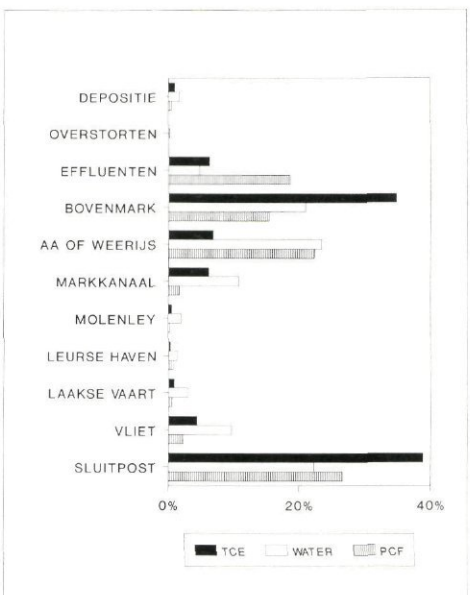
– Voor het aandeel van rioolwateroverstorten in de stofbalansen kon slechts voor een beperkt aantal stoffen iets berekend worden. Gegevens voor cadmium, kwik, arseen, fluorantheen en benzo(a)pyreen waren beschikbaar



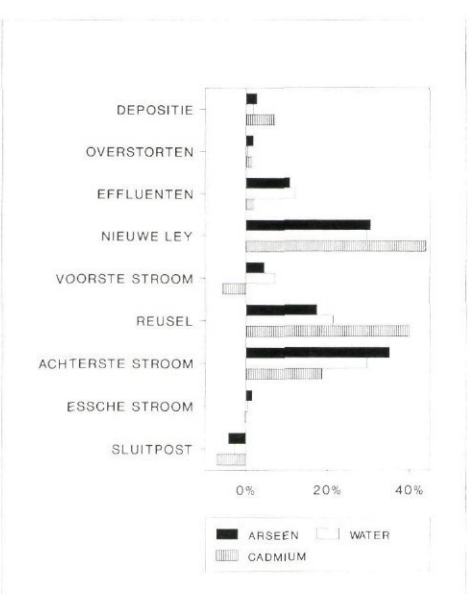
Afb. 4 - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Dintelsas.



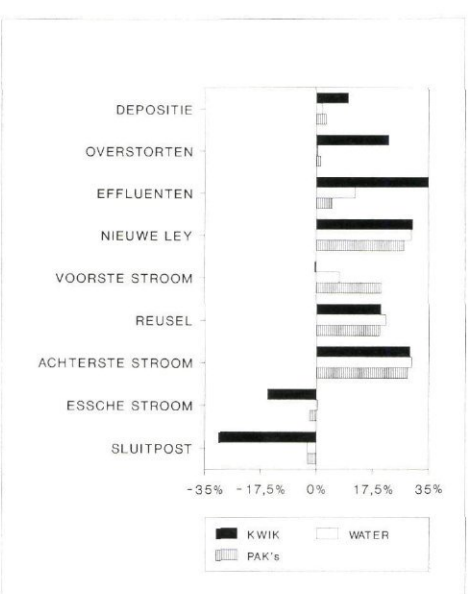
Afb. 5 - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Dintelsas.



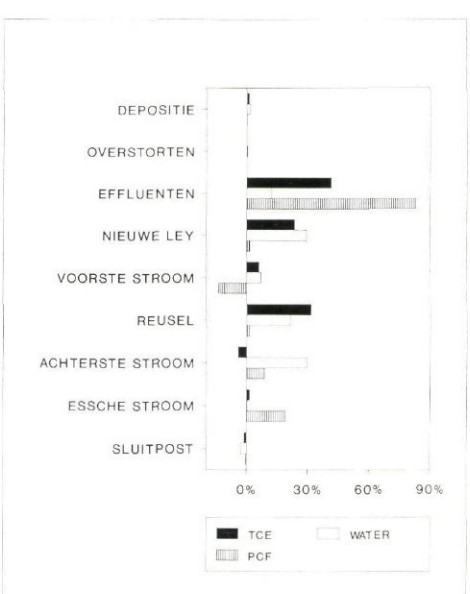
Afb. 6 - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Dintelsas.



Afb. 4a - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Essche Stroom.



Afb. 5a - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Essche Stroom.



Afb. 6a - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Essche Stroom.

[VROM, 1986 en 1990]. De overstortende hoeveelheid rioolwater is op 75 mm/ha/jaar gesteld [Visser, 1988]. De verharde oppervlakken bedragen 2.000 hectare respectievelijk 700 hectare voor de stroomgebieden van Mark en Dintel en Voorste Stroom.
- De sluitpost in de balans is een verzameling van onbekende bronnen en putten; nalevering en sedimentatie van respectievelijk naar de waterbodem, grondwaterafvoer, drain-/landbouwwater, vervluchting en afbraak van verontreinigende stoffen.

Resultaten

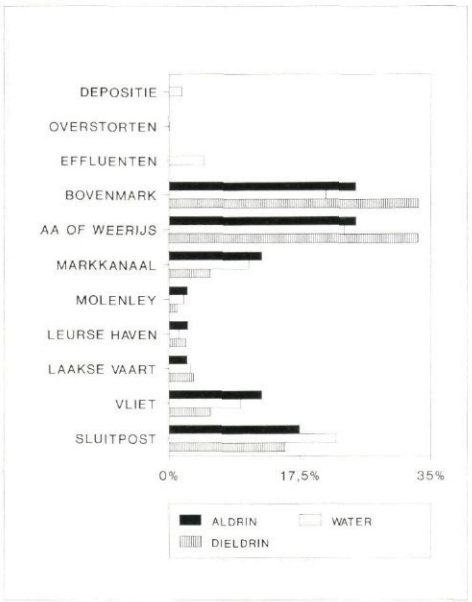
Per stof worden de resultaten van de balansberekeningen besproken aan de hand van de bijbehorende afb. 4 tot en met 9. In deze afbeeldingen is steeds dezelfde systematiek gehanteerd.

Aangegeven wordt het procentuele aandeel van de benoemde balansposten aan de op de eindpunten van de stroomgebieden (Dintelsas en Essche Stroom) afgevoerde hoeveelheden verontreinigende stof en water.

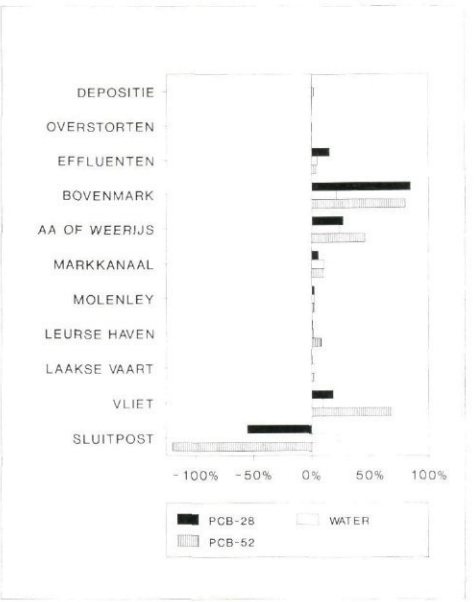
De verhouding van de afgevoerde hoeveelheid stof en water kan extra informatie opleveren voor nader onderzoek naar bronnen in de substroomgebieden.

Arseen en cadmium

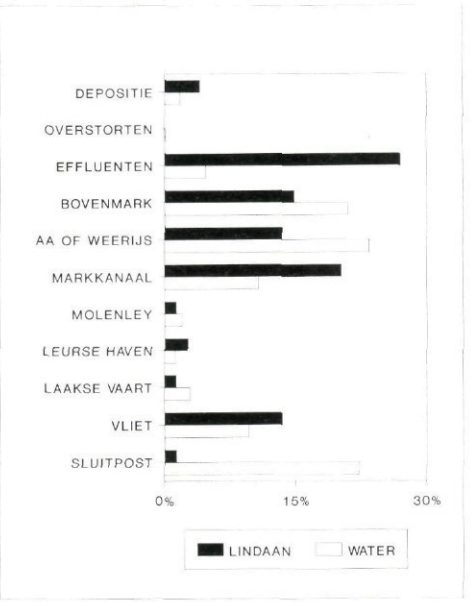
In beide stroomgebieden wordt van de zeventien probleemstoffen arseen het meest afgevoerd: bij Dintelsas 1.200 kilogram en bij de Essche Stroom ruim 240 kilogram gedurende de onderzoeksperiode van één jaar. In de afb. 4 en 4a is te zien dat de op de eindpunten afgevoerde vrachten naar rato uit de substroomgebieden komen. Bijna de helft van de aangevoerde vracht in het Mark-Dintelgebied is afkomstig uit België (Bovenmark + Aa of Weerijs, 46%). Depositie en overstorten leveren een gering aandeel, de rwzi's zo'n 10%.
Bij Dintelsas werd in de onderzoeksperiode 110 kilogram cadmium afgevoerd,



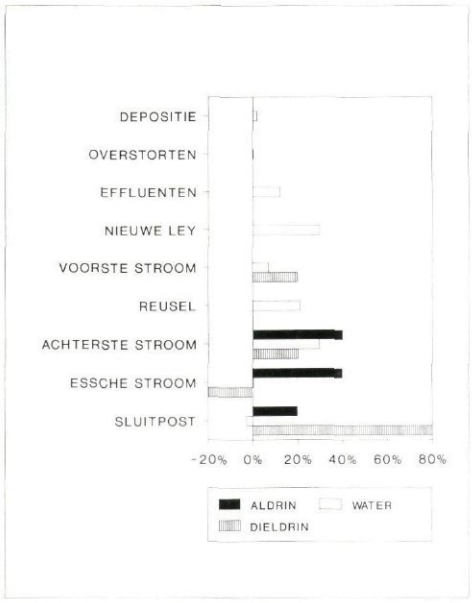
Afb. 7 - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Dintelsas.



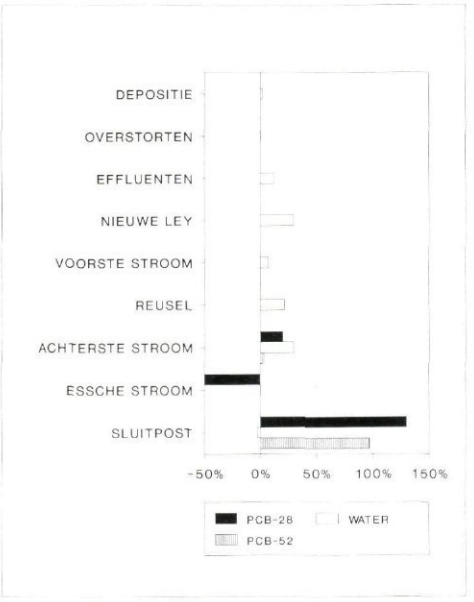
Afb. 8 - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Dintelsas.



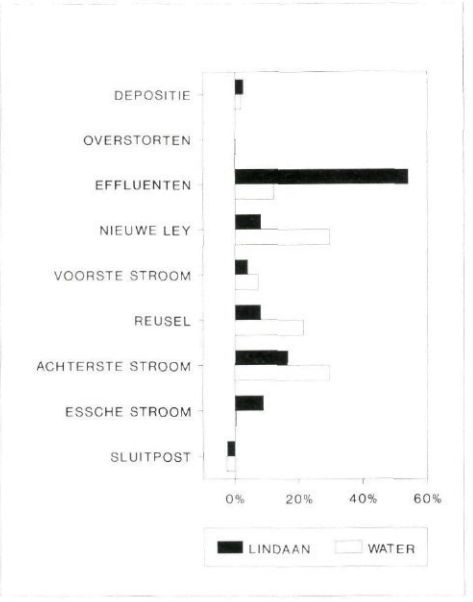
Afb. 9 - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Dintelsas.



Afb. 7a - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Essche Stroom.



Afb. 8a - Procentueel aandeel 'broonen' aan afvoer bij Essche Stroom.



Afb. 9a - Procentueel aandeel 'bronnen' aan afvoer bij Essche Stroom.

bij de Essche Stroom bijna 48 kilogram. De voornaamste bronnen van cadmiumlozingen op oppervlaktewater moeten in beide stroomgebieden in België gezocht worden (afb. 5 en 5a). In het Voorste-Stroomgebied wordt het merendeel van de cadmiumvracht door Nieuwe Ley en Reusel aangevoerd (samen 84%). In het Mark-Dintelgebied zijn dat de Bovenmark en de Aa of Weerijs (samen 82%). Verhoudingsgewijs wordt ook met de depositie veel cadmium in het oppervlaktewater gebracht [Kouwe, 1990]. In het Mark-Dintelgebied valt ook de grote aanvoer vanuit het Markkanaal op (toegeschreven aan met het Wilhelminakanaal uit de Kempen meegevoerd materiaal) en de relatief grote hoeveelheid uit de effluenten van de onderzochte zuiveringen. De sluitpost is in beide stroomgebieden negatief.
Verondersteld mag worden dat er cadmium in het bodemsediment van de onderzoeksgebieden achterblijft. Aanwijzing hiervoor is dat in alle onderzochte waterbodemmonsters de toetsing negatief uitviel [Kouwe, 1990].

Kwik en PAK's

In het Voorste-Stroomgebied bedraagt de totale aanvoer van kwik 6 kilogram, waarvan circa 30% in het gebied achterblijft. Bij Dintelsas is tijdens de onderzoeksperiode bijna 29 kilogram kwik afgevoerd. Opvallend hoog zijn, in beide gebieden, de relatieve bijdragen van effluenten, overstorten en depositie (afb. 5 en 5a). Ook benedenstrooms uit België wordt een belangrijke vracht kwik aangevoerd.
De polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) zijn in de balansen in één groep ondergebracht, dat wil zeggen dat steeds over de som van fluorantheen, benzo(a)pyreen, naftaleen, chryseen, fenanthreen, anthraceen en benz(a)anthraceen wordt gesproken.

Totaal is er bij de Essche Stroom circa 30 kilogram afgevoerd en bij Dintelsas circa 85 kilogram. In beide stroom-

gebieden, zo is in de afb. 5 en 5a te zien, komen de PAK's naar rato van de waterhoeveelheden uit de onderkende substroomgebieden. Uitzondering is de Voorste Stroom waarin zich een onbekende grote bron van PAK's bevindt. In het Mark-Dintelgebied blijkt het effluent van de rwzi-Nieuwveer (Breda en omstreken) een belangrijke bron te zijn. Een verdere analyse van de potentiële bronnen van PAK's leidt tot de conclusie dat depositie de belangrijkste bron achter de hoge effluentvracht is. In het eerste artikel is voorts ook al gewezen op de hoge concentraties die in het regenwater zijn gemeten [Kouwe, 1990].

Tetrachlooretheen (TCE) en pentachloorfenol (PCF)
In de onderzoeksperiode is bij Dintelsas 134 kilogram TCE afgevoerd en bij de Essche Stroom 26 kilogram. Voor deze stof zijn er opmerkelijk grote verschillen in de herkomst waargenomen (afb. 6 en 6a). In het Voorste-Stroomgebied is 42% afkomstig van effluenten (vooral van de rwzi-Hilvarenbeek).
In het Mark-Dintelgebied is de balans niet sluitend: het aandeel van onbekende diffuse bronnen, verwerkt in de sluitpost, is erg groot. Opmerkelijk is ook hier de relatief grote aanvoer vanuit België via de Bovenmark (circa 35%).

In de onderzoeksperiode is bij de Essche Stroom circa 69 kilogram PCF afgevoerd. De effluenten vormen in het Voorste-Stroomgebied het belangrijkste aandeel (83%) in de vracht PCF die bij het eindpunt het gebied verlaat (afb. 6a). De rwzi-Tilburg Oost levert vrijwel de totale vracht.

Ook in het Mark-Dintelgebied leveren de rwzi's en dan vooral Nieuwveer, een belangrijk deel van de totale FCF-vracht (circa 90 kilogram). Vanuit de substroomgebieden de Bovenmark en de Aa of Weerijs worden eveneens aanzienlijke hoeveelheden PCF aangevoerd (afb. 6).

Aldrin en dieldrin
Absoluut gezien wordt er, zoals verwacht mocht worden, weinig aldrin en dieldrin in beide onderzoeksgebieden aangetroffen. In het Mark-Dintelgebied worden de stoffen naar rato aangevoerd uit de substroomgebieden, in totaal 400 gram aldrin en 900 gram dieldrin.
In het Voorste-Stroomgebied is de herkomst erg onduidelijk, de sluitpost is hier zeer groot. In totaal is hier gedurende de onderzoeksperiode 100 gram aldrin en 200 gram dieldrin afgevoerd. Zie voor de details de afb. 7 en 7a.

PCB-28 en PCB-52
Voor deze twee stoffen zijn de balansen niet sluitend (afb. 8 en 8a).
Uitspraken over de bronnen moeten daarom achterwege blijven.
Opmerkelijk is dat er via de Bovenmark relatief erg veel van beide stoffen het Mark-Dintelgebied binnenkomt (1.100 gram PCB-28 en 400 gram PCB-52). Bij de Essche Stroom is erg veel PCB-52 (1,8 kilogram) afgevoerd.

Gamma-HCH (lindaan)
Totaal is in de onderzoeksperiode bij de Essche Stroom bijna 4 kilogram gamma-HCH afgevoerd en bij Dintelsas bijna 7,5 kilogram. In beide onderzoeksgebieden blijken de effluenten van de rwzi's de belangrijkste bronnen van lindaan te zijn: in het Mark-Dintelgebied met een aandeel van 27% en in het Voorste-Stroomgebied 50% (afb. 9 en 9a).
Opmerkelijk zijn verder de belangrijke vrachten vanuit het Markkanaal en de Vliet (Mark-Dintel) en de neerslag (beide gebieden).

Conclusies en aanbevelingen

De gevolgde onderzoeksmethodiek heeft tot inzicht geleid in de stofstromen binnen de twee onderzochte stroomgebieden.
Een directe detectie van de echte lozingsbronnen, één van de doelstellingen van dit onderzoek, is niet gelukt. De onderzoeksresultaten zijn echter goed bruikbaar voor nog verder specifiek bronnen-onderzoek.
Zo zal voor de stoffen arseen, cadmium, tetrachlooretheen en de beide PCB's de aandacht vooral gericht moeten worden op Belgische lozingen. Sanering van die bronnen zal het grootste effect hebben op de belasting van beide stroomgebieden.
Voor cadmium en de PAK's blijkt ook depositie een belangrijke belastingsbron voor het oppervlaktewater te zijn.
Nader onderzoek van de effluenten, of beter de influenten, van de in het onderzoek betrokken rioolwaterzuiveringen is nodig voor wat betreft gamma-HCH en pentachloorfenol, in beide stroomgebieden, en kwik en tetrachlooretheen in het Voorste-Stroomgebied.
Voor de pesticiden aldrin en dieldrin is geen eenduidige bron aan te wijzen. Omdat het gebruik ervan in de landbouw niet meer is toegestaan lijkt het op 'oud zeer' te wijzen.
Bovenstaande conclusies houden tevens in dat de regionale waterkwaliteitsbeheerders nauwelijks kunnen bijdragen aan de sanering van de bronnen van de in deze stroomgebieden onderkende 'probleemstoffen' gezien de beperkte rechtskracht van de Wet verontreiniging oppervlaktewater (WVO).

Overduidelijk is in dit onderzoek weer eens gebleken dat de problemen van het oppervlaktewatersysteem voor de zwarte-lijststoffen voornamelijk in de onderwaterbodem liggen. Onderzoek van zwarte lijststoffen in andere gebieden zal zich dus vooral op de bodemsedimenten moeten richten.
Tot slot, dit onderzoek heeft zich vooral gericht op de immissie-kant van het oppervlaktewatersysteem. Onderbelicht gebleven is de emissie-kant van de zwarte-lijststoffenproblematiek.
Het streven om tot nullozing te komen voor deze stoffen kan bij een nadere analyse van de influenten van de zuiveringen aanleiding zijn voor sanering van lozingsbronnen, ook al vormen de stoffen geen probleem in het oppervlaktewater.

Literatuur

CUWVO-VI (1986). *Diffuse bronnen van waterverontreinigingen.*
Hoogheemraadschap West Brantbant, Waterschap De Aa, Waterschap De Dommel, Waterschap De Maaskant, Provincie Noord-Brabant, DBW/RIZA, Ministerie VROM (1989). *Onderzoek naar het voorkomen van zwarte lijststoffen in de stroomgebieden van Mark en Dintel en Voorste Stroom.* Covernota en bijlagen.
Kouwe, F. A. en Hieltjes, A. H. M. (1991). *Zwarte lijststoffen in Noord-Brabant: 1. Het voorkomen van stoffen.* H_2O, 1991, nr. 17, p. 476-482.
Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1989). *Derde Nota Waterhuishouding.* Tweede Kamer, vergaderjaar 1988-1989, 21250. nrs. 1-2.
Ministerie VROM (1986). *Indicatief Meerjaren Programma Milieubeheer 1987-1991.* Tweede Kamer, vergaderjaar 1986-1987, 19707, nrs. 1-2.
Ministerie VROM (1990). *Vuiluitworp van gemengde rioolstelsels.* NWRW 5.2.
Visser, C. M. en Lijklema, L. (1988). *Effecten van microverontreinigingen in rioolwateroverstortingen en regenwaterlozingen op organismen in het ontvangende water.* NWRW 12.1. (uitgave Ministerie VROM).

● ● ●

Summaries

• *Vervolg van pagina 499*

treatment. This 'golden age' was characterized especially by the development of the filtration and disinfection processes.
In the second part of the article some recent and future problems of the drinking water quality and the treatment technology are discussed.

H_2O (24) 1991, nr. 18; 518

J COHEN:

Solar energy for measuring water quality

This article describes the use of solar energy for measuring quality parameters of drinking water in the distribution area of the Water Supply Amsterdam. Attention is given to the free choice of location of measuring, the friendly character to the environment, saving money and the possibilities of this small scaled usage of solar energy in the future by distribution of drinking water.