

Stroomschema's voor stoffen in
economie en milieu van Nederland
en Zuid-Holland
deel IIa: Cadmium

CML

Ester van der Voet
Wytze van der Naald
Jeroen Guinee
Gjalt Huppes

IVM

Peter Koppert
Jan Feenstra

Leiden/Amsterdam, 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. IIa: Cadmium / Ester van der Voet ... [et al.]

Met lit. opg.

ISBN 90-5191-023-1

SISO 614.6 UDC [351.77:[504.054:546.48]](492)

Trefw.: stofstroomschema's ; Nederland / cadmium.

DEEL II CADMIUM

1	INLEIDING	1
2	CADMIUMSTROMEN IN NEDERLAND	4
2.1	Economische stromen nationaal	4
2.1.1	Invoer via de economie	4
2.1.2	Productie en winning	5
2.1.3	Onttrekking aan het milieu	5
2.1.4	Uitvoer via de economie	6
2.1.5	Emissies naar het milieu	7
2.1.6	Accumulatie in de economie	11
2.2	Milieustromen nationaal	13
2.2.1	Benodigde gegevens	13
2.2.2	Cadmiumstromen en -accumulatie in het Nederlandse milieu	13
2.3	Het nationale stofstroomschema	23
3	CADMIUMSTROMEN IN ZUID-HOLLAND	25
3.1	Economische stromen provinciaal	25
3.1.1	Invoer en uitvoer via de economie	25
3.1.2	Productie en winning	26
3.1.3	Onttrekking aan het milieu	26
3.1.4	Emissies naar het milieu	26
3.1.5	Accumulatie in de economie	31
3.2	Milieustromen provinciaal	33
3.2.1	Benodigde gegevens	33
3.2.2	Cadmiumstromen en -accumulaties	
3.3	Het provinciale stofstroomschema	39
3.4	Provinciale deelstromen	41
3.4.1	Algemeen	41
3.4.2	Deelgebieden	43
3.4.3	Voorbeeldsituaties	50
4	TECHNISCHE EVALUATIE	53
4.1	Economische gegevens	53
4.2	Milieugegevens	55
4.2.1	Gegevens	
4.2.2	Gevoeligheidsanalyse	56
5	BELEIDSANALYSE	59
5.1	Voortzetting van de huidige ontwikkelingen	59

5.2	Probleemstromen	65
5.2.1	Nationale probleemstromen	67
5.2.2	Provinciale probleemstromen	67
5.2.3	Regionale probleemstromen	68
5.2.4	Lokale probleemstromen	68
5.2.5	Samenvatting	69
5.3	Aangrijpingspunten voor het beleid	70
5.3.1	Diffuse bodemaccumulatie	70
5.3.2	Belasting van het oppervlaktewater	71
5.3.3	Lokale bodemaccumulatie	72
5.3.4	Samenvatting	73
5.4	Mogelijkheden voor beleidsmaatregelen	74
5.4.1	Algemeen	74
5.4.2	Bemesting	75
5.4.3	Depositie	77
5.4.4	Zuiveringsslib	79
5.4.5	Industriële lozingen op oppervlaktewater	80
5.4.6	Baggerspecie	81
5.4.7	Afval: pigmenten en batterijen	82
5.4.8	Opslag van industrieel afval op eigen terrein	83
5.4.9	Samenvatting	84
5.5	Het voorgenomen overheidsbeleid	86
5.5.1	Maximaal effectief beleid	86
5.5.2	Beperkt effectief beleid	99
5.5.3	Conclusies	109
6	CONCLUSIES	112
6.1	Cadmiumstromen in Nederland en Zuid-Holland	112
6.1.1	Stromen in de economie	112
6.1.2	Stromen tussen economie en milieu	113
6.2	Probleemstromen	114
6.3	Beleidsaangrijpingspunten	115
6.4	Voorgenomen overheidsbeleid	117
6.5	Conclusies met betrekking tot de bruikbaarheid van stofstroomschema's voor het milieubeleid	119

Literatuur

BIJLAGEN

Bijlage 1:	Emissies naar het milieu in Nederland
Bijlage 2	Cadmium in meststoffen in Nederland in 1985
Bijlage 3:	Nationaal cadmiumstroomschema per compartiment
bijlage 4:	Cadmium in meststoffen in Zuid-Holland in 1985
Bijlage 5	Cadmiumstroomschema voor de waterschappen in Zuid-Holland

- Bijlage 6: Cadmiumstroomschema's voor Zuidhollandse landbouwpercelen
- Bijlage 7: Gevoeligheidsanalyse
- Bijlage 8: Baggerspecie in Nederland en Zuid-Holland
- Bijlage 9: Gebruik en verbruik van cadmium in Nederland
- Bijlage 10: Emissies naar het milieu van Zuid-Holland
- Bijlage 11: Cadmium in dierlijke produkten
- Bijlage 12: Cadmium in de mens
- Bijlage 13: Cadmiumgehalten in grondstoffen, produkten en afvalstoffen
- Bijlage 14: Sedimentatie en uitstroom van cadmium in Nederlandse oppervlaktewateren
- Bijlage 15: Gevudo en zuiveringsslib

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. Rijsdorp, Ir. J.B. Guinea, 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

In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van het onderzoek naar de cadmiumstromen 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 cadmium in de Nederlandse economie en het milieu ten behoeve van de analyse van het cadmiumprobleem, 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.

Een vergelijkbaar onderzoek is voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) uitgevoerd.

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.

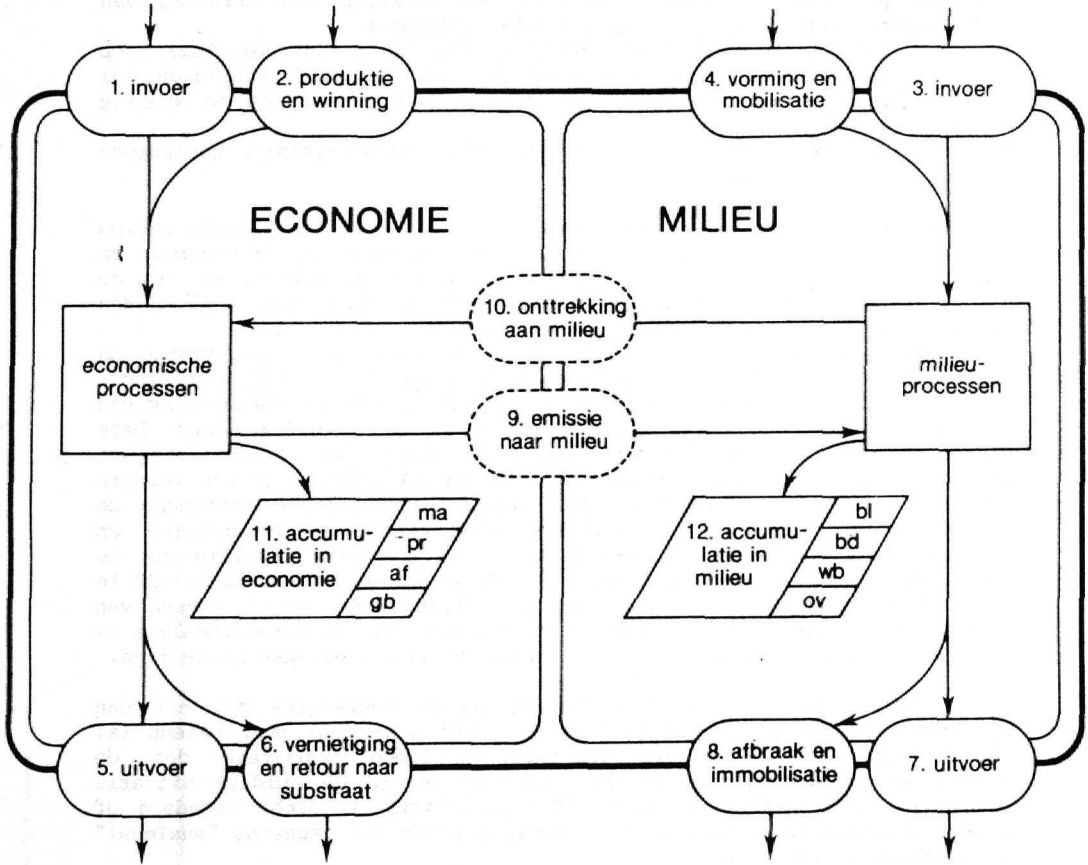
Een globaal stofstroomschema geeft overzicht over de totaalstromen en accumulaties. Om een beter beeld te krijgen van de feitelijke risico's en om een meer concrete ondersteuning te leveren voor de formulering van milieubeleid is een nadere differentiatie en detaillering nodig. Deze nadere detaillering kan langs verschillende assen plaatsvinden. Bij het onderzoek naar de cadmiumstromen heeft de nadruk gelegen op een verdere opdeling van het stroomschema naar kleinere ruimtelijke eenheden: de Provincie Zuid-Holland, Zuidhollandse deelgebieden (waterschappen) en landbouwpercelen binnen Zuid-Holland. Deze verdere detaillering is enerzijds gemaakt om de mogelijke provinciale rol in het cadmiumbeleid 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.

De stofkeuze van cadmium is gebaseerd op de overweging dat het een actuele probleemstof is. Cadmium is een stof waar veel over bekend is. Het is een zwaar metaal dat met name problemen veroorzaakt door de eigenschap te accumuleren in de voedselketen. In de huidige situatie blijkt de voor cadmium geldende ADI-waarde vaak al dicht benaderd of zelfs overschreden te worden. Voor cadmium geldt dat gegevens "maximaal" beschikbaar zullen zijn.

Het rapport is als volgt opgezet. In hoofdstuk 2 worden de cadmiumstromen 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 worden tevens stroomschema's opgesteld op het niveau van regio's (waterschappen) en lokaties (landbouwpercelen). De kwaliteit van de gebruikte gegevens wordt tevens in dit hoofdstuk besproken.

In hoofdstuk 4 wordt op basis van de stroomschema's beleidsaanrijpingspunten besproken op nationaal en provinciaal niveau. Tevens worden de veranderingen in de cadmiumaccumulaties en -stromen op nationaal en provinciaal niveau doorgerekend en besproken bij verschillende beleidsva-

rianten: autonome ontwikkeling, voorgenomen beleid bij volledige effectiviteit, en voorgenomen beleid bij een meer realistische effectiviteit. In hoofdstuk 5 staan de conclusies.



ECONOMIE

MILIEU

economische processen

milieu-processen

11. accumulatie in economie	ma
	pr
	af
	gb

12. accumulatie in milieu	bl
	bd
	wb
	ov

5. uitvoer

6. vernietiging en retour naar substraat

8. afbraak en immobilisatie

7. uitvoer

- instroom of uitstroom
- processen binnen economie of milieu

- accumulatie (netto)
- stroom tussen economie en milieu

- ma = materialen
- pr = produkten
- af = afval
- gb = gecontroleerde berging
- bl = bodem lokaal
- bd = bodem diffuus
- wb = waterbodem
- ov = overige

Uitleg bij figuur 1

Economisch gedeelte

Naast een instroom in de economie door ivoer (1) is er een instroom in de economie via primaire produktie of winning (2). Naast de economische uitvoer (5) wordt een post vernietiging (6, bijvoorbeeld verbranding van organische stoffen) en retour naar substraat (bijvoorbeeld berging in mijngangen) onderscheiden. 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), te verwerken afval (af) en gecontroleerde berging van afvalstoffen (gb).

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).

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 opbaggeren en vervolgens gecontroleerd storten van havenslib.

2. NATIONAAL

2.1 ECONOMISCHE STROMEN NATIONAAL

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

Het economisch gedeelte van het stroomschema kent drie instroom- en vier uitstroompunten.

De instroompunten zijn:

- invoer door import (1)
- instroom door productie en winning(2)
- instroom door onttrekking aan het milieu(10)

De uitstroompunten zijn:

- uitvoer door export (5)
- uitstroom t.g.v. emissies naar het milieu (9)
- uitstroom door vernietiging (6)
- uitstroom door accumulatie in de economie (11)

De invoer in de Nederlandse economie door import uit het buitenland (1) kan in principe berekend worden m.b.v. de handelsstatistieken. Problemen hierbij zijn dat lang niet alle cadmiumbevattende producten apart worden geregistreerd en dat bovendien van vele producten het cadmiumgehalte niet bekend is.

Hetzelfde geldt overigens voor de uitvoer door export (5).

De instroom door produktie en winning (2) betreft de winning van cadmium als verontreiniging in aardolie of andere delfstoffen.

Hierbij dient in gedachten te worden gehouden dat onder het begrip "productie" hier wordt verstaan het produceren van de betreffende stof uit andere stoffen en dus niet het produceren van cadmium uit zinkerts of andere ertsen. Vernietiging (6) is niet van toepassing daar cadmium als element niet dan op uiterst ingewikkelde wijze vernietigd kan worden.

Voor de totale instroom in de Nederlandse economie dient hierbij opgeteld te worden de instroom door de onttrekking uit het milieu (10). Hieronder wordt verstaan de hoeveelheid die met o.a gewassen en baggerspecie aan het milieu worden onttrokken.

De emissies naar het milieu (9) worden geraamd op basis van gegevens van de emissieregistratie, emissiegegevens van DBW/RIZA, BER, waterkwaliteitsbeheerders, en emissiefactoren.

Accumulatie in de economie (11) zal in dit stroomschema voor een belangrijk deel berekend worden als sluitpost.

2.1.1 INVOER VIA DE ECONOMIE

De invoer van cadmium als metaal, in grondstoffen en in produkten zijn berekend op basis van de in- en uitvoerstatistieken van het CBS (CBS,1985) en de cadmiumgehalten volgens diverse bronnen (zie:bijlage 13).

De totale invoer via de economie bedroeg in 1985 1276,0 ton cadmium (tabel 2.1). De grootste posten zijn zinkerts (60%), Ni/Cd-batterijen en -accu's (16%) en ruw cadmium (9%).

TABEL 2.1 INVOER VAN CADMIUM VIA DE ECONOMIE (AD 1)

GOEDERENSOORT	HOEEVEELHEID 10 ³ kg	CADMIUM 10 ³ kg
Zinkerts	445.000	756,0
Ruw zink, puur zink, resten, afval, halfproducten	49.700	0,05
Ruw cadmium	118	118,0
Bewerkt cadmium	11.000	11,0
Cadmiumpigmenten	136	60,0
Cadmiumlegeringen	-1	13,0
Cadmiumstabilisatoren	-2	13,0
Cadmiumsulfide	2	1,5
Na- en Cd-sulfaat	45.600	p.m. ³
Cadmium en andere nitraten	1.400	p.m. ⁴
Ni/Cd-batterijen	9,1 mln stuks	55,0
Ni/Cd-accu's	278.000 stuks	150,0
Cadmium bevattend kunststof	-	18,0
Fosfaaterts	2.383.000	55,0
Fosfaatkunstmest	63.700	4,8
Voeder- en wasmiddelfosfaat	20.400	0,04
fosforzuur	-	8,5
IJzererts	8.507.000	1,3
Schroot	600.000	1,8
Ruwe aardolie	40.343.000	6,1
Aardolie producten	3.640.000	4,1
Steenkool	11.105.000	1,7
Tabak	81.900	0,12
Sigaretten	15.000 mln stuks	0,025
Baggerspecie	-	4,0 ⁵
TOTAAL		1.276,0

2.1.2 PRODUKTIE EN WINNING

Cadmium wordt in Nederland gewonnen als verontreiniging in aardolie. De aardoliewinning bedroeg in 1985 3700 kton (CBS,1987d), waarin op basis van een aangenomen Cd-gehalte van 0,15 mg/kg 600 kg cadmium zat. De hoeveelheid cadmium in aardgas en andere gewonnen delfstoffen wordt verwaarloosbaar geacht.

2.1.3 ONTTREKKING AAN MILIEU

1 invoer niet bekend, schatting van Cd hoeveelheid op basis van invoer 1980 (v.Vliet en Feenstra,1983)

2 idem

3 aandeel cadmium niet bekend

4 idem

5 afkomstig uit de havens van Antwerpen.

Middels baggeren van vaarwegen en havens en middels produktie van voedingsstoffen wordt cadmium aan het milieu onttrokken, in 1985 bedroeg dit 31 ton Cd. Voor een toelichting zij verwezen naar par. 2.2.1.

2.1.4 UITVOER VIA DE ECONOMIE

De totale uitvoer via de economie (tabel 2.2) bedroeg 943,9 ton Cd. De grootste posten hier zijn ruw cadmium (61%), Ni/Cd-batterijen en -accu's (9%), stabilisatoren (8%) en afvalstoffen (6%). De netto invoer via de economie was 332,1 ton cadmium.

TABEL 2.2 UITVOER VAN CADMIUM VIA DE ECONOMIE (AD 5)

GOEDERENSOORT	HOEEVEELHEID 103 kg	CADMIUM 10 ³ kg
Zinkerts	0	0
Ruw zink, puur zink, resten, afval, halfproducten	199.800	0,2
Ruw cadmium	569	569,0
Bewerkt cadmium	46.000	46,0
Cadmiumpigmenten	34	15,0
Cadmiumlegeringen	-1	0
Cadmiumstabilisatoren	-2	77,0
Cadmiumsulfide	0	0
Na- en Cd-sulfaat	15.600	p.m. ³
Cadmium en andere nitraten	14	p.m. ⁴
Ni/Cd-batterijen	1,8 mln stuks	11,0
Ni/Cd-accu's	128.000 stuks	69,0
Cadmium bevattend kunststof	-	35,0
Fosfaaterts	53.400	1,2
Fosfaatkunstmest	282.600	22,4
Fosforzuur	-	6,1
Voeder- en wasmiddelfosfaat	-5	p.m.
IJzererts	56.000	0,008
Schroot	1.800.000	5,4
Ruwe aardolie	1.328.000	0,2
Aardolie producten	14.512.000	13,1
Steenkool	2.457.000	0,4
Tabak	81.900	0,015
Sigaretten	46.000 mln stuks	0,070
Afvalstoffen	-	52,0 ⁶
Baggerspecie	-	9,2 ⁷
TOTAAL		943,9

¹ export niet bekend, schatting van cadmium hoeveelheid op basis van export 1980 (v.Vliet en Feenstra, 1983)

² idem

³ aandeel cadmium niet bekend

⁴ idem

⁵ niet openbaar

⁶ inclusief kobalt- en koperslib van de zinkbereiding bij Budelco (50.000 kg Cd)

⁷ sluitpost van de deelbalans baggerspecie.

2.1.5 EMISSIES NAAR HET MILIEU

In onderstaand overzicht staan de emissies naar lucht, water en bodem samengevat. In de laatste kolom staan de emissies naar de bodem. In deze kolom zijn tussen haakjes de overige afvalstoffen opgenomen met de bestemming. Deze afvalstoffen accumuleren in de economie door 'opslag op eigen terrein' of door 'hergebruik als materiaal'. Het criterium voor 'opslag op eigen terrein' is dat de opslag een tijdelijk karakter moet hebben in afwachting van een mogelijke toepassing of van een verwerking.

Tabel 2.3 Emissies naar lucht, water en bodem en afvalstoffen per emissiebron in 1985.

emissiebron (kg Cd)	lucht- emissie	water- emissie	bodememissie/ (afvalstoffen)
afvalwaterzuiveringen	-	1430	300 bodem lokaal 700 bodem diffuus (100 eigen terrein)
* afvalstoffen	-	-	16200 bodem lokaal 200 bodem diffuus (5440 eigen terrein)
vuilverbrandings- installaties	1640	17	(10 eigen terrein)
E-centrales olie	10	-	(740 eigen terrein)
E-centrales steenkool	10	-	(112000 eigen terrein)
† industrie	2700	16500	(1900 hergebruik) (52000 export)
korrosie van zink wegverkeer	- 240	-	100 bodem diffuus 400 bodem diffuus
scheepvaart	70	-	-
direkte lozing huish.afvalwater	-	100	-
uit- en afspoeling afvalopslag eigen terrein	-	1200	-
opslag baggerspecie	-	-	14500 bodem lokaal
stort baggerspecie	-	-	4000 waterbodem
bemesting kunstmest en diermest	-	-	12400 bodem diffuus
TOTAAL	4700	19200	31000 bodem lokaal 13800 bodem diffuus 44800 bodem totaal 4000 waterbodem
			----- (118300 eigen terrein) (1900 hergebruik) (52000 export)
TOTAAL MILIEU			72700

De totale emissie naar het milieu bedraagt 72,7 ton cadmium, waarvan 44,8 ton naar de bodem, 4,7 ton naar de lucht en 19,2 ton naar het water. Hieronder volgt een korte toelichting op de boventaaende tabel. In bijlage 1 "emissies naar milieu in Nederland" worden de emissiegegevens uitgebreid toegelicht.

De totale produktie van zuiveringsslib door de afvalwaterzuiveringsinstallaties bedroeg 229 kton droge stof. Hierin zat een hoeveelheid van 1,5 ton Cd, een gemiddeld Cd-gehalte van 6,6 mg/kg, waarvan 0,7 ton Cd diffuus verspreid werd door bemesting in de landbouw of als zwarte grond en kompost, 0,3 ton werd gestort, 0,1 ton opgeslagen en 0,4 ton werd verbrand. De Cd-belasting van de awzi's met het influent bedroeg 2,8 ton Cd. Met het effluent werd 1,4 ton Cd naar het oppervlakte water geloosd. Een gemiddeld zuiveringsrendement van 50%.

Van de 6700 kton ingezamelde afvalstoffen is voor het huishoudelijk zakkenvuil (3900 kton) de cadmium-vracht 16,1 ton (90% Cd-pigmenten in kunststoffen). Op basis van inschattingen voor de overige afvalstromen wordt een totaal gemiddelde van 4 mg/kg aangenomen zodat de totale cadmiumvracht met het ingezamelde afval 26,8 ton bedraagt. Regionaal gestort werd 3300 kton afval met 13,2 ton Cd, de VAM in Drente stortte ook nog 750 kton afval met 3 ton Cd. Met de daar geproduceerde kompost werd 0,2 ton Cd diffuus verspreid.

In de 11 vuilverbrandingsinstallaties werd 2450 kton afval verbrand met een gechatte Cd-vracht van 9,8 ton. Hiervan werd 1,6 ton Cd met vliegstof geëmitteerd (17%), 5,4 ton bleef achter in vliegafval en slakken (55%), waarvan op den duur 40% slakken en 75% vliegafval wordt toegepast in de wegebouw en in bouwmaterialen. Met schroot zou 2,8 ton verwijderd zijn.

De emissie van cadmium door elektriciteitscentrales op stookolie wordt geschat op 10 kg/jr (Ros en Sloof, 1987). De luchtemissie van steenkoolcentrales is eveneens gering. In 1985 was de steenkoolinzet ca. 5000 kton, waarin ca. 750 kg cadmium zou zitten. Hiervan werd 10 kg Cd uitgestoten met het vliegafval. In het afgevangen vliegafval en het bodemas zat totaal 0,74 ton Cd, hetgeen akkumuleert in de economie door opslag of hergebruik in wegebouw en beton.

In onderstaand overzicht staan de industriële emissies naar lucht, water en bodem samengevat. In de laatste kolom staan alleen afvalstoffen met de bestemming, officieel zijn er in Nederland (1985) geen stortplaatsen voor chemisch afval.

tabel 2. Industriële emissies naar lucht, water en bodem en afvalstoffen per emissiebron in 1985

emissiebron (kg Cd)	lucht- emissie	water- emissie	bodememissie/ (afvalstoffen)
primaire zinkproductie	115	25	(108000 eigen terrein) (50000 export)
sekundaire zinkproductie	10	50	-
fosforzuur productie (nat)	-	15000	-
fosforzuurprod. (thermisch)	300	400	(500 hergebruik) (2000 eigen terrein)
overslag fosfaaterts	50	-	-
ruw-ijzerproductie	450	50	(1400 hergebruik)
oxystaalproces	100	-	(2000 eigen terrein)
elektrostaalproces	110	-	(510 export)
ijzergieterijen	400	-	-
olieraffinage	840	-	(500 export)
pigm. en stab. prod. en verw.	40	50	(13 export)
metaalprodkten en elektro	210	400	(1000 export)
chemie en overige	40	500	-
totaal	2700	16500	(112000 eigen terrein) (1900 hergebruik) (52000 export)
totaal milieu		19200	

Het totaal van de industriële cadmiumlozingen naar de lucht bedraagt 2,7 ton cadmium en in het water 16,5 ton. De lucht- emissies zijn vrij goed in kaart te brengen, zeker voor wat betreft de grote bronnen zoals zink-, fosfaat- en staalproductie. Dat neemt niet weg dat de schattingen voor uistoot naar de lucht nog wel uiteen kunnen lopen zeker voor de staalproductie indien gewerkt wordt met productiecijfers en emissiefactoren. De emissiegegevens van ijzergieterijen zijn zeer waarschijnlijk verouderd, bij de olieraffinage (31%) van de luchtmissie, is de emissie gebaseerd op een aanname betreffende de emissiefactor.

De emissies naar het water worden volledig gedomineerd door de Cd-lozing van de kunstmestindustrie (90%), de emissie in deze sektor zouden voor 1 juli 1988 met 90% gereduceerd moeten worden.

De situatie omtrent de afvalstoffen is nog het minst duidelijk. Grote hoeveelheden afval worden op eigen terrein opgeslagen hierdoor blijven gegevens over die afvalstoffen zoals de hoeveelheden die ontstaan en de Cd-gehalten daarin, onbekend en buiten de afvalstatistieken. Zo ontbrak op basis van de gegevens in het basisdocument in de balans over Budelco nog ca. 130 ton Cd, hiervan wordt 50 ton geëxporteerd voor verwerking en moet de rest, 80 ton, in de afvalstof jarosiet zitten (Budelco,

pers.med.). Indien deze berging als een definitieve stort beschouwd wordt (hetgeen gezien de omvang van de afvalstroom en het ontbreken van enige verwerkingsmethode niet onwaarschijnlijk is), dan zou dit een omvangrijke emissie naar bodem lokaal zijn. Vooralsnog is het jarosiet als berging op eigen terrein geboekt, hetgeen ook de formele status is. Het algemene probleem dringt zich op doordat de berging van steeds meer afvalstoffen blijft voortduren en doordat de huidige afvalstoffen een groot verwerkingsprobleem voor de toekomst vormen.

Volgens de huidige inventarisatie wordt van de afvalstoffen slechts 1,9 ton op basis van Cd hoeveelheid hergebruikt, 1,5 ton Cd in afvalstoffen geëxporteerd en 29,5 ton Cd met afvalstoffen opgeslagen.

Door **corrosie van zinkenprodukten** (dakgoten, vangrail) vindt er jaarlijks een geschatte emissie van maximaal 100 kg naar bodem en water plaats. Op basis van emissiefactoren voor brandstofverbruik door het wegverkeer werd door het **wegverkeer** een luchtmissie veroorzaakt van totaal 240 kg Cd. Door slijtage van banden en wegdek vindt een geschatte emissie van 300 kg/jaar plaats, vooral naar de bodem en door afspoeling naar het (riool)water (Feenstra en v.d.Most,1986). Voor de **scheepvaart** werd een emissie naar lucht en water geschat van 70 kg (Ros en Sloof,1987). De **direkte lozingen** van huishoudelijk afvalwater worden op basis van gegevens van de waterkwaliteitsbeheerders geraamd op 100 kg cadmium. Voor **uit- en afspoeling** is 1% van de afvalopslag aangenomen.

Van de **baggerpecie** werd 10 miljoen ton gestort, een Cd-vracht van 14,5 ton. In de Westerschelde werd slib uit de Antwerpse haven gestort met 4 ton Cd (zie bijlage 8).

Door het gebruik van **kunstmest en dierlijke mest** werd 12,4 ton Cd diffuus over de bodem verspreid (zie bijlage 2).

2.1.6 ACCUMULATIE IN DE ECONOMIE

De accumulatie in de economie is op basis van de voorafgaande paragrafen te berekenen als sluitpost van de overige stofstromen.

TABEL 2.4 BEREKENING ACCUMULATIE IN ECONOMIE (10^3 kg Cd)

INVOER VIA ECONOMIE (1)	1.276,0	
WINNING (2)	0,6	
ONTTREKKING AAN MILIEU (10)	26,0	
		<hr/>
TOTAAL IN		1.302,6
UITVOER VIA ECONOMIE (5)	943,9	
EMISSIE NAAR MILIEU (9)	72,7	
		<hr/>
TOTAAL UIT		1.016,6
ACCUMULATIE IN ECONOMIE (11)		286,0
w.v. berging eigen terrein	117,1 ¹	
produkten en materialen	168,9	

De accumulatie in produkten en materialen is hier berekend als sluitpost in het stofstroomschema en geeft de netto ophoping weer. In deze post zijn de afvalstoffen die ingezet worden als materiaal in de weg- en waterbouw opgenomen (1900 kg Cd).

Een andere manier om de accumulatie in de economie te berekenen is om het ge- en verbruik van cadmium in Nederland te inventariseren en te ramen. Deze methode geeft bovendien inzicht in de diverse toepassingen van cadmium, hun relatieve belang en verontreinigingspotentieel.

Idealiter zal de accumulatie in produkten en materialen die op deze twee verschillende wijzen geraamd wordt hetzelfde dienen te zijn.

Verbruik van cadmium in produkten in Nederland

Inventarisaties van het verbruik op basis van gegevens over productie en in- en uitvoer van cadmiumverbindingen en -produkten staan in bijlage 9 "gebruik en verbruik van cadmium in Nederland" beschreven. Hierbij is uitgegaan van de cadmiumbalans voor 1980 (v. Vliet en Feenstra, 1982).

¹ berging eigen terrein 118,3 ton verminderd met 1,2 ton afspoeling.

tabel 2.5 , Gebruik en verbruik van cadmium in produkten
in Nederland in 1985.

toepassingsgebied	gebruik		verbruik	
	10 ³ kg	%	10 ³ kg	%
Ni/Cd-batterijen en -accu's	205	53	125	64
pigmenten	60	15	32	16
stabilisatoren	101	26	20	10
legeringen	15	4	15	8
cadmeren	3	1	3	2
overig	5	1	1	1
totaal	389		196	

Uit de in- en uitgaande stromen van het economie-gedeelte van het stofstroomschema volgt de accumulatie in de economie (11). Deze blijkt 286 ton cadmium te zijn (tabel 2.4). Deze hoeveelheid kan verdeeld worden over "berging op eigen terrein", dit bedraagt 117,1 ton Cd, "hergebruik van afvalstoffen" (in bouwmaterialen en weg- en waterbouw), dit bedraagt 1,9 ton Cd en "accumulatie in produkten en materialen" hetgeen 167,0 ton Cd bedraagt.

De post "accumulatie in produkten en materialen" zou op het eerste gezicht overeen moeten komen met het vastgestelde verbruikscijfer van 196 ton Cd (tabel 2.5). Om het dit verbruikscijfer te kunnen vergelijken met de post "accumulatie in produkten en materialen" moet deze laatste echter gecorrigeerd worden voor die emissies en dat deel van de opslag van afvalstoffen op eigen terrein, die niet direkt aan de in- en uitgaande economische stromen gerelateerd zijn. Deze indirecte emissies en afvalstoffen komen voort uit de bestaande geaccumuleerde voorraad cadmium in de economie. Dit geldt met name voor emissies en afvalstoffen van zuiveringsinstallaties en vuilverbrandingen en voor het huisvuil en aanverwant vuil.

Indien uit de overall balans voor de economie deze indirecte emissies en afvalstoffen geschrapt worden dan stijgt de post "accumulatie in produkten en materialen" tot 196 ton Cd, hetgeen exakt gelijk is aan het vastgestelde verbruik van 196 ton Cd.

Door de overall benadering voor het economie-gedeelte met onafhankelijke cadmiumstromen in één balans, bestaat de mogelijkheid dat onevenwichtigheden in deelbalansen van samenhangende cadmiumstromen elkaar compenseren waardoor het overall beeld er evenwichtig uitziet. Het is daarom van belang om enkele deelbalansen op zich te beschouwen. Uit de deelbalansen komen twee voorraadposten naar voren van totaal 29,8 ton Cd (7,8 ton Cd in voorraad fosfaaterts en -mest en 22 ton ruw cadmium). De overall benadering gaf een sluitende balans te zien, hetgeen verklaard kan worden door verbruik uit voorraad bij andere deelbalansen aan te nemen.

2.2 MILIEUSTROMEN NATIONAAL

In dit hoofdstuk wordt het milieugedeelte van het cadmiumstroomschema 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

Stoffen kunnen het milieu in principe op drie manieren instromen, en op drie manieren weer uitstromen.

De instroompunten zijn:

- invoer via het milieu vanuit het buitenland (punt 3 in het stofstroomschema)
- vorming en mobilisatie in Nederland (4)
- emissie naar het milieu vanuit de economie (9).

De uitstroompunten:

- uitvoer via het milieu naar het buitenland (7)
- afbraak en immobilisatie (8)
- onttrekking aan het milieu door "de economie" (10).

Punten 4 en 8, vorming en afbraak door milieuprocessen, zijn voor cadmium in Nederland niet aan de orde.

In- en uitvoer via het milieu

Invoer van cadmium zal voor het grootste gedeelte plaats vinden via oppervlaktewateren, vnl. de grote rivieren. Daarnaast vindt invoer plaats via de lucht. Deze invoer kan berekend worden uit cadmiumgehalten in, en debieten van water en lucht. Ditzelfde geldt voor de uitvoer.

In de grote rivieren worden routinemetingen uitgevoerd door de Dienst Binnenwateren (DBW) en door de Rijncommissie Waterleidingbedrijven (RIWA). De monsters zijn steek- of verzamelmonsters. De cadmiumgehalten door DBW in 1985 in Rijnwater gemeten zijn in de verzamelmonsters circa twee maal zo hoog als in de steekmonsters. Ook in andere jaren is er een verschil, zij het overwegend minder groot. De cadmiumgehalten door de RIWA in de Rijn gemeten liggen in de buurt van de door DBW gemeten waarden in verzamelmonsters (de hoge waarde). In het basisdocument zijn de resultaten van de steekmonsters gebruikt (de lage waarden).

Volgens DBW (mondelijke mededeling Bruggeman) is niet duidelijk welke methode betrouwbaarder is. Omdat het RIZA in de Maas uitsluitend met behulp van steekmonsters (die de lage waarden opleveren) gemonsterd heeft, is uiteindelijk gekozen voor de RIWA-metingen om de cadmiumvrachten in Rijn en Maas te berekenen. Gegevens over invoer via de Schelde zijn afkomstig van de Dienst Getijdewateren (DGW).

Voor het bepalen van de invoer via kleinere wateren is gebruik gemaakt van gegevens van provinciale waterbeheerders van aan het buitenland grenzende waterschappen.

De uitvoer via oppervlaktewateren naar de Noordzee wordt door Rijkswaterstaat (DGW en DBW) geschat. Uitvoer-vrachten direkt meten kan niet omdat altijd bijmenging met zoutwater plaatsvindt. Op een aantal plaatsen

worden wel concentratiemetingen verricht. Hieruit kunnen uitvoer-vrachten geëxtrapoleerd worden.

De uitvoer kan ook geschat worden aan de hand van waterkwantiteit- en sedimentatiegegevens. Door de coördinatiecommissie Berging Baggerspecie is een schatting gemaakt van de bezinking van slib in het Rijn/Maas stroomgebied van Nederland (CCBB, 1980). De retentie van zware metalen in oplossing in sedimentatiegebieden is door DBW onderzocht (DBW/RIZA, 1984). Op basis van deze schattingen is een berekening van de sedimentatie en uitvoer van cadmium in het Rijn- en Maasstroomgebied gemaakt, als fractie van de belasting van het oppervlaktewater door invoer en lozingen.

In- en uitvoer van cadmium via de lucht zijn overgenomen uit het Ontwerp Basisdocument Cadmium. Deze zijn in het Basisdocument geschat m.b.v. concentratiemetingen en verspreidingsmodellen.

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 is van belang.

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

Voor de onttrekking aan het milieu zijn gegevens nodig m.b.t. de omvang van winning van baggerspecie en van de cadmium-gehalten daarin. Voor de schatting hiervan is gebruik gemaakt van diverse rapporten van Rijkswaterstaat, het Waterlooppkundig Laboratorium, provincie Zuid Holland (DCMR) en de gemeente Rotterdam.

In het Ontwerp Basisdocument is voor de onttrekking van cadmium aan de bodem door gewassen een schatting gemaakt. Het is niet duidelijk welke aannames hierbij zijn gemaakt. Een globale berekening kan gemaakt worden door de gemiddelde gehalten in gewassen (metingen door het IB) te relateren aan de productie per gewas (CBS-statistieken). Hier is dat echter niet gedaan.

Accumulatie in het milieu

Accumulatie in het milieu, punt 12, zal op het nationale niveau van het stroomschema gewoonlijk een sluitpost zijn.

De milieuprocessen uitspoeling, afspoeling, sedimentatie e.d. spelen een belangrijker rol bij het bepalen van de omvang van de accumulatie naarmate het schaalniveau van het gebied waar het stroomschema voor wordt opgesteld afneemt. Dit komt terug in paragraaf 3.2 waar het provinciale stroomschema en de deelstromen aan de orde zijn. Op nationaal niveau zijn deze aspecten opgenomen in de bijgevoegde stroomschema's per compartiment.

Voor de waterbodem van de Rijn en Maas is het ook mogelijk de accumulatie te berekenen, zoals eerder in deze paragraaf is aangegeven. In dit rapport is voor deze oplossing gekozen.

Van de voor heel Nederland gemiddelde uit- en afspoeling van cadmium is in het Basisdocument cadmium een schatting gemaakt op basis van de diffuse en lokale bodembelasting. Deze schatting is als basis genomen voor het bepalen van een voor Nederland gemiddeld uitspoelingspercentage.

2.2.2 CADMIUMSTROMEN EN -ACCUMULATIE IN HET NEDERLANDSE MILIEU

In figuur 2 (§ 2.2.3) zijn de cadmiumstromen en -accumulaties in het Nederlandse milieu weergegeven.

De instroom in het milieu bestaat uit de grensoverschrijdende cadmium-invoer via het milieu (no. 3 in het schema) en de emissie van cadmium vanuit de Nederlandse economie (no. 9). De totale instroom van cadmium bedroeg in 1985 119,3 ton.

De uitstroom uit het milieu bestaat uit de uitvoer naar het buitenland via het milieu (no. 7) en onttrekking van cadmium aan het milieu door de economie (no.10). De totale cadmiumuitvoer in 1985 bedroeg 43,1 ton.

De accumulatie in het milieu van Nederland heeft in 1985 dientengevolge 76,2 ton cadmium bedragen, verdeeld over bodem lokaal (30,7 ton), bodem diffuus (14,8 ton), waterbodem (26,3 ton) en grondwater (4,3 ton).

De manier waarop deze getallen tot stand zijn gekomen en de aannames die hieraan ten grondslag liggen worden 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 § 3.4.2 besproken.

Invoer via het milieu

In tabel 2.7 wordt aangegeven hoe de invoer van 46,6 ton cadmium is opgebouwd.

Het grootste deel (bij elkaar 30,5 ton) is afkomstig van de grote rivieren, met name de Rijn. De invoer via de kleinere wateren is niet groot (2,3 ton), en is het resultaat van een groot aantal kleine vrachten.

Daarnaast stroomt een aanzienlijk deel via de lucht Nederland binnen (7,5 ton).

Uitvoer via het milieu

De uitvoergegevens via het water in tabel 2.8 zijn niet gebaseerd op metingen, maar zijn berekend als fractie van de cadmium-instroom in het oppervlaktewater¹. De grensoverschrijdende uitvoer via water is het gevolg van de invoer via het milieu, lozingen, depositie en uit- en afspoeling van de bodem. De respectievelijke aandelen hiervan staan weergegeven in tabel 2.8.

Tot het Rijn/Maas-stroomgebied worden in dit rapport behalve de rivieren ook bedoeld het Haringvliet-Hollands diep, de Nieuwe Waterweg, Noordzeekanaal, Ketelmeer en IJsselmeer.

Naast de uitvoer via het Rijn/Maas-stroomgebied vindt voor oppervlaktewateren verder alleen uitvoer van cadmium plaats via de Westerschelde. Deze is gering in verhouding tot de uitvoer via Rijn/Maas.

¹ Inmiddels zijn (meet)gegevens van DBW beschikbaar gekomen. Deze zijn nog niet verwerkt.

De uitvoer via de lucht bedraagt 2,4 ton, en is niet hoog in vergelijking met die via het oppervlaktewater (in totaal 14,8 ton).

Emissies naar het milieu

De emissies naar het milieu zijn in het economisch gedeelte van het stofstroomschema in § 2.1 behandeld. Deze zijn in tabel 2.9 samengevat en ingedeeld naar milieucompartment. De totale emissie in 1985 bedroeg 72,7 ton en vormt daarmee een grotere milieubelasting dan de invoer via het milieu. Een aanzienlijk deel, 31,0 ton, betaamt uit lokale stort. De milieuproblemen hiervan zijn van een andere orde dan die van diffuse bodembelasting, of emissies naar water en lucht die over een grotere afstand verspreid worden (bij elkaar 41,7 ton, zie ook noot 2). In het algemeen kan gesteld worden dat geconcentreerde vervuiling beter beheersbaar is dan diffuus verspreide vervuiling.

Een belangrijk deel van de lokale stort is van baggerspecie uit de Rijn/Maas-delta afkomstig.

De diffuse milieubelasting is voor ongeveer de helft afkomstig van de grensoverschrijdende invoer, en voor de helft van binnenlandse emissies.

Onttrekking aan het milieu

Ook hier is een 'diffuse' en een 'lokale' vorm te onderscheiden. De 'diffuse' onttrekking wordt gevormd door het oogsten van gewassen die cadmium hebben opgenomen uit de bodem, en van dierlijke produkten waarin cadmium terecht is gekomen via accumulatie in de voedselketen. De omvang hiervan zal dan ook met name afhankelijk zijn van de cadmium die (diffuus) in de bodem beschikbaar is voor opname. Hoewel dit cadmium door het oogsten uit het fysieke milieu verdwijnt is het daarmee niet onschadelijk gemaakt, maar vormt integendeel het grootste probleem voor de menselijke gezondheid.

De lokale vorm van winning betreft met name het baggeren van vervuilde waterbodem. Deze zal grotendeels weer als emissie terugkeren wanneer het gestort wordt in het fysieke milieu.

Accumulatie in het milieu

Accumulatie kan plaats vinden in (water)bodems, grondwater en biota. In tabel 2.11 is een schatting van de totale accumulatie in Nederland gegeven.

Het cadmium dat in waterbodems van havens accumuleert, verdwijnt voor een groot deel weer als baggerslib. De netto accumulatie zal voor de regelmatig gebaggerde havens dan ook bij benadering nul zijn. In niet of weinig gebaggerde waterbodems treedt wel accumulatie op (totaal 26,4 ton cadmium in 1985). Het grootste deel van de accumulatie vindt in het IJsselmeer, Ketelmeer, Haringvliet en Hollands Diep plaats. Deze accumulatie is afkomstig uit de invoer via Maas en Rijn, en van de grotere lozingen op Rijkswateren.

Daarnaast worden de bodems van de kleinere wateren van het secundair en tertiair systeem met cadmium belast. Het cadmium dat in deze bodems accumuleert, is voornamelijk afkomstig van depositie, diffuse belasting en kleine lozingen (bijvoorbeeld van awzi's).

De diffuse bodembelasting met cadmium is voornamelijk afkomstig van atmosferische depositie en bemesting. De relatieve aandelen van deze beiden zullen per gebied zeer verschillend kunnen zijn, afhankelijk van ligging en bodemgebruik.

Diffuse afvoer bestaat uit uit- en afspoeling en oogst en afvoer van gewassen en dierlijke produkten. Afspoeling van cadmium naar het oppervlaktewater is een zeer onzekere faktor, maar zal over het algemeen niet hoog zijn (orde grootte van 1%). De uitspoeling naar het grondwater is al even onzeker. Onttrekking van cadmium uit de bodem via oogst is een niet te verwaarlozen post (2,3 ton).

De lokale bodembelasting bestaat voor een belangrijk deel uit de stort van baggerspecie. Van de totale hoeveelheid opgebaggerd slib wordt een voor wat betreft cadmium beperkt deel, het klasse I-slib, in zee gestort. In termen van het stofstroomschema betekent dit: uitvoer via de economie. Voor klasse IV-slib is nu een stortlokatie op het land gecreeërd (Papegaaienkolk). In 1985 was deze nog niet in gebruik. Klasse IV-specie werd in dat jaar niet opgebaggerd. Ook de Slufterdam, waar nu klasse II en III specie wordt geborgen, was in 1985 nog niet in gebruik. In dat jaar werd dit slib op een daarvoor gecreeërd bergplaats op de Maasvlakte gestort. Voor een nadere beschrijving van de hoeveelheden Cd die omgaan in het baggerslib wordt verwezen naar bijlage 8.

Daarnaast is nog 16,5 ton afkomstig uit (ongecontroleerde) afvalstort. NB Het op bedrijfsterreinen opgeslagen cadmium-houdend afval staat in het stofstroomschema vermeld bij de post 'accumulatie in de economie'. Bij elkaar is dat nog een aanzienlijke post: 117,1 ton cadmium.

De belasting van het grondwater via uitspoeling uit de bodem is een moeilijk te schatten post. In het Basisdocument wordt dit geschat op 4 ton cadmium voor heel Nederland (20% van de diffuse bodembelasting). Dit percentage is voor dit rapport overgenomen. Aangenomen is dat deze hoeveelheid in zijn geheel in het grondwater accumuleert.

Op lokaties waar cadmium-houdend afval ligt opgeslagen vindt volgens het Basisdocument nog geen uitspoeling naar het grondwater plaats omdat het cadmium nog niet diep genoeg is ingespoeld. Op den duur is dat echter wel te verwachten.

Accumulatie van cadmium in biota tenslotte wordt in het schema niet opgevoerd. De netto accumulatie in landbouwgewassen en vee zal op jaarbasis ongeveer nul zijn omdat deze wordt gecompenseerd door de afvoer. De accumulatie in de mens als compartiment is zo gering dat deze wordt verwaarloosd (zie bijlage 12). Aangenomen wordt dat dit ook geldt voor de wilde flora en fauna. Ook hier geldt weer, dat deze kwantitatief te verwaarlozen posten daarom niet irrelevant zijn. Vanuit de menselijke gezondheid is het zeer relevant de hoeveelheden te kennen waarmee de mens belast wordt. In dit rapport zijn dergelijke berekeningen echter niet aan de orde.

Deel-balansen per milieucompartment

Per milieucompartment zijn deelbalansen opgesteld. Voor bodem en water-bodem zijn de deelbalansen al gegeven in tabel 2.11: een overzicht van wat er in het compartiment als geheel aan cadmium in- en uitstroomt, en wat er als resultaat daarvan in het compartiment accumuleert.

In de milieucompartimenten lucht en oppervlaktewater zal op jaarbasis nagenoeg geen accumulatie optreden. In theorie is dit wel mogelijk; wanneer de gemiddelde concentratie in de tijd toeneemt kan gesproken worden van accumulatie. Van feitelijke ophoping van cadmium is natuurlijk geen sprake omdat in werkelijkheid altijd doorstroming zal plaatsvinden naar andere compartimenten.

Cadmium in grondwater zal, evenals in oppervlaktewater, uiteindelijk altijd doorstromen naar een ander milieucompartiment. De verblijftijden in grondwater zijn gewoonlijk echter veel langer, zodat op de schaal van één jaar wel gesproken kan worden van accumulatie.

In bijlage 3 wordt van deze deelbalansen een overzicht gegeven.

TABEL 2.7: INVOER VIA HET MILIEU (AD 3)

	ton Cd
<u>Grote rivieren</u>	
Rijn	18,8 ¹
Maas	3,7 ¹
Schelde	8,0 ²
<u>Noordzee</u>	
naar Waddenzee	3,0 ³
naar Westerschelde	0,4 ⁴
naar Rijnmond	2,8 ⁵
<u>Kleinere wateren</u>	
Boven Dommel	1,1 ⁶
kanaal Gent-Terneuzen	0,2 ²
diverse beken	1,1 ⁷
<u>Lucht</u>	7,5 ⁵
TOTAAL	46,6

¹gebaseerd op metingen van RIWA 1985.

²notitie GWWS 87.663, RWS dienst Getijdewateren

³WL rapport M1893, 1983 (gemiddelde, min. en max. waarde worden gegeven als 1,5 en 4,5 ton Cd).

⁴Volgens CCRX-rapport (1985) stroomt netto 830.000 ton slib vanuit de Noordzee de Westerschelde in. Bij een cadmiumgehalte van 0,5 mg/kg natte slib (RWS/RIZA: Waterkwaliteitsplan Noordzee, 1985) betekent dat een cadmiuminvoer van 415 kg, ofwel 0,4 ton Cd.

⁵Basisdocument Cadmium, 1987.

⁶Gemeensch. Technol. Dienst Oost-Brabant, meetgegevens uit 1985.

⁷Meetgegevens uit 1985/1986 van: GTD Oost Brabant, Hoogheemraadschap West Brabant, Waterschap Zuiveringschap Limburg, Zuiveringschap Oostelijk Gelderland, Waterschap Regge en Dinkel, en het rapport 'Waterkwaliteit Duits-Nederlandse grenswaterlopen, Nordrhein-Westfalen en Limburg, 1985.

TABEL 2.8: UITVOER VIA HET MILIEU (AD 7)

	ton Cd
<u>Rijn/Maas-stroomgebied</u>	
uit invoer	4,7 ¹
uit lozingen	8,6 ²
uit uit- en afspoeling	0,2 ³
uit depositie op opp.water	0,2 ³
<u>Westerschelde</u>	0,8 ⁴
<u>Lucht</u>	
uit invoer via lucht	1,6 ⁵
uit emissies naar lucht	0,9 ⁶
TOTAAL	17,0

¹schatting op basis van RIWA-gegevens 1985, CCBB (%bezinking), ZMAS (retentie sedimentatiegebieden), en RIZA (% Cd aan zw. stof). Komt uit op 19,4% van de invoer via opp.water. Geen onderscheid naar de plaats van bezinking.

²Van de 16,5 ton industriële lozingen op oppervlaktewater geschiedt het overgrote gedeelte vlak bij zeemondingen (Maasvlakte, IJmuiden). Daarom is aangenomen dat een groot deel (de helft, 8,25 van de 16,5 ton) direkt uitgevoerd wordt naar zee. Datzelfde geldt voor de uitspoeling uit de baggerspecie-opslag op de Maasvlakte.

³Van diffuse uitspoeling, als gevolg van depositie of bemesting, is aangenomen dat 10 % uiteindelijk via het oppervlaktewater uitgevoerd wordt. De rest bezinkt onderweg in de waterbodems. Datzelfde percentage is aangenomen voor de depositie direkt op water.

⁴schatting op basis van RWS-notitie GWWS 87.663 (10% van invoer via Schelde volgens WL M 1468).

⁵Toerekening op basis van Basisdocument, 1987.

⁶Aangenomen is, dat 80% van het in Nederland naar lucht geëmitteerd cadmium via depositie op Nederlandse bodem/water terecht komt, en dus 20% via de lucht het land weer verlaat.

TABEL 2.9: EMISSIES NAAR HET MILIEU (AD 9)¹

	ton Cd
LUCHT	4,7
OPPERVLAKTEWATER	
industr. lozingen	16,5
uit- en afspoeling afval- opslag bedrijfsterrein	1,2 ²
overig	1,5
BODEM LOKAAL	
stort huish. afval	16,2 ¹
opslag baggerspecie	14,5 ³
stort zuiveringsslib	0,3
BODEM DIFFUUS	
bemesting	13,3 ⁴
verkeer	0,4
corrosie zinken produkten	0,1
WATERBODEM	4,0 ³
TOTAAL	72,7

¹Voor de meeste posten in deze tabel, zie § 2.1.5 van dit rapport. Niet daar behandelde posten krijgen op deze plaats een verwijzing.

²Het gaat hier om afspoeling vanuit op bedrijfsterrein opgeslagen Cd-houdend afval (118 ton, zie § 2.1.5), in het stofstroomschema een post aan de economische kant. Afspoeling vanuit lokale bodemstortplaatsen vindt ook plaats, maar wordt gedefinieerd als mileuproces en niet als emissie. Aanname: de afspoeling bedraagt 1% van de opgeslagen hoeveelheid cadmium. Uitspoeling vindt niet plaats (Basisdocument).

³Zie bijlage 8: Baggerslib in Nederland en Zuid Holland.

⁴Het getal 13,3 is opgebouwd uit 7,7 ton Cd uit kunstmest, 4,7 ton uit dierlijke mest, 0,2 ton uit compost en 0,7 ton uit zuiveringsslib. Voor een onderbouwing van de kunstmest- en dierlijke mestgetallen, zie bijlage 2: Cadmium in meststoffen in Nederland in 1985.

TABEL 2.10: ONTTREKKING AAN HET MILIEU (AD 10)

	ton Cd
Baggeren ¹	
-havens en vaargeulen Rijnmond	18,9 ¹
-Haringvliet	0,4
-havens IJmuiden	4,4
Oogst gewassen en dierlijke prod.	2,3 ²
TOTAAL	26,0

¹zie bijlage 8: Baggerspecie in Nederland en Zuid Holland

²2 ton Cd in gewassen (Basisdocument), en 0,3 ton dierl.prod. (eigen schatting, zie bijlage 9: cadmium in dierlijke produkten).

TABEL 2.11: ACCUMULATIE IN MILIEU (AD 12)

A. WATERBODEM		ton cadmium		
IN	uit invoer ¹	Rijn	15,2	
		Maas	3,0	
		Schelde	7,2	
		Noordzee	6,2	
		overige wateren	1,9	
	uit atmosfeer	uit industr. waterlozingen	8,3 ³	
		direkte emissie	4,0 ⁴	
		overig	2,5 ⁵	
		SUBTOTAAL		50,1
		UIT	Baggeren	23,7 ⁶
ACCUMULATIE TOTAAL = IN - UIT:		26,4		

¹accumulatie = instroom - uitstroom. Zie de relevante noten bij tabel 2.8

²Via depositie op oppervlaktewater, en (voor een klein gedeelte) via depositie op land en afspoeling naar oppervlaktewater. Bij de berekeningen is steeds uitgegaan van een afspoelingspercentage van 1%. Vervolgens is gerekend met een bezinkingspercentage van 90% van de belasting van oppervlaktewateren (uitgezonderd belastingen vlak bij een zeemonding, zie noot 2 bij tabel 2.8).

³Zie noot 2 bij tabel 2.8.

⁴Het betreft hier de stort van Antwerps havenslib in de Westerschelde.

⁵Kleine posten: awzi, kleine lozingen, en verder vnl. afspoeling van bodembelasting. Zie noot 2 bij deze tabel voor aannamen m.b.t. afspoeling- en bezinkingspercentages.

B. BODEM		ton Cd
Diffuse belasting		
IN	depositie	7,8 ¹
	bemesting	
	-kunstmest	7,7 ²
	-dierlijke mest	4,7 ²
	-zuiveringsslib	0,7 ²
	-compost	0,2 ²
	verkeer	0,4 ²
	corrosie	0,1 ²
	SUBTOTAAL	
UIT	afspoeling naar opp.water	0,2 ³
	uitspoeling naar grondwater	4,3 ⁴
	oogst en afvoer dierl.prod.	2,3 ⁵
SUBTOTAAL		6,8
ACCUMULATIE = IN - UIT		14,7

Vervolg Bodem

lokale belasting

IN	stortplaatsen afvalverwerking	16,2 ²
	stort baggerspecie	14,5 ²
	stort zuiveringsslib	0,3 ²
SUBTOTAAL		31,0
UIT	afspoeling	0,3 ³
ACCUMULATIE = IN - UIT		30,7

¹vanuit invoer via lucht: toerekening volgens Basisdocument. Vanuit luchtemissies: .8 (% depositie) * .8 (%dep. op land) * emissies.

²Zie tabel 3: emissies naar het milieu.

³afspoeling 1% van belasting (eigen aanname).

⁴uitspoeling 20% van belasting (eigen aanname) Uitkomst redelijk in overeenstemming met de in het Basisdocument (1987) genoemde waarde van 4 ton.

⁵zie tabel 2.10, onttrekking aan het milieu.

C. GRONDWATER	ton cadmium	
IN	uitspoeling bodem	4,3 ¹

¹Aangenomen is dat de totale hoeveelheid uitgespoeld cadmium inspoelt in het grondwater. Gegevens over de belasting van het oppervlaktewater vanuit grondwater (die ongetwijfeld zal plaatsvinden) zijn niet aanwezig.

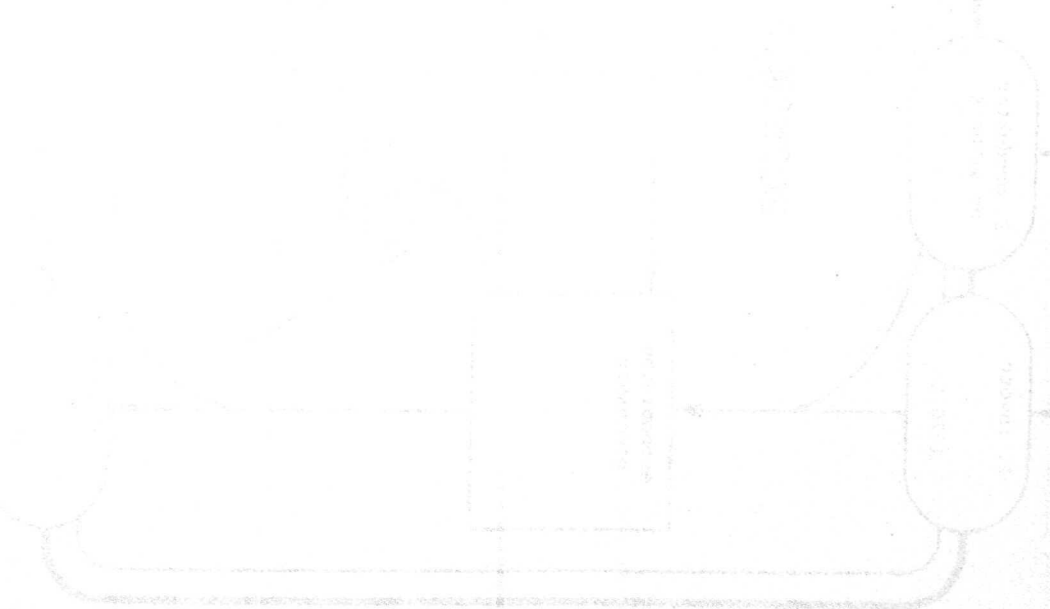
2.2.3 HET NATIONALE STOFSTROOMSCHEMA

In figuur 2 wordt het totaal overzicht gegeven van de cadmiumstromen in de economie en het milieu van Nederland.

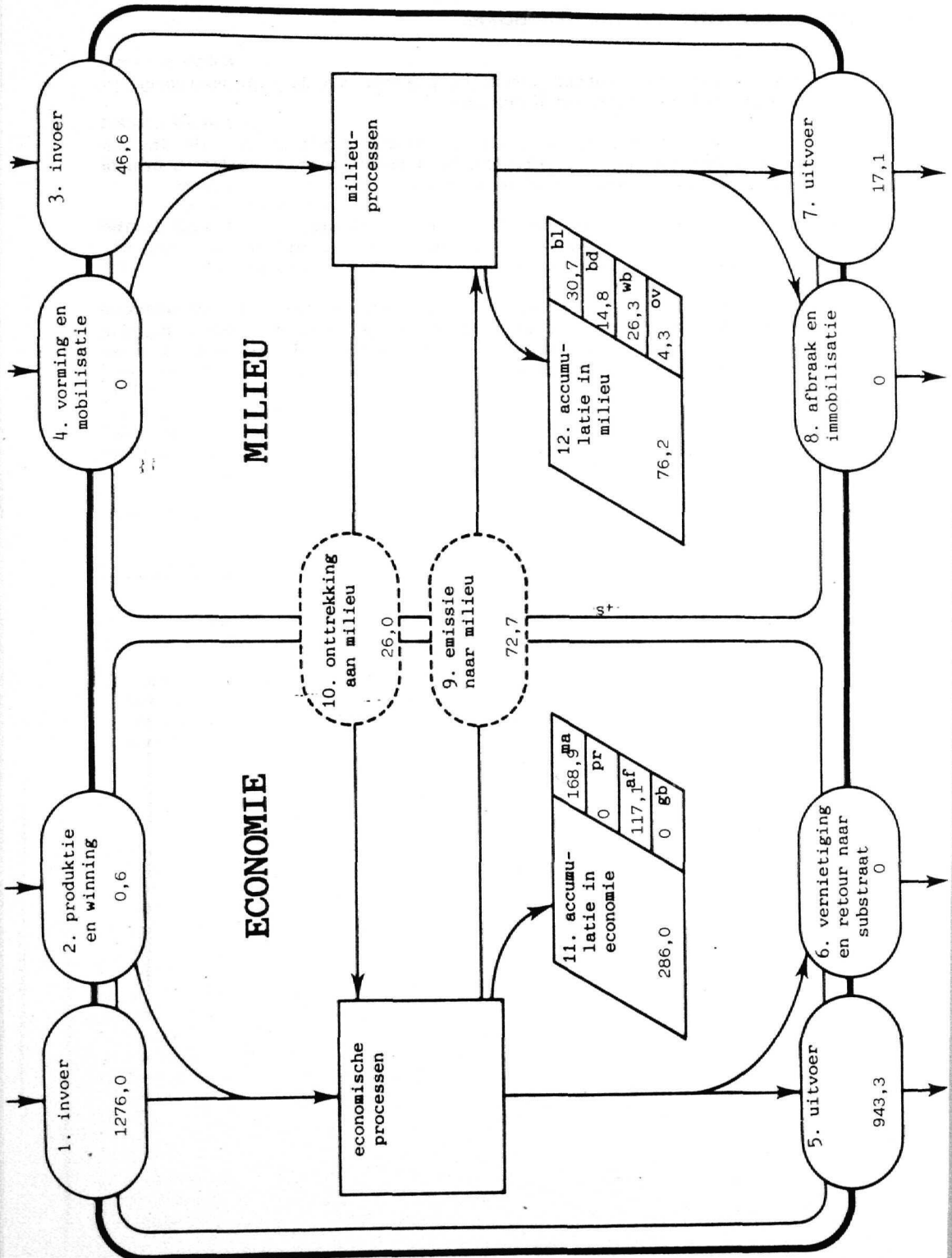
De in- en uitvoer via de economie is hoog vergeleken met de in- en uitvoer via het milieu. De betreffende stromen in het milieu bedragen resp. 4% en 2% van de stromen in de economie.

De emissie van de economie naar het milieu bedraagt ca. 6% van de invoer. De accumulatie in zowel de economie als het milieu is hoog, nl. 20% van de instroom in de economie en zelfs 60% voor het milieu.

De accumulatie in de economie zal uiteindelijk tot een afvalstroom leiden. Wordt deze niet op een milieuvriendelijke manier gereguleerd, dan zal dit tot extra emissies naar het milieu leiden. Het is dus noodzaak hier vroegtijdig op in te grijpen.



Figuur 2: Cadmiumstromen en -accumulatie in de Nederlandse economie en het Nederlandse milieu (ton Cd/jaar), 1985



3.1 ECONOMISCHE STROMEN IN ZUID-HOLLAND

3.1.1 INVOER EN UITVOER VIA DE ECONOMIE

Er zijn geen kwantitatieve gegevens bekend omtrent de in- en uitvoer via de economie in Zuid-Holland. Om toch een inzicht te verkrijgen in deze stromen worden ze afgeleid uit de nationale in- en uitvoer via de economie. De toerekening van de nationale in- en uitvoer via de economie naar in- en uitvoer via de economie voor Zuid-Holland is voornamelijk gedaan op basis van het aantal inwoners. In Zuid-Holland woont 22% van de bevolking en om enigzins rekening te houden met concentratie van economische activiteiten in de Randstad is de toerekeningsfaktor op 25% gesteld.

Daar waar mogelijk is rekening gehouden met vestigingsplaatsen van industrieën die met cadmiumhoudende stofstromen te maken hebben en met aan- en afvoerroutes van cadmium houdende grondstoffen en produkten. Dit is het geval voor zinkerts waarvan de aanvoer via Antwerpen gaat evenals de afvoer van ruw zink. Voor Cd-stabilisatoren is rekening gehouden met de produktie bij Haagen-Chemie in Roermond. In Zuid-Holland wordt door Windmill en DSM (tegenwoordig Kemira) fosfaaterts verwerkt met daarin totaal 36 ton cadmium, dat is 65% van de invoer in Nederland. De uitvoer is volledig aan Zuid-Holland toegerekend. De uitvoer van fosfaatmest is eveneens volledig aan Zuid-Holland toegeschreven waarbij nog een uitvoer naar de andere provincies is opgeteld op basis van verbruik in Nederland. In- en uitvoer van ruwe aardolie is voor 100% aan Zuid-Holland toegerekend, voor steenkool is rekening gehouden met directe aanvoer bij Hoogovens en uitvoer uit Zuid-Holland naar overig Nederland van de volledige steenkoolinzet in steenkoolcentrales.

Er is in de overige gevallen geen rekening gehouden met invoer van cadmiumstofstromen in Zuid-Holland uitsluitend als doorvoer naar het buitenland of de andere provincies.

De totale invoer via de economie bedroeg 141,9 ton cadmium en de uitvoer 88,0 ton (tabel 3.1), een netto invoer via de economie van 53,9 ton cadmium. De belangrijkste stromen zijn fosfaaterts (26% van invoer), Ni/Cd-batterijen en -accu's (36% van invoer, 23% van uitvoer), fosfaat-kunstmest (23% van uitvoer) en aardolieprodukten (16% van uitvoer).

TABEL 3.1 IN- EN UITVOER VIA ECONOMIE ZUID-HOLLAND

GOEDERENSOORT	INVOER 10 ³ kg Cd	UITVOER 10 ³ kg Cd
Zinkerts	0	0
Ruw zink e.d.	0,024	0,012
Ruw cadmium	9,2	0
Bewerkt cadmium	2,8	11,5
Cadmumpigmenten	15,0	3,8
Cadmiumlegeringen	3,1	0
Cadmiumstabilisatoren	6,3	0
Cadmiumsulfide	0,4	0
Ni/Cd-batterijen	13,7	2,7
Ni/Cd-accu's	37,5	17,3
Cd bevattend kunststof	4,5	8,8
Fosfaaterts	37,2	1,2
Fosfaatkunstmest	0,3	19,9
Voeder- en wasmiddelfosfaat	0	0
IJzererts	0	0
Schroot	0,3	1,5
Ruwe aardolie	6,1	0,2
Aardolieprodukten	3,7	13,8
Steenkool	0,45	0,4
Tabak	0,026	0,015
Sigaretten	0,006	0,018
Afvalstoffen	0,3	1,2
Huisvuil e.d.	1,12	0,52
Zuiveringsslib	0	0,078
Baggerspecie	0	5,2
TOTAAL	141,9	88,0

3.1.2 PRODUKTIE EN WINNING

Cadmium wordt in Nederland gewonnen als verontreiniging in aardolie. De aardoliewinning bedroeg in 1985 3700 kton (CBS, 1987d), waarin op basis van een aangenomen Cd-gehalte van 0,15 mg/kg 0,6 ton cadmium zat. Deze hoeveelheid is volledig als instroom in Zuid-Holland geboekt omdat daar vrijwel de volledige olieraffinage capaciteit staat.

3.1.3 ONTTREKKING AAN MILIEU

Middels baggeren van vaarwegen en havens en middels produktie van voedingsstoffen wordt cadmium aan het milieu onttrokken, in 1985 bedroeg dit 23,0 ton Cd. Voor een toelichting zij verwezen naar par. 3.2.2.

3.1.4 EMISSIES NAAR MILIEU EN AFVALSTOFFEN

In onderstaand overzicht staan de emissies naar lucht, water en bodem samengevat. Bij de wateremissies staat aangegeven of het een lozing op rijks- dan wel provinciaal water betreft. In de laatste kolom staan de emissies naar de bodem. In deze kolom zijn tussen haakjes de overige

afvalstoffen opgenomen met de bestemming. Deze afvalstoffen accumuleren in de economie door 'opslag op eigen terrein' of door 'hergebruik als materiaal'. Het criterium voor 'opslag op eigen terrein' is dat de opslag een tijdelijk karakter moet hebben in afwachting van een mogelijke toepassing of van een verwerking.

tabel 3.2 Emissies naar lucht, water en bodem en afvalstoffen in Zuid-Holland per emissiebron in 1985.

emissiebron (kg Cd)	lucht- emissie	water- emissie	bodememissie/ (afvalstoffen)
afvalwaterzuiveringen	-	553 rijks 75 prov. <hr/> 628 tot.	3 bodem lokaal 58 bodem diffuus (78 export)
afvalstoffen	-	-	680 bodem lokaal (520 export)
vuilverbrandings- installaties	1194	17 rijks	(5331 eigen terrein)
industrie	1028	15059 rijks	(1210 export) (300 eigen terrein)
corrosie van zink	-	-	25 bodem diffuus
wegverkeer	60	-	75 bodem diffuus
scheepvaart	35	-	-
directe lozing	-	40 prov.	-
bemesting met kunst- mest en diermest	-	-	800 bodem diffuus
stort baggerspecie	-	-	14100 bodem lokaal
afspoeling stort- plaatsen	-	56 rijks	-
TOTAAL	2300	15700 rijks <hr/> 100 prov. 15800 tot.	14800 bodem lokaal <hr/> 1000 bodem diffuus <hr/> 15800 totaal bodem ----- (1800 export) (5600 eigen terrein)
TOTAAL MILIEU	33900		

De totale emissie naaar het milieu bedraagt 33,9 ton cadmium. Hieronder volgt een korte toelichting op de tabel. Bovenstaande emissies worden

uitgebreid toegelicht in bijlage 10 "emissies naar het milieu in Zuid-Holland".

In Zuid-Holland staan ca. 95 afvalwaterzuiveringsinstallaties bij vier waterkwaliteitsbeheerders: de hoogheemraadschappen Delfland, Rijnland en Schieland en het zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden. Daarnaast is er nog de awzi Woerden.

De totale slibproductie bedroeg ca. 40000 ton droge stof, de hoeveelheid cadmium hierin was 490 kg, een gemiddeld gehalte van 12,3 mg/kg (landelijk 6,6 mg/kg)¹. De cadmium vracht in het influent bedroeg 1,2 ton, met het effluent werd 0,7 ton cadmium geloosd, waarvan 0,55 ton op rijkswater, 0,075 ton op provinciaal water en 0,073 ton in de Noordzee door de awzi Houtrust. Deze laatste is een exportstroom voor Zuid-Holland.

Slechts 11% van het effluent van de awzi's wordt op provinciaal water geloosd, de rest wordt op rijkswater en in de Noordzee geloosd. Hiermee wordt voor de provinciale wateren een goed resultaat geboekt, maar een groot deel van de vervuiling wordt afgeschoven naar grotere rijkswateren.

De slibafzet naar landbouw en als zwarte grond en kompost wordt beschouwd als een diffuse emissie naar de bodem (58 kg Cd). Storten is een lokale emissie (3 kg Cd), er is vooralsnog aangenomen dat dit in Zuid-Holland gebeurt. De lozing van slib in de Noordzee (30 kg Cd) door awzi Houtrust is een exportpost, evenals de afzet van zuiverings-slib in Rijnland naar het zwarte grond en komposteringsbedrijf Rutte in Noord-Holland (48 kg Cd). Het verbranden van slib (350 g Cd) geschiedt bij de vuilverbranding Dordrecht, de emissies daarbij zijn opgenomen in de totale emissie van deze vuilverbrandingsinstallatie.

Het overall verwijderingsrendement voor cadmium in Zuid-Holland blijkt 41% te zijn. Landelijk wordt 60% gehaald. De afvalwaterzuivering Dordrecht is door de grote cadmiumvracht en het lage waargenomen rendement van 41% de oorzaak van het lage overall rendement. Het overall rendement exclusief de awzi Dordrecht bedraagt 58%.

Verder blijkt dat de totale cadmiumvracht op de awzi's niet verklaard kan worden uit de huishoudelijke en bekende industriële lozingen. Ongeveer 45% moet afkomstig zijn uit onbekende bronnen, diffuse lozingen en afspoeling. Voor rioolwater uit een woonwijk is een cadmiumemissiefactor van 100 mg/i.e./jaar vastgesteld, dat betreft huishoudelijk afvalwater en regenwater. Ook met deze faktor blijft nog van 34% de herkomst onverklaard.

In Zuid-Holland werden in 1985 1440 kton afvalstoffen ingezameld, waarvan 860 kton zakkenvuil (CBS,1987b). Op basis van een gemiddeld Cd-gehalte van 4 kg/kton zou daarin ca. 5,8 ton cadmium gezeten hebben, waarvan 3,6 ton in het zakkenvuil. Van het ingezamelde afval wordt slechts 170 kton gestort, een Cd-vracht van 0,68 ton. Deze stort vindt vrijwel volledig binnen Zuid-Holland plaats en is geboekt als een lokale emissie van afvalstoffen op de bodem. Vanuit Zuid-Holland wordt het afval van Delft, Schiedam en Voorhout naar de VAM in Drente afgevoerd, dit betrof 130

¹ Exclusief awzi-Dordrecht bedraagt het gemiddelde voor Zuid-Holland 3,8 mg/kg, voor Nederland wordt dat 5,1 mg/kg.

kton, een Cd-vracht van 0,52 ton. Dit is een exportstroom uit de provincie.

Door de vijf vuilverbrandingsinstallaties (vvi) werd 1550 kton afval verbrand, 860 kton hiervan was huishoudelijk zakkenvuil.

Hierbij zat 280 kton afval uit de provincie Utrecht, dat verbrand werd bij de AVR. Dit betekent een invoerpost van 1,12 ton cadmium.

De Cd-luchtemissie van de vvi's bedroeg 1,2 ton. Uit balansberekeningen over de VVI's blijkt in de reststoffen steeds meer cadmium te zitten dan uit de aangenomen cadmiumvracht in het verbrande afval verklaard kan worden. De conclusie dat er klaarblijkelijk meer cadmium in het totale afvalpakket zit dan op basis van het zakkenvuil is aangenomen, ligt gezien de grote overschrijding van de ingaande Cd-vracht (50-100%) en gezien het feit dat dit zonder uitzondering geldt, sterk voor de hand. In het stofstroomschema zijn de slakken en vliegassen van de vvi's als een sluitpost van 5,3 ton cadmium opgenomen om geen al te grote vertekening van het algemene beeld te verkrijgen. Indien deze post hoger moet zijn dan betekent dat onttrekking van cadmium uit de economische processen.

De industriële emissies zijn in onderstaande tabel samengevat.

tabel Industriële emissies naar lucht, water en bodem en afvalstoffen in Zuid-Holland per emissiebron in 1985.

emissiebron (kg Cd)	lucht- emissie	water- emissie	bodememissie/ (afvalstoffen)
fosforzuur- produktie (nat)	-	15000	-
overslag fosfaaterts	45	-	-
electrostaalproces	110	-	(510 export)
olieraffinage	840	-	(500 export)
metaalprodukten en electro	23	3	(200 export)
chemie + overige	10	56	(300 eigen terrein)
TOTAAL	1028	15059	(1210 export) (300 eigen terrein)
TOTAAL MILIEU	16087		

Het grootste aandeel heeft de fosfaatmestindustrie met 15 ton wateremissie, een saneringsprogramma moet in 1994 leiden tot een reductie van 90%. De electrostaalfabrikage en de olieraffinage zijn de grootste industriële luchtemissiebronnen en nemen 50% van de totale luchtemissie op zich.

De landelijke emissies door **corrosie van zink** en door het **wegverkeer** zijn op basis van inwonertal voor 25% aan Zuid-Holland toegerekend. Voor corrosie is dat 25 kg bodem diffuus en voor het wegverkeer 60 kg lucht-emissie en 75 kg bodememissie.

De **scheepsvaart** emissie in Zuid-Holland is op 50% van de landelijke

emissie geraamd (35 kg luchtmissie) omdat de meeste en intensiefst bevaaren vaarwegen in Zuid-Holland liggen.

De **directe lozingen** op het oppervlaktewater zijn op 40 kg cadmium geraamd op basis van gegevens van de waterkwaliteitsbeheerders.

De bemesting met **kunstmest en dierlijke mest** is in Zuid-Holland relatief laag, 0,8 ton Cd naar bodem diffuus. De stort van **baggerspecie** is daarentegen een specifiek Zuidhollands probleem.

3.1.5 ACCUMULATIE IN DE ECONOMIE

De accumulatie in de economie is op basis van de voorafgaande paragrafen te berekenen als sluitpost van de overige stofstromen.

TABEL 3.4 BEREKENING ACCUMULATIE IN ECONOMIE (10^3 kg Cd) IN ZUID-HOLLAND

INVOER VIA ECONOMIE (1)	141,9	
WINNING (2)	0,6	
ONTTREKKING AAN MILIEU (10)	19,6	
TOTAAL IN		162,1
UITVOER VIA ECONOMIE (5)	88,0	
EMISSIE NAAR MILIEU (9)	33,9	
TOTAAL UIT		121,9
ACCUMULATIE IN ECONOMIE (11)		40,2
w.v. berging eigen terrein	5,6 ¹	
produkten en materialen	34,6	

Verbruik van cadmium in Zuid-Holland

Op basis van de inventarisatie van het verbruik van cadmium per toepassingsgebied in Nederland (bijlage 3) is het verbruik in Zuid-Holland berekend met de factor 0,25.

tabel 3.5 Verbruik van cadmium per toepassingsgebied in Zuid-Holland in 1985

toepassingsgebied	verbruik 10^3 kg Cd	%
Ni/Cd-batterijen en accu's	31,3	64
pigmenten	8,0	16
stabilisatoren	5,0	10
legeringen	3,8	8
cadmeren	0,7	2
overig	0,2	1
totaal	49,0	

Vergelijking accumulatie in de economie met gebruik cadmium in produkten

¹ exclusief 56 kg afspoeling

De post "ophoping in produkten en materialen" kan na correctie voor indirecte emissies en afvalstoffen vergeleken worden met het verbruikscijfer voor Zuid-Holland.

Van de emissies is 2 ton indirect en van de afvalstoffen 5,3 ton. Verder moet rekening gehouden worden met het netto uitvoer resultaat van de diverse afvalstoffen ten bedrage van 0,4 ton cadmium. Deze posten vertegenwoordigen geen uitstroom uit de economie die direkt gekoppeld is aan de instroom en moeten dus bij de bovenstaande accumulatie in produkten en materialen opgeteld worden. De accumulatie in produkten en materialen wordt dan 42,3 ton cadmium, dat is 6,7 ton minder dan het geïnventariseerde verbruik. Dit verschil kan beschouwd worden als voorraadvorming met produkten en materialen.

Ook op provinciaal nivo kunnen deelbalansen onderscheiden worden. Uit de deelbalansen voor ruw cadmium en fosfaaterts volgt een cadmiumophoping van 0,5 ton in voorraad fosfaaterts. Volgens de overal benadering was er sprake van een verbruik uit voorraad van 6,7 ton cadmium, hetgeen betekend dat bij andere deelbalansen van een totaal verbruik uit voorraad van 7,2 ton Cd sprake zou moeten zijn.

3.2 MILIEUSTROMEN PROVINCIAAL

De gegevens voor het cadmium-stroomschema van Zuid-Holland zijn voor een deel van hetzelfde soort, of zelfs identiek aan die van het nationaal 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 cadmium 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.

De in- en uitvoer van cadmium via de lucht kan berekend worden uit concentratiegegevens in combinatie met verspreidingsmodellen. In dit rapport is echter gebruik gemaakt van de schatting uit het Basisdocument Cadmium met betrekking tot de in- en uitvoer van cadmium via de lucht op nationaal niveau. De provinciale in- en uitvoer via de lucht is hieruit afgeleid.

Emissie naar en onttrekking aan het milieu

Voor een beschrijving van de emissiegegevens wordt verwezen naar § 3.1, de economische stromen in de provincie Zuid-Holland. De emissie naar het milieu zal op provinciaal niveau veel gedetailleerder moeten zijn dan op nationaal niveau. Van belang is niet alleen naar welk milieucompartment de emissies plaatsvinden, maar ook op welke lokatie en onder welke omstandigheden. Daarnaast zijn de kenmerken van het ontvangend milieu relevant, waarbij het gaat om bodemtype e.d., maar ook om de accumulatie- en doorstroombmogelijkheden. Dit laatste is met name relevant voor de uitwerking van provinciale deelstromen.

De omvang van de onttrekking van cadmium aan het milieu door geogste gewassen en dierlijke produkten in Zuid-Holland is uit de landelijke schatting berekend.

Ook voor de onttrekking van cadmium aan het milieu via baggeren en afgraving zijn de landelijke gegevens gebruikt. Hiervoor zij verwezen naar bijlage 8: Baggerspecie in Nederland en Zuid-Holland.

Accumulatie in het milieu

De accumulatie op provinciaal niveau is als sluitpost globaal gesproken op dezelfde manier geschat als op nationaal niveau.

Op het niveau van de deelstromen zijn gedetailleerdere schattingen nodig. Hiervoor moeten de milieuprocessen, zoals verspreiding van cadmium rondom een emissiebron, depositie, uit- en afspoeling en doorstroming in relatie tot bodemtype en bodemgebruik gekwantificeerd worden.

De depositie kan geschat worden uit concentratiegegevens (evt. berekend m.b.v. een verspreidingsmodel) en de depositiesnelheid. Deze laatste is afhankelijk van het terreintype en van de vorm waarin het cadmium wordt geëmitteerd. Gegevens hierover zijn voorhanden (RIVM, TNO, provincie Zuid-Holland).

De uitspoeling van cadmium is complex en van allerlei factoren afhankelijk. Chardon (1984) heeft de cadmiumuitspoeling in relatie tot bodemeigenschappen onderzocht met behulp van proefkolom-experimenten. De afhankelijkheid van de afzonderlijke eigenschappen heeft hij in formules uitgedrukt. In de praktijk zullen bodemeigenschappen gelijktijdig veranderen zodat deze formules niet zonder meer gebruikt kunnen worden. Het is waarschijnlijk wel mogelijk in een specifieke situatie een traject voor de omvang van de uitspoeling aan te geven, waarvan de ondergrens nul is en de bovengrens wordt aangegeven door de Chardon-formules. Afspoelingsberekeningen zijn gerelateerd aan de afspoeling van meststoffen, waarover diverse schattingen voorhanden zijn (IB, Vakgroep Milieubiologie RUL).

Bezinking en doorstroming van cadmium in een watersysteem tenslotte zullen gewoonlijk dienen als sluitpost van de balans. Voor het berekenen hiervan zijn nauwelijks gegevens aanwezig, en als er gegevens zijn, dan hebben deze betrekking op specifieke situaties.

3.2.2 CADMIUMSTROMEN EN -ACCUMULATIES IN HET ZUIDHOLLANDSE MILIEU

In figuur 3 (§ 3.2.3) zijn de cadmiumstromen in het milieu van de provincie Zuid-Holland in 1985 weergegeven. In de tabellen 3.4 t/m 3.8 worden de bijdragen van de verschillende bronnen aan elke stroom in het schema gegeven.

De belangrijkste conclusies die uit figuur 3 getrokken kunnen worden zijn:

- 1) De milieustromen zowel als de accumulatie in het Zuidhollands milieu zijn vergeleken met die van Nederland buitengewoon hoog.
- 2) Zowel de emissie naar het milieu als de onttrekking aan het milieu zijn zeer hoog in vergelijking met de in- en uitvoer via het milieu.

Ad 1. Veel van de Nederlandse cadmium-stromen lopen via Zuid-Holland. In de eerste plaats stromen de grote rivieren door Zuid-Holland, en in de tweede plaats vinden veel van de Nederlandse industriële activiteiten plaats in Zuid-Holland.

Ad 2. De onttrekking van cadmium aan het milieu wordt bijna geheel bepaald door het opbaggeren van slib. Deze post komt voor het grootste gedeelte weer terug als emissie, wanneer het baggerslib (in Zuid-Holland) gestort wordt. Daar vormt het vervolgens het leeuwendeel van de accumulatie in 'bodem lokaal'. Daarmee kan geconcludeerd worden dat de baggerspecie in 1985 een zeer aanzienlijk deel van de Zuidhollandse cadmiumstromen vormt.

In het algemeen kan gesteld worden, dat het beeld van de cadmiumstromen in Zuid-Holland sterk bepaald wordt door het opbaggeren en storten van baggerspecie, dat daarmee een duidelijk Zuidhollands probleem is. Dit-

zelfde geldt voor de fosfaatertsverwerking. De overige stromen zijn vergeleken daarbij aanzienlijk geringer in omvang. Dat wil niet zeggen dat zij geen problemen kunnen vormen.

Bij de invoer via het milieu zijn, evenals op nationaal niveau, de grote rivieren van overheersend belang. Lek, Waal en Maas bij elkaar leveren 15,9 van de 21,3 ton cadmium.

Ook bij de uitvoer via het milieu spelen de grote rivieren de hoofdrol. Bovendien is de uitvoer via de lucht ten opzichte van de invoer relatief groter dan op nationaal niveau.

Zoals al eerder opgemerkt vormt bij de emissies naar het milieu de baggerspecie een belangrijke post. Daarnaast zijn de lozingen van industrieën op rijkswateren erg hoog. De onttrekking aan het milieu bestaat bijna geheel uit opgebaggerd slib uit het Rotterdamse havengebied.

De diffuse accumulatie in bodems is voor een belangrijk deel afkomstig van atmosferische depositie als gevolg van lokale emissiebronnen, met name vvi's. De depositie als totaal is verantwoordelijk voor driekwart van de diffuse bodembelasting, de rest is afkomstig van bemesting. Daarmee verschilt het beeld van Zuid-Holland ten opzichte van dat van Nederland als geheel.

De lokale accumulatie in waterbodems is voor ca. 60% afkomstig van invoer via het milieu. Ruim 30% is afkomstig van lozingen op het oppervlaktewater, terwijl dat voor Nederland als geheel 20% is. Een groot deel van de accumulatie vindt plaats in de bodems van Rijkswateren, in het bijzonder Hollands-Diep en Haringvliet. In waterbodems van provinciale wateren is de accumulatie voornamelijk afkomstig van diffuse bronnen en kleine lozingen. Hierop wordt nader ingegaan in § 3.3, waar een uitwerking wordt gegeven van deelstromen binnen de provincie Zuid-Holland.

Tabel 3.6 INVOER VIA HET MILIEU IN ZUID-HOLLAND

	ton Cd ¹
<u>Rivieren</u>	
Oude Rijn	0,1 ²
Hollandse IJssel	0,3 ²
Lek	1,7 ³
Linge	0,1 ⁴
Waal (Merwede)	12,6 ⁵
Bergse Maas	1,6 ³
Noordzee	2,8 ⁶
<u>Lucht</u>	2,1 ⁷
TOTAAL	21,3

¹De berekeningen zijn gemaakt in kg Cd, vanwege de wat lagere getallen die op provinciaal niveau aan de orde zijn. Om schijnnaauwkeurigheden te vermijden zijn de uitkomsten weergegeven in ton Cd.

²Cd-gehalte bekend (resp. Hoogheemraadschap Rijnland en RIZA), debiet niet. Eigen schatting gebaseerd op 'De waterhuishouding van Nederland', ministerie V & W.

³RIWA 1985⁴Waterschap Rivierenland⁵Debieten: RIZA 1985; gehalten: RIWA 1985.⁶Basisdocument, 1987⁷Eigen schatting op basis van landelijke gegevens Basisdocument, volgensde formule: invoer lucht Zuid-H. = invoer lucht Ned. * $\frac{i \sqrt{\text{opp. ZH}}}{\sqrt{\text{opp. NLI}}}$

als indicatie voor de omtrek van beide gebieden.

Tabel 3.7 UITVOER VIA HET MILIEU UIT ZUID-HOLLAND

	ton Cd
OPPERVLAKTEWATER	
uit invoer	3,5 ¹
uit lozingen op opp.water	7,6 ²
uit uit- en afspoeling	0,2 ³
uit depositie op opp.water	0,1 ³
LUCHT	
uit invoer via lucht	1,3 ⁴
uit emissies naar de lucht	0,5 ⁵
TOTAAL	13,1

¹Zie noot 1 bij tabel 2.8. Komt uit op 21,3% van de invoer.²Zie noot 2 bij tabel 2.8.³Zie noot 3 bij tabel 2.8.⁴Berekend volgens: uitvoer ZH = invoer Ned. * $\frac{i \sqrt{\text{opp. ZH}}}{\sqrt{\text{opp. NLI}}}$ ⁵Aanname: 80% van de Zuidhollandse emissies naar de lucht komen in Zuid-Holland als depositie in de bodem en het oppervlaktewater terecht.Tabel 3.6 EMISSIE NAAR HET MILIEU VAN ZUID-HOLLAND¹

	ton cadmium
LUCHT	
industrie	1,0
vvi's	1,2
emissies diffuse bronnen	0,1
OPPERVLAKTEWATER	
lozingen industrie	15,1
effluent awzi's	0,6
afspoeling opslag bedrijfsterrein	0,1 ²
BODEM DIFFUUS	
bemesting	0,9 ²
overige	0,1
BODEM LOKAAL	
stort baggerspecie	14,1 ³
stort afval	0,7
TOTAAL	33,9

¹Zie § 3.1.5, economische stromen in Zuid-Holland.

²Aanname: 1% van totaal op bedrijfsterrein opgeslagen hoeveelheid Cd in afval

³Het getal is opgebouwd uit 0,6 ton Cd uit kunstmest, 0,2 ton uit dierlijke mest en 0,1 ton uit zuiveringsslib. Voor kunstmest en dierlijke mest, zie bijlage 4 Cadmium in meststoffen in Zuid-Holland in 1985.

⁴Zie bijlage 8 Baggerspecie in Nederland en in Zuid-Holland.

Tabel 3.9 ONTTREKKING AAN HET MILIEU VAN ZUID-HOLLAND

	ton Cd
Baggeren havens en Haringvliet	19,3 ¹
Oogst gewassen en dierlijke prod.	0,3 ²
TOTAAL	19,6

¹Zie bijlage 8: Baggerspecie in Nederland en Zuid-Holland.

²Toerekening op basis van landelijke gegevens; zie tabel 2.10.

Tabel 3.10 ACCUMULATIE IN HET MILIEU VAN ZUID-HOLLAND

	ton Cd
A. WATERBODEM	
IN uit invoer zoet opp.water	12,9 ¹
uit invoer Noordzee	2,8 ²
uit atmosfeer	0,5 ³
uit afspoeling bodem	0,8 ³
uit lozingen	7,6 ⁴
TOTAAL	24,5
UIT baggeren	19,3⁵
ACCUMULATIE = IN - UIT	5,2

¹Zie noot 1 bij tabel 3.7.

²Basisdocument, 1987.

³Aanname: 90% van belasting opp.wateren bezinkt; van baggerspecie-opslag de helft.

⁴Zie noot 2 bij tabel 3.7.

⁵zie bijlage 8 Baggerspecie in Nederland en Zuid-Holland.

		ton Cd
B. BODEM		
diffuus		
IN	achtergronddepositie	0,6 ¹
	lokale depositie	1,5 ²
	bemesting	0,9 ³
	overige	0,1 ³
TOTAAL		3,1 ⁴
UIT	oogst en afvoer dierl. prod.	0,3 ⁴
	uit- en afspoeling	0,6 ⁵
TOTAAL		0,9
ACCUMULATIE = IN - UIT		2,2
lokaal		
IN	baggerslib	14,1 ³
	stortplaatsen	0,7 ³
TOTAAL		14,8
UIT	1% afspoeling ⁶	0,1
ACCUMULATIE = IN - UIT		14,7

¹depositie totaal over ZH: 801 kg Cd, daarvan 160 kg op oppervlaktewater.

²aanname: 80% van de lokale luchtmissies in Zuid-Holland komt in de provincie zelf in de bodem terecht.

³zie tabel 3.8 emissies naar het milieu van Zuid-Holland.

⁴toerekening landelijke gegevens.

⁵1% afspoeling, 20% uitspoeling van de diffuse bodembelasting.

⁶geen uitspoeling vanuit stortplaatsen.

C. GRONDWATER

IN	uitspoeling uit bodem	0,6 ¹
----	-----------------------	------------------

¹Aanname: alle uitgespoeld cadmium heeft het grondwater als bestemming.
Zie verder noot 1 bij tabel 2.11C.

3.2.3 HET PROVINCIALE STOFSTROOMSCHEMA

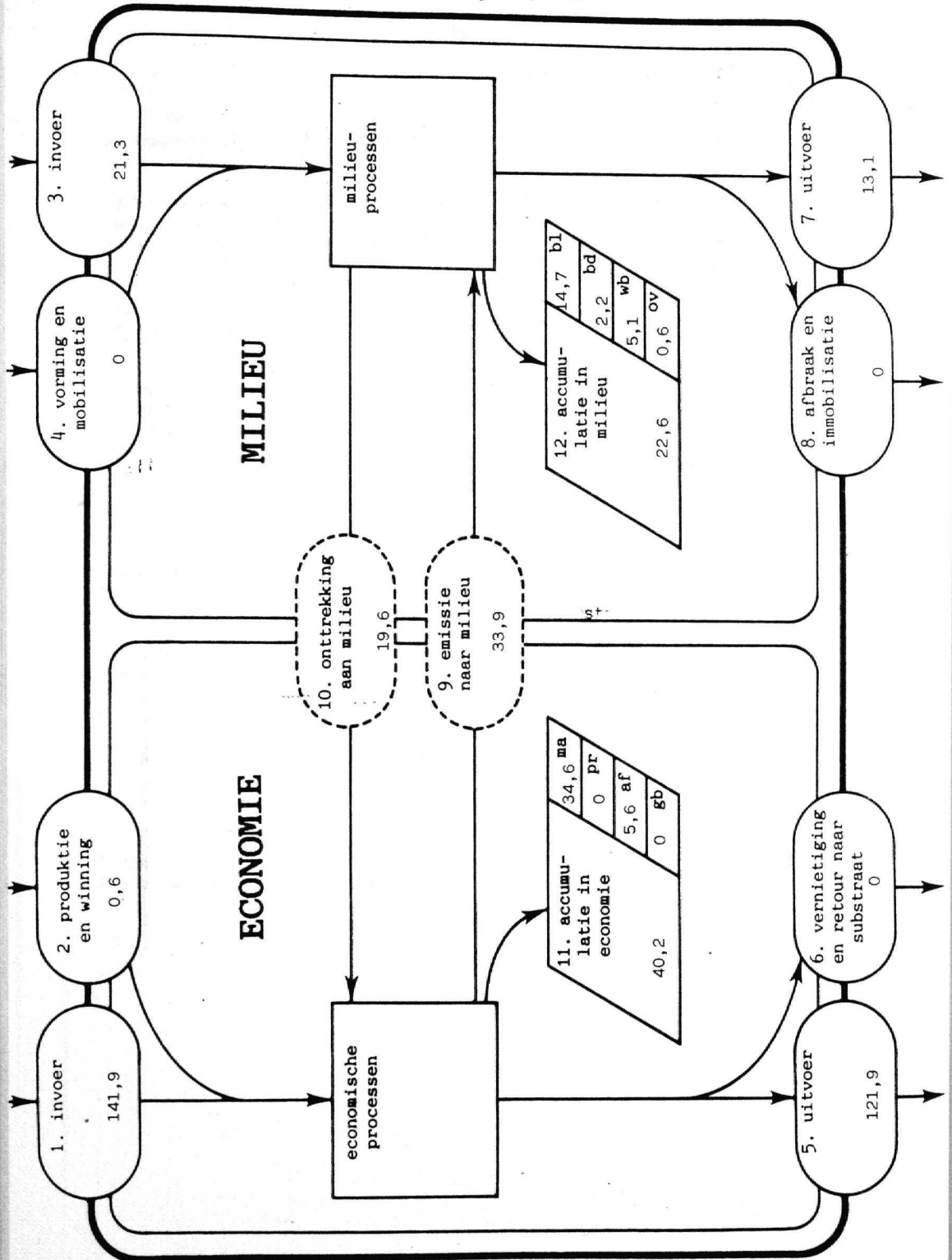
In figuur 3 wordt het totaal-overzicht gegeven van de cadmiumstromen in de economie en het milieu van Zuid-Holland.

De totale in- en uitstroom in het Zuidhollandse milieu is ten opzichte van de economische stromen hoger dan op landelijk niveau. Dit wordt veroorzaakt doordat twee grote nationale probleemstromen, baggerspecie en fosfaaterts, voornamelijk in Zuid-Holland voorkomen.

Zowel de accumulatie in de economie als de emissie van de economie naar het milieu zijn ten opzichte van de invoer in de economie op provinciaal niveau beduidend hoger dan op nationaal niveau.

De accumulatie van cadmium in Zuid-Holland bedraagt 30% van de accumulatie in geheel Nederland. Dit is relatief groot, zeker gezien het feit dat de oppervlakte van Zuid-Holland nog geen 10% van die van Nederland is. Met name de lokale bodemaccumulatie (baggerslib) is absoluut gezien hoog. Zuid-Holland is daarmee voor wat betreft cadmium een probleem-provincie.

Figuur 3: Cadmiumstromen en -accumulatie in de Zuidhollandse economie en het Zuidhollandse milieu (ton Cd/jaar), 1985



3.3 PROVINCIALE DEELSTROMEN

3.3.1 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 deelgebieden binnen de provincie de stromen in het milieu behandeld.

In de volgende paragrafen wordt een benadering uitgewerkt via twee uitgangspunten:

1. nadere detaillering via een gebiedsgerichte aanpak.
2. nadere detaillering via een aanpak gericht op specifiek Zuidhollandse (probleem)situaties.

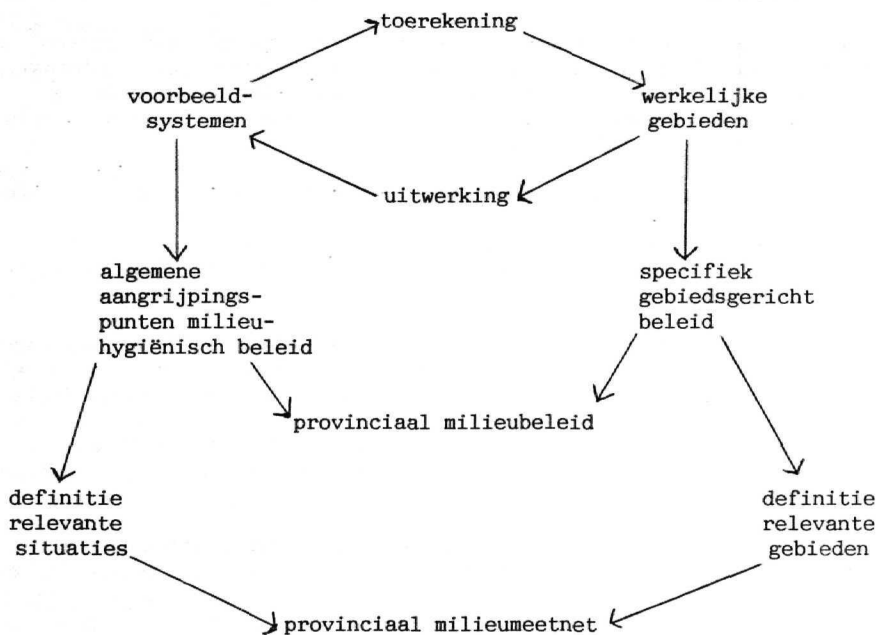
Ad 1. Bij deze benadering wordt het landelijk gebied Zuid-Holland opgedeeld in deelgebieden. Voor deze deelgebieden worden stofstroomschema's uitgewerkt. Uit praktische overwegingen wordt bij de keuze van de deelgebieden aangesloten bij de waterkwantiteitsbeheer-eenheden. Op die manier worden probleemgebieden geïdentificeerd, en bovendien ontstaat een beeld van het landelijk gebied van Zuid-Holland als geheel en de cadmiumstromen daarin.

Ad 2. Bij deze benadering worden een aantal voorbeeldsituaties gedefinieerd. Het provinciale stofstroomschema en de schema's van de deelgebieden bieden de aanknopingspunten bij de definiëring van de uit te werken situaties. Voor elke voorbeeldsituatie wordt vervolgens een stroomschema opgesteld. Deze benadering biedt voordelen bij het achterhalen van cadmium-stromen op een nog gedetailleerder niveau dan dat van deelgebieden. Er kunnen dan conclusies getrokken worden die daadwerkelijk verband houden met individuele activiteiten, zoals grondgebruik en bemesting, de aanwezigheid van een luchtmissiebron, en de invloed van een plaatselijke lozing op oppervlaktewater. Bovendien kan op dit niveau zinvol een verbinding worden gelegd naar de in het milieu voorkomende concentraties van cadmium.

Om een indruk te krijgen van de representativiteit van de gekozen voorbeeldsituaties wordt tenslotte aangegeven in welke gebieden dergelijke situaties voorkomen, en hoe algemeen zij zijn.

De beide benaderingen vullen elkaar aan, en bieden aanknopingspunten voor zowel het milieubeleid als het milieumeetnet van de provincie Zuid-Holland.

figuur 4 Relatie tussen de "hectaren" en de deelgebieden in Zuid-Holland, en de relevantie hiervan voor het provinciale milieubeleid.



3.3.2 DEELGEBIEDEN

Bij het opstellen van de stroomschema's voor deelgebieden van Zuid-Holland is gebruik gemaakt van de bestaande indeling in 9 waterschapsgebieden. In figuur 5 is de ligging van deze deelgebieden binnen Zuid-Holland te zien. Bij de berekeningen zijn emissies naar de grote Rijkswateren niet betrokken; deze vallen buiten de deelgebieden.

In bijlage 5 zijn de stroomschema's voor alle deelgebieden uitgewerkt. Cadmium dat via duikers met het ingelaten water de polders ingevoerd wordt, is bij gebrek aan gegevens niet in deze balansen opgenomen. Van de economische stromen zijn alleen de emissiegegevens in de balansen van de deelgebieden opgenomen.

In tabel 3.10 en 3.11 worden de voornaamste resultaten voor de deelgebieden weergegeven. Uit deze tabellen blijkt dat de cadmiumaccumulatie op het land absoluut gezien veel groter is dan de accumulatie in grondwater/waterbodem. Per hectare landbodem, resp. waterbodem blijkt het omgekeerde het geval met een verhouding tot ongeveer 1 : 10 (aanne: 97% land, 3% water). Voor de Groote Waard bijvoorbeeld is de landaccumulatie 11,2 g Cd/ha en de waterbodemaccumulatie maximaal 117,5 g Cd/ha. Hierbij moet opgemerkt worden dat het niet goed mogelijk is gebleken de accumulatie in waterbodems te scheiden van die in grondwater en eventueel oppervlaktewater (verhoging cadmiumconcentratie in water). De totale cadmiumaccumulatie in waterbodem, grondwater en oppervlaktewater is gedeeld door het geschatte waterbodem-oppervlak.

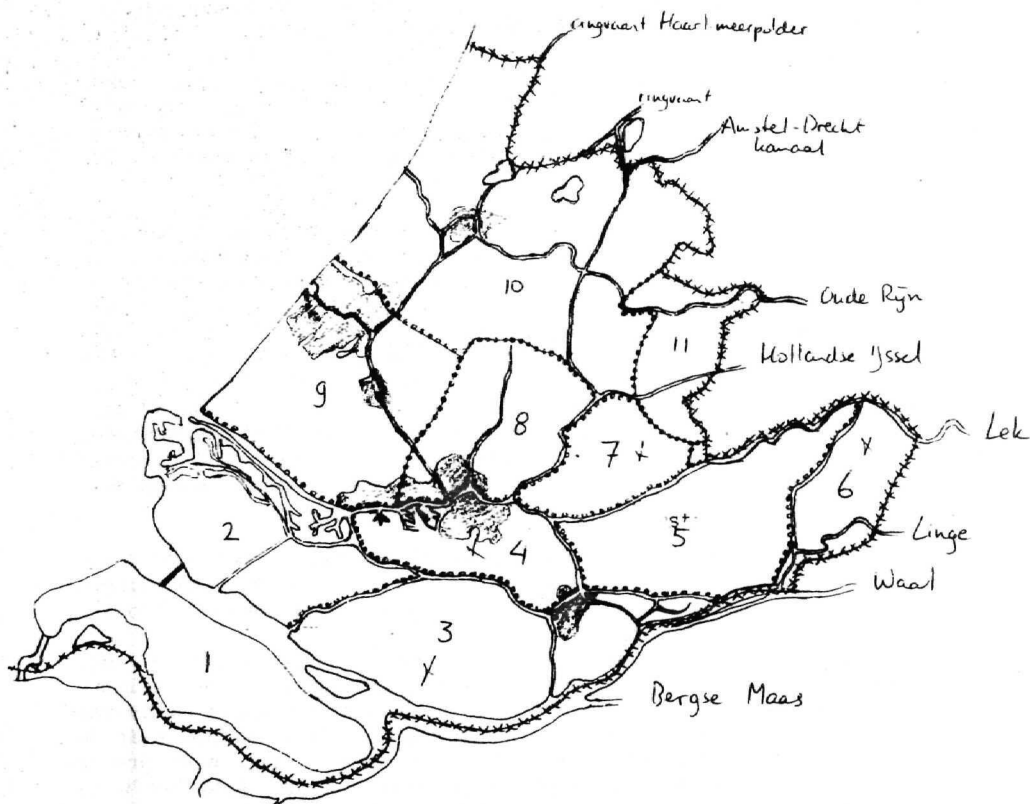
In tabel 3.13 is een gemiddelde cadmiumaccumulatie per hectare per deelgebied berekend (land- en waterbodem gemiddeld). Uit deze berekeningen blijkt dat de Brielse Dijkkring, de Groote Waard en IJsselmonde de hoogste accumulatie per hectare hebben.

De hoge accumulatie in de Brielse Dijkkring wordt veroorzaakt door de hoge lokale depositie als gevolg van emissies van de industrie en de vuilverbranding. Cadmiumemissies door de landbouw en de achtergronddepositie van cadmium spelen in dit gebied een ondergeschikte rol. De accumulatie in de Groote Waard is lager dan in de de Brielse Dijkkring omdat in de Groote Waard nauwelijks of geen industriële activiteiten zijn. Toch heeft de Groote Waard het op één na hoogste accumulatiecijfer. Emissies van vooral de vuilverbranding en daarnaast de akkerbouw en de achtergronddepositie van cadmium leiden tot dit hoge cijfer. Voor de verklaring van de accumulatie in IJsselmonde kan een zelfde redenering worden aangevoerd als voor de Groote Waard.

Bij de overige gebieden spelen lokale deposities een veel kleinere rol. De rol van de landbouw en de achtergronddepositie is in deze gebieden veel groter. Zo wordt het accumulatiecijfer voor Goeree-Overflakkee grotendeels veroorzaakt door het grote areaal bouwland en de relatief hoge kunstmestgift, die in dit gebied gegeven wordt in vergelijking met bijvoorbeeld De Groote Waard.

Het accumulatiecijfer voor Schieland/Delfland wordt grotendeels veroorzaakt door het grote areaal glastuinbouwland. In de glastuinbouw worden per hectare de hoogste kunstmestgiften gegeven.

Figuur 5. De deelgebieden in Zuid-Holland



- 1 Goeree-Overflakkee
- 2 Brielse Dijkkring
- 3 Groote Waard
- 4 IJsselmonde
- 5 Alblasserwaard
- 6 Vijfherenlanden

- 7 Krimpenerwaard
- 8 Schieland
- 9 Delfland
- 10 Rijnland
- 11 Woerden

Tabel 3.11 Totale instroom, uitstroom en accumulatie voor de deelgebieden van Zuid-Holland

	kg cadmium/jaar
instroom	4100,7
uitstroom	1514,6
accumulatie	2586,1
w.v. bodem diffuus	2078,5
waterbodem/grondwater/opp. water	507,6

Tabel 3.12 Accumulatie per deelgebied in bodem waterbodem/grondwater/oppervlaktewater in 1985.

	totaal	bodem diffuus			waterbodem/grondwater	
		kg/j	g/ha.j	mg/kg ds.j ¹	kg/j	g/ha.j
Schieland-Delfland	502,7	414,5	8,2	0,0039	88,2	56,4
Rijnland	388,0	325,3	4,1	0,0019	62,7	25,7
Krimpenerwaard	78,9	63,0	4,7	0,0022	15,9	38,3
Groote Waard	410,4	309,9	11,2	0,0053	100,5	17,5
Alblasserwaard	153,3	131,1	5,8	0,0028	22,2	31,8
Vijfheerenlanden	59,5	49,1	4,5	0,0021	10,4	30,6
Brielse Dijkkring	697,9	542,5	28,0	0,0133	155,4	259,0
Goeree Overflakkee	148,5	125,6	6,2	0,0029	22,9	36,5
IJsselmonde	146,9	117,5	11,7	0,0056	29,4	94,5

¹ Aannamen: accumulatie in de bovenste 20 cm. van de bodem; soortelijk gewicht bodem 1,5 kg/l; vochtgehalte 30%. De omrekeningsfaktor van g/ha j naar mg/kg j bedraagt dan 1/2100.

Tabel 3.13 Gemiddelde cadmiumaccumulatie per gebied

	g cadmium/ha
Schieland en Delfland	9,6
Rijnland	4,8
Krimpenerwaard	5,7
Groote Waard	14,4
Alblasserwaard	6,6
Vijfheerenlanden	5,3
Brielse Dijkkring	34,9
Goeree-Overflakkee	7,1
IJsselmonde	14,2

Tabel 3.12 Cadmiumgehalten in, en norm voor de gebieden die in het kader van het Zuidhollands meetnet PIMM gemeten zijn (in mg/kg d.s.)

	gemeten	norm
Schieland-Delfland - Midden Delfland	0,4 - 1,0	2,0
- Centrale Droogmakerij	0,4	0,7
Rijnland - Bodengraven Noord	0,1 - 1,0	2,4
- Bloembollenstreek	0,2	0,5

Daarnaast is de hoogte van de achtergronddepositie van belang. In de Alblasserwaard is landbouw relatief minder van belang dan in Goeree-Overflakkee, maar is de achtergrondconcentratie cadmium in neerslag en lucht veel hoger, waardoor per hectare ongeveer evenveel cadmium accumuleert.

Rijnland, Vijfheerenlanden en in mindere mate de Krimpenerwaard blijken een lager dan gemiddelde accumulatie vertonen, zowel in de bodem als in het watersysteem. Dit wordt vooral veroorzaakt door het landgebruik in deze gebieden: in weidegebieden is de cadmiumbelasting via kunstmest zeer gering. Bovendien zijn deze gebieden relatief ver verwijderd van grote luchtmissiebronnen.

De accumulatie is bovendien gegeven als een toename van de concentratie in de bodem in mg/kg droge stof per jaar (voor aannamen bij de omrekening zie tabel 3.11). Hieruit kan voor de verschillende gebieden een schatting worden gemaakt van de tijd die het zal duren voor de norm in het betreffende gebied overschreden wordt. Hiervoor moet de huidige concentratie bekend zijn, en de voor de specifieke bodem geldende norm². Voor de gebieden die in het kader van het Zuidhollandse meetnet PIMM onderzocht zijn, zijn deze gegevens in tabel 3.14 opgenomen (uit Van der Voet en Van der Naald, 1987).

In de Centrale Droogmakerij (Delfland) zal de norm (gemiddeld) over 75 jaar overschreden worden. In de onderzochte gebieden in Rijnland (Bodegraven-Noord en Bloembollenstreek) zal het meer dan 150 jaar duren.

In een aantal gebieden (Brielse Dijkkring, Groote Waard en IJsselmonde) is de accumulatie veel hoger dan in de PIMM-gebieden. Voor deze gebieden zijn geen gegevens over de huidige concentraties. Het zal duidelijk zijn dat de norm in deze gebieden veel eerder overschreden kan worden.

Uit de stroomschema's voor de deelgebieden kunnen nu een aantal conclusies worden getrokken:

1. De cadmiumaccumulatie is afhankelijk van lokale depositie, achtergronddepositie en landbouwactiviteit. De belasting van deze gebieden met cadmium, dat wordt ingemalen vanuit de Rijkswateren blijkt relatief zeer gering te zijn.
2. Lokale depositie als gevolg van industriële en vuilverbrandingsemisies bepaalt in zeer belangrijke mate de cadmiumaccumulatie in de deelgebieden.
3. Over het algemeen blijkt dat achtergronddepositie en mest een gelijk aandeel in de instroom van cadmium in de polders hebben. Voor sommige gebieden ligt deze verhouding anders. Voor akkerbouwgebieden is de instroom van cadmium uit mest ongeveer 2 maal zo groot als de instroom door depositie van cadmium.
4. De hoeveelheden ingelaten boezemwater via duikers is onbekend en niet betrokken in deze balans. Deze pm-posten kunnen gevolgen hebben voor de hier berekende accumulatie in de waterbodems.

² Deze is afhankelijk gesteld van de eigenschappen van de betreffende bodem.

5. De polderwateren verontreinigen de boezemwateren met cadmium. Er wordt in elk gebied meer cadmium uitgemalen dan er ingemalen wordt via de boezemgemalen. Dit geldt niet alleen in kwantitatieve zin, maar voor een aantal gebieden ook in kwalitatieve zin. Uit de PIMM-metingen blijkt bijvoorbeeld dat de gemiddelde cadmiumgehalten in het provinciale oppervlaktewater in Bodengraven-Noord (Rijnland) en Midden-Delfland (Delfland) hoger zijn dan de gehalten in Rijn en Maas zoals in dit rapport vermeld.
6. Uit- en afspoeling zijn onzekere factoren en tegelijk van groot belang voor de accumulatie van cadmium in grondwater en waterbodem. Het is niet onwaarschijnlijk dat het grondwater onder de akkerbouwlanden van de polders, door de hoge grondwaterstand, verontreinigd is met cadmium.
7. De toename van de cadmiumconcentratie in de bodem bedraagt voor de verschillende waterschappen naar schatting 0,002 tot 0,013 mg/kg d.s. per jaar. Volgens deze schattingen kan de norm voor cadmium, afhankelijk van het gebied, over enkele tientallen tot honderden jaren overschreden worden. Dit hangt af van de huidige concentratie in, en de eigenschappen van, de bodem in het betreffende gebied.

De totale accumulatie in waterbodems in Zuid-Holland bedraagt 5,2 ton cadmium/jaar (zie tabel 3.8). Slechts ca. 10% hiervan kan aan de polderwateren van de deelgebieden worden toegeschreven. Het grootste gedeelte van de accumulatie in waterbodems vindt dus plaats in de grotere provinciale wateren en de Rijkswateren. De herkomst van de cadmiumaccumulatie in de polderwateren ligt voornamelijk bij de uitspoeling van diffuse bronnen van cadmium, zoals mest en depositie. De herkomst van de cadmiumaccumulatie in Zuid Holland als geheel ligt voornamelijk bij de invoer van cadmium via oppervlaktewater, en de industriële waterlozingen. De totale cadmiumaccumulatie in de bodem van Zuid-Holland ten gevolge van diffuse bronnen bedraagt 2219 kg Cd/jaar. Dit komt redelijk goed overeen met de geschatte cadmiumaccumulatie in de bodems van de deelgebieden, die 2079 kg Cd/jaar bedraagt. Dit is geheel volgens de verwachting.

De instroom van cadmium naar waterbodem en grondwater is berekend op basis van respectievelijk de bezinking en de uitspoeling van cadmium. De resultaten van deze berekeningen zijn te vinden in bijlage 5. Afzonderlijke accumulatiecijfers voor deze compartimenten kunnen niet gegeven worden, aangezien onduidelijk is hoe de compartimenten waterbodem, grondwater en oppervlaktewater zich tot elkaar verhouden. Het is bijvoorbeeld wel bekend hoe groot de cadmiumstroom naar grondwater en waterbodem is, maar niet hoe groot de wisselwerking is tussen grondwater en oppervlaktewater en tussen waterbodem en oppervlaktewater.

Uit de bevindingen ten aanzien van de cadmiumstromen op regionaal niveau komen enkele aanbevelingen naar voren voor het Zuidhollands milieumeetnet PIMM.

In de eerste plaats lijkt het zeer zinvol om juist in de zwaarder belaste gebieden te gaan meten (zie ook de aanbevelingen in Van der Voet en Van der Naald, 1987). Op die manier kan inzicht ontstaan in de wijze waarop de hoge accumulaties zich vertalen in concentraties in het milieu. Bovendien kan met kennis van de huidige concentraties een betere schatting gemaakt worden van de termijn waarop overschrijding van normen verwacht moet worden.

In de tweede plaats verdient het aanbeveling de metingen met name op bodem en waterbodem te concentreren. Uit de stofstroomanalyse blijkt duidelijk dat daar wat betreft cadmium problemen te verwachten zijn. Voor de waterbodems in polderwateren is het daarbij ondoenlijk gebleken de omvang van de accumulatie te schatten, maar is het niet onmogelijk dat deze per eenheid van oppervlakte veel groter is dan de accumulatie in terrestrische bodems. Milieumetingen kunnen hier mogelijk een kennishiaat invullen.

3.3.3 VOORBEELDSITUATIES

Voor de definitie van specifieke Zuidhollandse situaties op het kleinste schaalniveau worden milieusituaties gedefinieerd in de vorm van 'hectares' grond met een bepaald gebruik en een bepaalde belasting. Per deelgebied kan vervolgens worden aangegeven welke van deze situaties in dat gebied voorkomen. Op deze manier ontstaat een beeld van de differentiatie in cadmiumbelasting binnen de verschillende deelgebieden, en van de belangrijkste belastingbronnen die deze veroorzaken.

Voor de invulling van de 'hectares' wordt uitgegaan van de gebruiksfuncties van de bodem zoals die in Zuid-Holland voorkomen. Per functie zijn een aantal situaties met verschillende belastinggraad gedefinieerd. Gekozen is voor de uitwerking van enkele hectares agrarisch grasland, enkele hectares bouwland, en een hektare glastuinbouwgrond. In tabel 3.15 is aangegeven hoe deze grondgebruikstypen verdeeld zijn over de verschillende deelgebieden.

Er zijn ook andere functies te onderscheiden binnen de deelgebieden, bijvoorbeeld recreatie of natuurgebied. De agrarische situaties worden echter als het meest relevant beschouwd, vanwege het feit dat bemesting voor deze bodems een belangrijke rol speelt, en vanwege de directe relatie met mogelijke blootstelling van de mens.

tabel 3.15 Percentage landbouwgrond per gebied

	totaal	bouwland	grasland	tuinbouw	
				open	glas
Schieland en Delfland	56%	14%	32%	2%	9%
Rijnland	42%	3%	33%	6%	1%
Krimpenerwaard	75%	-	75%	-	-
Groote Waard	81%	68%	13%	-	-
Alblasserwaard	73%	-	72%	1%	-
Vijfheerenlanden	97%	2%	89%	6%	-
Brielse Dijkkring	58%	30%	24%	3%	1%
Goeree-Overflakkee	82%	67%	6%	8%	-
IJsselmonde	47%	23%	9%	14%	1%

Voor stedelijke gebieden kan zo'n uitwerking op analoge manier worden gemaakt. Een definiering van situaties in een stedelijk gebied zal echter wel bewerklijker zijn door de grotere verscheidenheid aan cadmium-emitterende activiteiten. Een gedetailleerde inventarisatie van economische processen en hieraan toe te rekenen cadmium-emissies zal daar dan onderdeel van moeten zijn. In het kader van deze studie wordt hier niet verder op ingegaan.

Grasland

Uit de stroomschema's voor de deelgebieden blijkt dat bemesting en depositie de belangrijkste belastingbronnen van de bodem zijn. Voor de 'hectare' grasland zijn daarom drie situaties uitgewerkt, nl. grasland met

- een 'gemiddelde' belasting
- een hogere belasting door bemesting; gekozen is voor de toepassing van zuiveringsslib.
- een hogere belasting door depositie; gekozen is voor de aanwezigheid van een lucht-emissie puntbron in de nabijheid (als voorbeelden zijn de vvi-Leiden en -Dordrecht¹ genomen)

In bijlage 6 (figuur 1 t/m 3 en tabel 1 t/m 3) zijn voor deze drie situaties stofstroomschema's opgesteld. Uit de schema's blijkt dat met name het gebruik van zuiveringsslib tot een hoge accumulatie kan leiden, nl. bijna drie maal zo hoog als in de 'gemiddelde' situatie. De aanwezigheid van een vvi vergelijkbaar met de vvi-Leiden geeft een bijna 2 maal zo hoge accumulatie, de vvi-Dordrecht een 6 maal zo hoge accumulatie.

Bouwland

Analoog aan grasland kunnen voor bouwland drie situaties worden onderscheiden:

- gemiddelde Cd-belasting door bemesting en depositie
- hogere belasting via zuiveringsslib
- hogere belasting via depositie.

Uitgegaan is van een teelt van consumptie-aardappelen.

De resultaten hiervan zijn in bijlage 6 weergegeven (in figuur 4 tot en met 6 en tabel 4 tot en met 6). In vergelijking met grasland is de cadmiumbemesting aanzienlijk hoger. Oorzaak hiervan is het veel hogere gebruik van fosfaatkunstmest. Ook voor andere teelten kan een dergelijke invulling van het stofstroomschema worden gemaakt. Naast verschillen in de bemesting (in de meeste gevallen zal dat lager zijn) zal met name de onttrekking via de gewassen anders kunnen zijn (ook meestal lager).

De invloed van een lokale bron (vvi-Dordrecht kan eveneens een aanzienlijke bijdrage aan de cadmiumaccumulatie geven.

In aardappelen accumuleert gemiddeld 7,5-10% van het cadmium uit de bodem. Voor andere gewassen kan dit afhankelijk van de bodem en het gewas oplopen tot 80% (mais op humusarme zandgrond) (Ros en Slooff 1987). De ontwerpnormen voor aardappelen, groenten en granen bedragen 0,1-0,2 mg/kg vers produkt (Ros en Slooff 1987). De gemiddelde gehalten (Nederland) bedragen 0,02-0,15 mg/kg v.p. (Ros en Slooff 1987). Dit betekent dat over ongeveer 100 jaar een groot aantal produkten voor wat betreft cadmium

¹ De depositieschatting is gemaakt door TNO (1987). De immissie rond de vvi-Leiden is de laagste van de Zuidhollandse vvi's (DCMR 1983): Leiden 0,24 ng/m³; Den Haag 0,33; AVR 0,26; Roteb 0,43 en Gevudo (Dordrecht) 1,7. Op basis van de verspreidingsberekening van TNO kan voor Dordrecht een ca. 7 maal zo hoge depositie verwacht worden.

De emissieschatting gemaakt door de DCMR is voor Leiden bovendien een factor 2,4 hoger dan de schatting van TNO (resp. 0,1 en 0,24 ng/m³). Er moet dus rekening mee worden gehouden dat de depositie een factor 2,4 hoger kan zijn.

niet meer aan de warenwetnormen zullen voldoen. Voor een beperkter aantal produkten zal dit aanzienlijk eerder het geval kunnen zijn.

Tenslotte is een uitwerking gemaakt voor een hectare glastuinbouwgrond (tomatenteelt). De fosfaatkunstmestgift is hier buitengewoon hoog, en als gevolg daarvan de accumulatie. Belasting via depositie wordt hier, vanwege de overkapping, geacht in het geheel niet plaats te vinden.

Toerekening aan de deelgebieden

De hektares 'gemiddeld' grasland komen voor in Zuidhollandse weidegebieden die niet in de buurt van grote luchtmissiebronnen liggen, zoals bijvoorbeeld de Alblasserwaard, Krimpenerwaard, Vijfherenlanden en delen van Rijnland. De gemiddelde bouwlandhectares komen voor in gebieden als Goeree-Overflakkee, de Groote Waard en delen van Schieland. Ook de hectares waarop zuiveringsslib wordt aangewend kunnen verspreid in deze gebieden voorkomen.

De hectares gras- en bouwland waarop een extra hoge depositie plaatsvindt liggen in de buurt van grote luchtmissiebronnen. De vijf Zuidhollandse vvi's liggen in resp. Rijnland, Delfland, IJsselmonde, de Groote Waard en de Brielse Dijkkring. Daarnaast zijn er een aantal industriële bronnen, waarvan het grootste gedeelte ligt binnen de Brielse Dijkkring (dat de Maasvlakte omvat). IJsselmonde heeft bovendien een hoge achtergronddepositie. In deze twee gebieden zal de bijdrage van de depositie aan de belasting hoger kunnen zijn.

Glastuinbouw tenslotte wordt bijvoorbeeld bedreven in de kassengebieden van Delfland. Zoals blijkt uit tabel 3.15 komt ook in andere gebieden echter glastuinbouw voor.

Tabel 3.16 Belasting Zuidhollandse landbouwpercelen in verschillende situaties

	Accumulatie	
	g/ha j	mg/kg j
Grasland - veebezetting 3 GVE/ha, 'achtergrond'	2,2	0,0010
- idem, met 1 ton zuiveringsslib/ha	8,1	0,0038
- idem, nabij vvi Leiden en Dordrecht	3,8-12,6	0,0018-0,0060
Bouwland - aardappelteelt, 'achtergrond'	7,1	0,0034
- aard. met 2 ton zuiveringsslib/ha	17,6	0,0084
- aard. nabij vvi Leiden en Dordrecht	8,4-17,2	0,0040-0,0080
Glastuinbouw - tomaten	14,7	0,0070

4 TECHNISCHE EVALUATIE

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de hiaten en onzekerheden in de gegevens die gebruikt zijn bij de invulling van de stofstroomschema's op de verschillende niveaus, en de mate waarin deze de betrouwbaarheid van de conclusies kunnen beïnvloeden. In § 4.1 komen de economische gegevens aan de orde, in § 4.2 de milieugegevens.

4.1 ECONOMISCHE GEGEVENS

Nederland

Voor de in- en uitvoer via de economie zijn veel gegevens beschikbaar in de CBS-statistieken, echter niet alle cadmiumbevattende grondstoffen, materialen en produkten worden apart geregistreerd. Daarnaast is in sommige gevallen het cadmiumgehalte van deze goederen niet bekend of onnauwkeurig.

De cadmiuminvoer via de zinkertsimport is redelijk nauwkeurig. Het basisdocument geeft een spreiding aan van 600 - 1000 ton Cd, hetgeen wat te ruim lijkt op grond van de cadmiumproduktie van bijna 600 ton. Een spreiding van 700 tot 850 ton lijkt beter, hetgeen overigens nauwelijks gevolgen heeft voor de emissie naar het milieu omdat de berging op eigen terrein van het jarosiet als sluitpost beschouwd kan worden.

De hoeveelheden cadmium in Ni/Cd-batterijen en -accu's zijn vrij onnauwkeurig (bijlage 3). Verder is bij gebrek aan gegevens, verondersteld dat de in- en de uitvoer van cadmium in oplaadbare batterijen in apparatuur in evenwicht zijn. Een en ander kan tot gevolg hebben dat de cadmiumstromen via Ni/Cd-batterijen en -accu's een factor 2 groter of kleiner zijn dan vermeld. Dit heeft echter nauwelijks invloed op de emissies, maar wel op de accumulatie in de economie en daardoor op eventuele emissies in de toekomst.

Het Cd-gehalte in fosfaaterts is afhankelijk van het land van herkomst en is met een zekere spreiding bekend, hetgeen leidt tot een onnauwkeurigheid van 20%. De emissies naar het milieu zijn echter gebaseerd op waarnemingen zodat afwijkingen vooral gevolgen hebben voor de invoer via de economie en de accumulatie middels voorraden. Voor de fosfaatkunstmest bedraagt de onnauwkeurigheid 25%, hetgeen dus ook geldt voor de Cd-emissie met de fosfaatmest.

Voor cadmium in kunststoffen is de beschikbaarheid van gegevens omtrent de Cd-gehalten en de hoeveelheid kunststoffen die Cd bevatten vrij slecht (bijlage 9). Geraamd wordt dat de spreiding van in en uitvoer via de economie zeker een factor 2 kan bedragen. Voor de emissies heeft dit weer nauwelijks gevolgen omdat deze hoofdzakelijk via vrij goed bekende emissies met het huisvuil plaatsvinden.

De grootste onnauwkeurigheid zit in de schatting van het Cd-gehalte van ruwe aardolie en daardoor zware stookolie, deze kan een faktor 15 lager zijn dan hier aangenomen. De totale luchtmissie in Nederland zou daarmee met meer dan 15% dalen, in Zuid-Holland zou de totale luchtmissie zelfs met 34% dalen. De invloed op de totale emissie naar het milieu is echter veel kleiner. Op het totaal van de invoer via de economie zou het eveneens slechts een kleine daling betekenen.

Concluderend kan gesteld worden dat de in- en uitvoer via de economie met een marge van ca. 30% redelijk betrouwbaar zijn.

De emissies naar lucht en water zijn goed bekend en beschikbaar, alleen de kleine emissiebronnen zijn waarschijnlijk onvolledig. De nauwkeurigheid laat vooral te wensen over bij de olieraffinage door spreiding in het Cd-gehalte en bij de staalproductie door spreiding in de emissiefactoren waardoor de totale luchtmissie 15% kan afwijken.

De emissies met het effluent van de afvalwaterzuiveringen zijn gebaseerd op het Cd-gehalte in slib en een globaal zuiveringsrendement van 50%. De cadmiumgehalten in slib worden intensief geanalyseerd en zijn vrij betrouwbaar. Het zuiveringsrendement ligt tussen 40 en 70%, zodat de hoeveelheden cadmium in slib en effluent een onnauwkeurigheid hebben van ca. 20%.

De hoeveelheid cadmium in huishoudelijk zakkenvuil is vrij nauwkeurig bekend. Voor de andere afvalstoffen zijn ruwe ramingen gemaakt. Voor het totaal van de afvalstoffen is het gemiddelde gehalte van zakkenvuil aangehouden. Op basis van gegevens over Cd-gehalten in vliegassen en slakken zou de Cd-vracht echter 50 tot 100% hoger moeten zijn. De Cd-vracht in slakken en vliegassen is echter weinig nauwkeurig door de grote spreiding in de analysesresultaten. De onzekerheden hebben vrij weinig invloed op de emissies naar het milieu omdat deze gebaseerd zijn op een uitgebreid meetprogramma in Zuid-Holland.

Over het geheel genomen kan de totale emissie als redelijk nauwkeurig beschouwd worden.

Zuid-Holland

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 in- en uitvoer. Daarbij is rekening gehouden met geografische factoren zoals lokaties van industriële activiteiten. De betrouwbaarheid zal wellicht wat minder zijn dan voor de nationale in- en uitvoer, maar zeker wat betreft het netto resultaat van in- en uitvoer wordt verwacht dat de onnauwkeurigheid niet meer dan 50% bedraagt.

De emissies in Zuid-Holland zijn over het algemeen op betrouwbare gegevens gebaseerd. Dit geldt niet voor de luchtmissie van de olieraffinerijen, welke een factor 15 lager kunnen zijn. Daardoor zou de totale luchtmissie in Zuid-Holland met 34% dalen, maar de totale emissie naar het milieu slechts 2%.

Voor de waterzuiveringsinstallaties en de vuilverbrandingsinstallaties is zelfs zeer gedetailleerde informatie beschikbaar. De aanwezigheid en beschikbaarheid van gedetailleerde gegevens omtrent industriële emissies liet soms te wensen over zodat voor Zuid-Holland nauwelijks een gedetailleerder beeld dan voor Nederland verkregen kon worden. Voor de emissies geldt ook voor Zuid-Holland dat ze als redelijk nauwkeurig beschouwd kunnen worden.

4.2 MILIEUGEGEVENS

In deze paragraaf worden de gegevens op nationaal, provinciaal en deelstroom-niveau beoordeeld op:

- aanwezigheid van de 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 3.17 wordt een beoordeling van de gegevens op de drie niveaus gegevens.

4.2.1 GEGEVENS

Nationaal niveau

Op nationaal niveau zijn de meeste gegevens wel aanwezig. Naar gegevens over afgravingen is niet gezocht. Deze zijn er waarschijnlijk wel (diffuus), maar zijn voor deze studie weinig relevant. De beschikbaarheid van de gegevens die er zijn is in het algemeen goed.

De meeste gegevens zijn ook goed toegankelijk. De gegevens m.b.t. de uitvoer via het oppervlaktewater vormen hierop een uitzondering. Oorzaak hiervan is dat de nodige specialisme nodig is om de gegevens te extrapoleren van gemengd zout/zoet naar zoet water.

De nauwkeurigheid van de gegevens is redelijk. Uitzondering hierop vormen de uitvoergegevens en de milieuprocessen (onttrekking door gewassen en uit- en afspoeling; de depositie is redelijk nauwkeurig). De oorzaak hiervan is dat deze parameters moeilijk direct meetbaar zijn en voornamelijk modelmatig benaderd worden. Er moet bij alle gegevens met een zekere marge rekening worden gehouden. Deze zal makkelijk in de orde grootte van een factor 2 of zelfs meer kunnen liggen (b.v. invoer via water factor 2).

De doorwerking van deze onzekerheden is met behulp van een gevoeligheidsanalyse doorgerekend (zie paragraaf 4.2.2)

Met betrekking tot de gegevens op het niveau van het nationale cadmium-stroomschema kan geconcludeerd worden dat er geen ernstige knelpunten zijn. Dit ligt in de lijn der verwachting daar er recent diepgaande studies naar cadmium in Nederland zijn uitgevoerd (CCRX en Basisdocument).

Provinciaal niveau

Op provinciaal niveau zijn minder gegevens aanwezig. Dit levert in het algemeen geen problemen op omdat ze kunnen worden afgeleid uit de landelijke gegevens.

De toegankelijkheid van de gegevens is minder goed dan op landelijk niveau. Dit is niet verwonderlijk daar op provinciaal niveau niet eerder een cadmium-studie is uitgevoerd. Met name de toegankelijkheid van sommige provinciale emissiegegevens is slecht. Dit heeft enerzijds met de

diffuse verspreiding van de gegevens te maken (awzi's, vvi's, etc.), anderzijds met de slechte documentatie van gegevens (bedrijfsemissies). De beschikbaarheid van gegevens op provinciaal niveau levert geen problemen op.

De nauwkeurigheid van de gegevens op provinciaal niveau is vergelijkbaar met die op landelijk niveau. Hierbij moet er wel op gewezen worden dat de nauwkeurigheid van gegevens afgeleid uit landelijke gegevens kan afnemen.

Geconcludeerd kan worden dat ook de gegevens op provinciaal niveau nauwelijks problemen opleveren. De nauwkeurigheid van de gegevens op provinciaal niveau is niet slechter dan op landelijk niveau, maar kan wel afnemen als gegevens van nationaal niveau naar provinciaal niveau geëxtrapoleerd worden.

Deelstromen

Op het niveau van de deelstromen geldt dat de beschikbaarheid van gegevens specifiek voor dit niveau beperkter is. De wel beschikbare gegevens zijn voor een deel slecht toegankelijk. De gegevens met betrekking tot in- en uitvoer via het milieu kunnen worden afgeleid uit de gegevens m.b.t. de waterbalansen in combinatie met kwaliteitsgegevens van de waterschappen. Dit is zeer bewerkelijk. Datzelfde geldt voor de bemesting en de onttrekking door gewassen: ook hiervan zijn basisgegevens beschikbaar maar kost de uitwerking zeer veel tijd.

De beschikbaarheid van de bedrijfsemissiegegevens is op deelstroomniveau slecht in verband met geheimhouding.

De nauwkeurigheid van de wel aanwezige gegevens is redelijk. Voorzover de gegevens niet beschikbaar zijn moeten extrapolaties vanuit hogere niveaus gemaakt worden. Hierbij geldt ook weer dat bij gebruik van gegevens van nationaal of provinciaal niveau de nauwkeurigheid kan afnemen. Hier staat tegenover dat de nauwkeurigheid van de schattingen van de milieuprocessen juist kan toenemen. Dit komt omdat op deelstroomniveau gedetailleerdere informatie met betrekking tot specificaties van het fysieke milieu aanwezig is. Hierdoor is modellering beter mogelijk. Het uitvoeren van dergelijke berekeningen kost wel veel tijd.

Voor de deelstromen geldt dus dat sommige gegevens moeizaam te krijgen zijn, en voor de bedrijfsgegevens geldt dat ze een knelpunt kunnen vormen door geheimhouding. Het grootste knelpunt ligt echter in de bewerkelijkheid van de wel beschikbare gegevens. De nauwkeurigheid van de gegevens blijft redelijk. Voor de milieuprocessen kan die zelfs toenemen.

4.2.2 GEVOELIGHEIDSANALYSE

Om de doorwerking van de onzekerheden in de ingevoerde gegevens te analyseren is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Voor alle ingevoerde posten is berekend wat de procentuele verandering in milieustromen en-accumulatie is als de post 2x zo hoog zou zijn. Een spreiding van een factor 2 is voor de meeste posten redelijk. De resultaten van deze analyse zijn in bijlage 6 weergegeven.

Uit de analyse blijkt dat, geheel volgens de verwachting, spreiding in de grootste posten de grootste doorwerking op de totale accumulatie zullen hebben.

Voor de diffuse accumulatie in de bodem is bovendien nauwkeurigheid van de kunstmest- en dierlijke mest gegevens, en van de achtergronddepositie van belang. Op provinciaal niveau is bovendien de nauwkeurigheid van de verhoogde lokale depositie ten gevolge van vvi's en industrie van belang.

Voor de waterbodems is vooral de nauwkeurigheid van de invoer via de rivieren van belang. Op provinciaal niveau is bovendien de nauwkeurigheid van de invoer via de Noordzee van belang, maar ook de nauwkeurigheid van de lozingen van awzi's en de industrie. Voor de deelgebieden geldt dat met name de nauwkeurigheid van de depositie- en mestgegevens van belang is.

Verder kan geconcludeerd worden dat de fout in de totale accumulatie landelijk gezien waarschijnlijk kleiner dan 25% zal zijn (ervan uitgaande dat niet alle posten gelijktijdig onderschat zijn). Op provinciaal niveau kan de fout 2x zo groot zijn, nl. 50% (industrie, invoer via de grote rivieren). Voor de diffuse bodemaccumulatie geldt dat de schattingen van afzonderlijke posten op provinciaal niveau waarschijnlijk nauwkeuriger zijn dan op landelijk niveau. Op provinciaal niveau zijn echter meer posten aanwezig waarin de onzekerheid in de gegevens in belangrijke mate (>10%) doorwerkt dan op landelijk niveau. Voor de lokale bodemaccumulatie en de waterbodemaccumulatie geldt dat deze op landelijk niveau nauwkeuriger geschat kunnen worden dan op provinciaal niveau.

5. BELEIDSANALYSE

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de beleidsmogelijkheden om in te grijpen in bepaalde cadmiumstromen. De ingang hierbij wordt enerzijds gevormd door de probleemstromen, zoals die uit de analyse van het stofstroomschema naar voren zijn gekomen, 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.

5.1 VOORTZETTING VAN HUIDIGE ONTWIKKELINGEN

Probleemstromen hebben behalve een omvangsaspect ook een tijdsaspect: bepaalde stromen die nu relatief omvangrijk zijn kunnen een sterk dalende trend vertonen, zodat zij in de toekomst zonder aanvullend beleid tot een aanvaardbare omvang worden teruggebracht. Aan de andere kant kunnen stromen die nu nog klein zijn, sterk groeien en daarmee in de toekomst voor problemen gaan zorgen. Met name dit laatste punt is van groot belang voor het milieubeleid. Het is daarom zinvol om bij de analyse van probleemstromen naast een stroomschema voor één jaar ook een overzicht te hebben van de trends en zo een beeld te krijgen van de toekomstige situatie, zoals die zonder enige vorm van aanvullend beleid eruit zou zien.

Op mondiaal niveau zijn twee ontwikkelingen in cadmiumstromen van belang. In de eerste plaats neemt mondiaal gezien de zinkproductie waarschijnlijk nog steeds toe. (Volgens het Roskill instituut neemt de zink-productie niet meer toe. Hierdoor staat de markt momenteel onder druk). Aangezien zinkerts de voornaamste bron van cadmium is, zal de jaarlijks beschikbaar komende hoeveelheid cadmium waarschijnlijk ook toenemen. In de tweede plaats neemt mondiaal gezien de productie van nikkel-cadmiumbatterijen sterk toe. De hoeveelheid cadmium die daarin wordt verwerkt bedraagt momenteel een derde van de totale hoeveelheid toegepast cadmium.

Voor Nederland, en daarmee ook voor Zuid-Holland en Zuidhollandse deelgebieden, heeft dit als consequentie dat de invoer van cadmium via de economie niet zal afnemen. In het geval van batterijen zal deze zelfs nog aanzienlijk toenemen.

Ook op nationale en Europese schaal zijn enkele ontwikkelingen gaande die de cadmiumstromen in Nederland, bij de afwezigheid van extra sturend beleid, kunnen beïnvloeden. Genoemd kunnen worden (Olsthoorn en Thomas):

- Bevolkingstoename; deze veroorzaakt een grotere vraag naar produkten en daarmee een grotere hoeveelheid afval, een grotere hoeveelheid te zuiveren rioolwater, en een grotere energiebehoefte.
- Toename van de hoeveelheid Cd-bevattend afval per hoofd van de bevolking. Voor een aanzienlijk deel is deze terug te voeren op de verwachte toename in afgedankte batterijen.
- Toename van de verbranding van huishoudelijk afval. Deze toename wordt geacht zo'n omvang te hebben, dat de verhouding stort/verbranden niet verandert.

Op basis van deze ontwikkelingen is aangenomen, dat de hoeveelheid cadmium in afval met 25% zal toenemen, exclusief batterijen. Hiervoor wordt met nog een extra toename van 60 ton Cd voor Nederland, resp. 15 ton Cd voor Zuid-Holland. In- en uitstromen in rwzi's worden aangenomen met 17% te stijgen (zie ook § 5.5).

Andere ontwikkelingen die gaande zijn:

- Toename van het aantal steenkolengestookte elektriciteitscentrales, waardoor met name de afvalstort van Cd (vlieg-as en slakken) op eigen terrein zal toenemen.
- Afname van de luchtmissies door de ijzer- en schrootindustrie tot een constant, laag niveau, door het nemen van enkele nu reeds vastgestelde emissiebeperkende maatregelen (zie ook Basisdocument, 1987).
- Trendmatige afname van het Cd-gehalte, en daarmee ook de Cd-vracht in de Rijn en de Maas¹.

Constant verondersteld wordt:

- De bemesting: trendmatig is er wat betreft dierlijke mest nog steeds een toename te zien, maar deze zal door (niet cadmium-gerichte) maatregelen mogelijk worden gestopt of zelfs omgezet worden in een afname. Het gebruik van kunstmest ligt al jarenlang op een vrij stabiel niveau.
- De invoer via de Schelde: hier is in de afgelopen jaren geen sprake van enige afname.
- De invoer via de lucht: hierover ontbreken eigenlijk gegevens waaruit een verloop is af te leiden.

In figuur 6 is aangegeven welke veranderingen het doorrekenen van dit scenario oplevert voor de cadmiumstromen en -accumulatie in het milieu van Nederland. Zoals te verwachten was, is de invoer via het milieu voor een imaginaire situatie in het jaar 2000 aanzienlijk lager dan die voor 1985. Dat geldt eveneens voor de uitvoer via het milieu.

De emissies naar het milieu zijn aanzienlijk toegenomen ten opzichte van 1985. Deze toename is met name toe te schrijven aan de toegenomen hoeveelheid cadmium in huishoudelijk afval. Deze is zo groot dat de afname in emissies door het schonere baggerslib (door de verminderde invoer via Rijn en Maas) zelfs meer dan wordt gecompenseerd. Voor het baggerslib is aangenomen dat niets verandert in de hoeveelheid Cd die naar de Noordzee wordt afgevoerd. Het is mogelijk dat voor wat betreft cadmium een belangrijk groter gedeelte van het baggerslib nu een voldoende kwaliteit heeft om in zee gestort te mogen worden. De verontreiniging met andere stoffen zal echter eerder toe- dan afnemen.

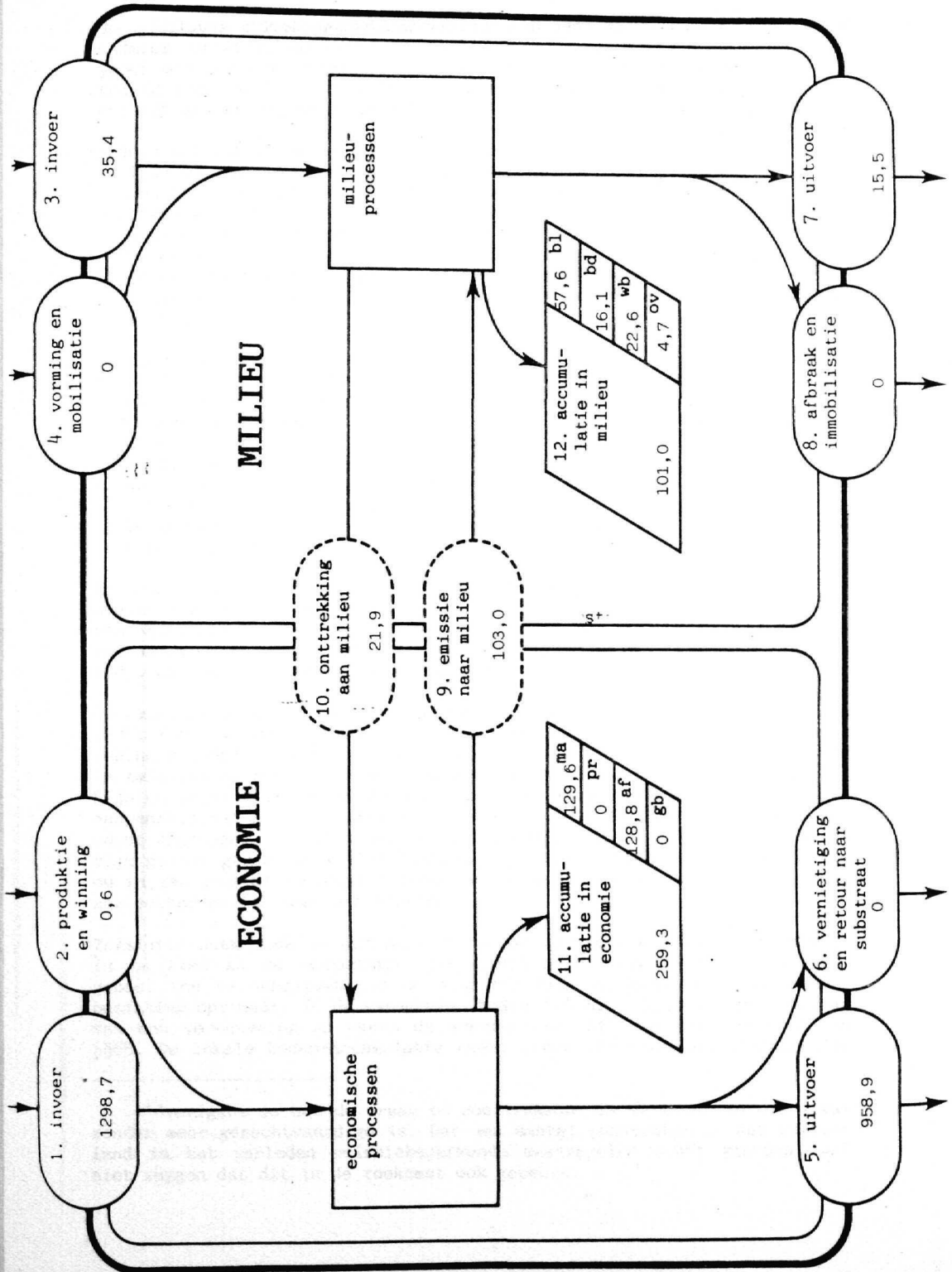
Tenslotte neemt ook de accumulatie in het milieu toe. Een lichte afname is te zien in de accumulatie in waterbodems. Deze afname is vrijwel geheel toe te schrijven aan de schonere Rijn en Maas, waardoor minder bezinking optreedt. In de categorie 'bodem diffuus' is echter geen sprake van een verbetering en neemt de accumulatie iets toe ten opzichte van 1985. De lokale bodem-accumulatie neemt sterk toe, hetgeen voornamelijk

¹Overigens is het de vraag of doortrekken van de trend in dit geval zonder meer gerechtvaardigd is. Dat een aantal emittenten in het buitenland in het verleden emissiebeperkende maatregelen heeft genomen, wil niet zeggen dat dit in de toekomst ook gebeurt.

wordt veroorzaakt door de toegenomen stort van huishoudelijk afval.



Figuur 6. Cadmiumstromen en -accumulaties in de Nederlandse economie en het Nederlandse milieu in 2000, autonome ontwikkeling (ton cadmium/jaar).



Voor Zuid-Holland is het beeld op enkele punten afwijkend van het landelijke, zoals blijkt uit figuur 7. We zien hier, evenals voor heel Nederland, de invloed van de schonere Rijn en Maas doorwerken in een verminderde invoer, een verminderde uitvoer en een licht afgenomen accumulatie in de waterbodems. Afwijkend van het landelijk beeld is de afgenomen accumulatie in stortlocaties. Het schonere baggerslib is hiervan de oorzaak, tezamen met het feit dat in Zuid-Holland vrijwel geen stort van huishoudelijk afval plaats vindt.

Het beeld voor wat betreft de diffuse bodemaccumulatie in Zuid-Holland is echter veel ongunstiger dan het landelijke. Hier zien we een toename van bijna 20%, veroorzaakt door de grotere luchtmissies vanuit vuilverbrandingsinstallaties. Deze accumulatie, die waarschijnlijk als de grootste probleemstroom beschouwd kan worden, komt daarmee nadrukkelijk in aanmerking voor sanering via het milieubeleid. Hierop wordt verder ingegaan in de komende paragrafen.

Doorrekenen van het scenario tot op het niveau van de deelgebieden is moeilijker. Er moet dan bijvoorbeeld een aanname worden gemaakt of de extra vuilverbranding gebeurt door vergroting van de capaciteit van de bestaande vvi's, of dat er nieuwe vvi's worden gebouwd. In het laatste geval zou ook een aanname moeten worden gedaan m.b.t. de lokatie ervan. In dit rapport is gekozen voor de eerste optie.

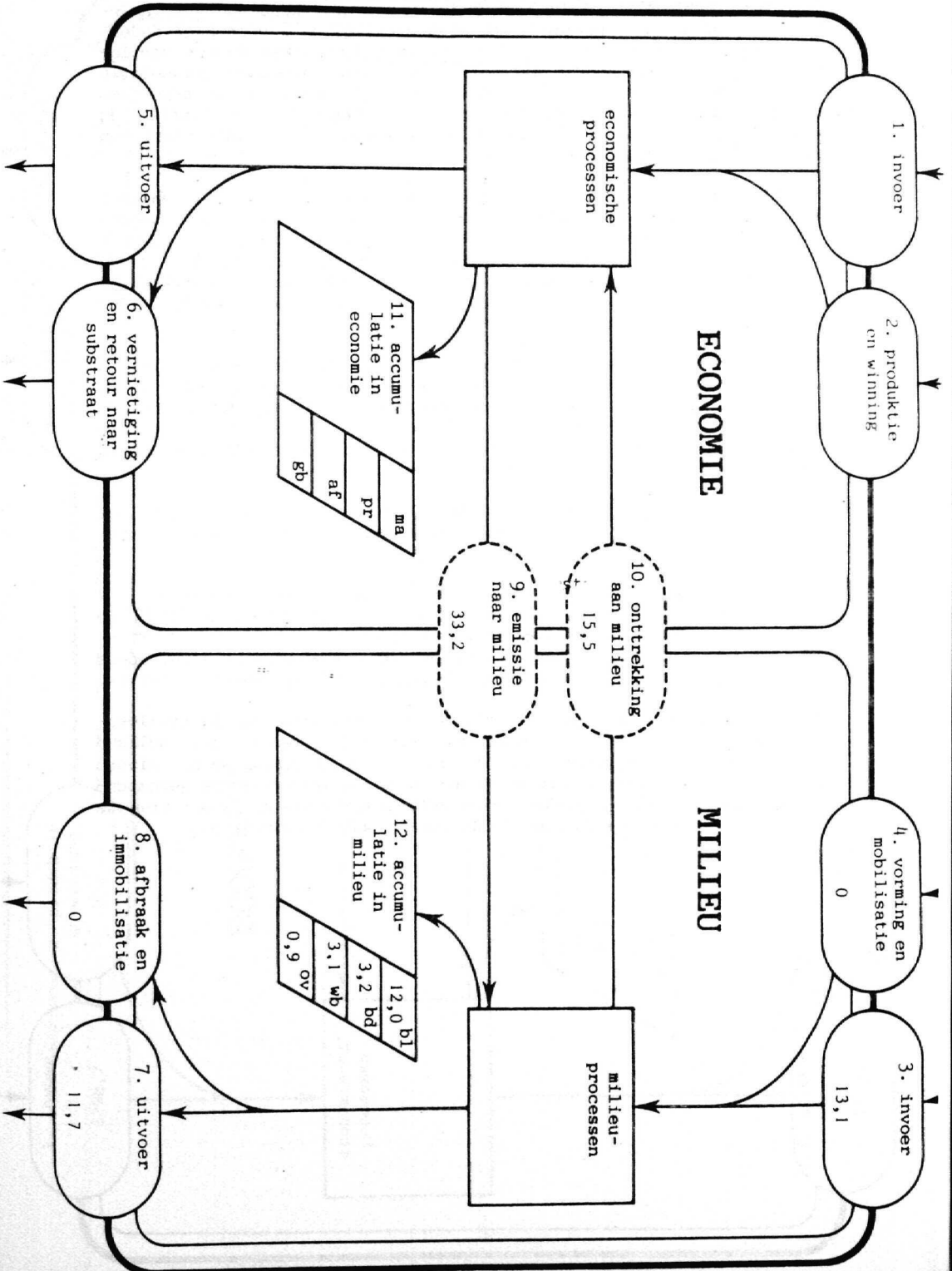
Voor de deelgebieden zal met name de bodemaccumulatie in de gebieden met een VVI sterk toenemen. Een aparte berekening hiervoor is niet uitgevoerd.

Samenvattend kunnen hieruit de volgende conclusies worden getrokken:

Bij het achterwege blijven van (aanvullend) sturend beleid, zijn de ontwikkelingen m.b.t. de cadmiumstromen als volgt:

- Door de schonere Rijn en Maas vermindert de accumulatie in waterbodems van de grote Rijkswateren enigzins. Bovendien zal de kwaliteit van het baggerslib verbeteren.
- Door de ontwikkelingen m.b.t. het ontstaan van afval en de afvalverwerking zal de diffuse bodemaccumulatie met name in Zuid-Holland verder toenemen. Dit effect is het duidelijkst zichtbaar op het niveau van de deelgebieden. Op landelijk niveau wordt deze toename gecompenseerd door een afname in de industriële luchtmissies; daar zien we echter een zeer grote toename in de lokale bodemaccumulatie.

Figuur 7. Cadmiumstromen en -accumulaties in economie en milieu in Zuid-Holland in 2000, autonome ontwikkeling (ton cadmium/jaar).



5.2 PROBLEEMSTROMEN

De probleemstromen 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 cadmiumstroom 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. De Cd-stroom in gewassen is bijvoorbeeld relatief klein, maar zal voor de menselijke gezondheid de grootste problemen oproepen.

Probleemstromen van cadmium kunnen gedefinieerd worden als die stromen, die mogelijkerwijs de doelvariabelen van het milieubeleid aantasten. 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 kan cadmium problemen veroorzaken door opname via:

1. voedsel
2. lucht
3. (drink)water

Ad 1. De omvang van deze stroom zal vooral verband houden met de hoeveelheid Cd in de bodem, die doorwerkt in de gehalten in gewassen, zuivel en vlees. De diffuse bodemaccumulatie (12) is daarmee de meest relevante post in het stofstroomschema. De Cd-gehalten in vis zullen vooral samenhangen met de concentratie van Cd in het oppervlaktewater en/of waterbodem. Deze vormen vanzelfsprekend geen accumulatiepunt in het schema, maar worden wel beïnvloed door de invoer via het oppervlaktewater (3) en de emissie naar het oppervlaktewater (9).

Ad 2. De blootstelling van de mens aan cadmium via de lucht is relatief gering; Wel kan via het roken cadmium in tabak een zeer aanzienlijke bijdrage leveren aan de Cd-belasting van de mens. Toch wordt dit niet beschouwd als een door het milieubeleid aan te pakken probleemstroom. I.h.a. wordt uitgegaan van het vrijwilligheidsbeginsel: mensen kiezen ervoor zich aan deze belasting bloot te stellen. (NB Een anti-rook beleid zal om meer redenen gewenst zijn dan alleen de Cd-belasting.)

Ad 3. De Cd-gehalten in drinkwater worden, afhankelijk van herkomst, door verschillende stromen beïnvloed. Bij gebruik van grondwater is de uitspoeling van Cd naar het grondwater, en daarmee indirect vooral de diffuse bodemaccumulatie, van overwegend belang. Wanneer oppervlaktewater de bron vormt zijn de concentraties daarin, en daarmee zoals boven beschreven de invoer via en de lozingen op het oppervlaktewater, de grootste zorg.

Vanuit oogpunt van de menselijke gezondheid is daarmee de diffuse bodem-belasting met cadmium het meest relevant. Daarnaast is ook de belasting van het oppervlaktewater van belang.

Overige functies voor de mens

Met het oog op de functies die het milieu voor de mens vervult, is de multifunctionaliteit van de bodem het meest relevante criterium. (NB Ook voor de menselijke gezondheid en voor de natuurwaarden is multifunctionaliteit een relevant criterium). Deze kan worden aangetast

-over grote oppervlakten en sluipend, via de diffuse bodembelasting
-meer gelokaliseerd en 'bewust' via de lokale bodembelasting, door stort van afval of baggerslib.

Verhoging van het cadmiumgehalte in de bodem van landbouwgebieden kan zoals blijkt uit § 3.3 ook tot economische schade leiden: wanneer warenwet-normen overschreden worden moet het gewas in kwestie worden afgekeurd en zal landbouwkundig gebruik van de bodem niet meer mogelijk zijn.

Ook bepaalde functies van het oppervlaktewater kunnen door een te hoge cadmiumbelasting worden aangetast, zoals bijv. zwemwater, viswater, drinkwater. In termen van het stofstroomschema loopt dit weer via emissies naar het oppervlaktewater (9) en invoer via oppervlaktewater (3). Voor deze functies kan ook een hoge accumulatie in waterbodems een probleem vormen. Voor het grootste deel komt deze via dezelfde stromen tot stand.

Samenvattend zijn voor de tweede doelvariabele van het milieubeleid ook weer de diffuse bodemaccumulatie en de belasting van oppervlaktewateren relevante stromen. Daarnaast is ook de lokale bodemaccumulatie van belang.

Natuur als zelfstandige waarde

Voor de derde doelvariabele van het milieubeleid, de natuur als waarde op zichzelf, is met name de cadmiumaccumulatie in de voedselketen een probleem. Ook van dit criterium is het cadmiumgehalte in de bodem, dus de diffuse bodembelasting het meest relevant. Voor aquatische organismen is het cadmiumgehalte in het oppervlaktewater en de waterbodem, en daarmee de belasting van het oppervlaktewater het meest relevant.

Samenvattend blijkt, dat de diffuse bodembelasting voor alle drie de genoemde doelvariabelen een belangrijk probleem vormt. Dit zal gezien de verwachte toekomstige ontwikkelingen alleen maar erger worden.

Verder kan de emissie van cadmium naar het oppervlaktewater, naast de grensoverschrijdende invoer via het oppervlaktewater, eveneens een bedreiging vormen voor alle drie de doelvariabelen.

Tenslotte kunnen meer plaatselijk problemen ontstaan door de lokale bodemaccumulatie. Afgezien van risico's voor de menselijke gezondheid, zijn deze problemen voornamelijk gelegen in het verlies van de multifunctionaliteit van de bodem: op dit moment, maar ook tot ver in de toekomst zijn geen andere functies mogelijk op afvalstortplaatsen met slib opgespoten lokaties. Dit probleem zal in de toekomst naar alle waarschijnlijkheid verder toenemen, wanneer meer afval binnen eigen grenzen verwerkt zal moeten worden.

Bij het definiëren van de probleemstromen op de verschillende niveaus wordt niet alleen het stofstroomschema van 1985 in ogenschouw genomen,

maar wordt ook rekening gehouden met verwachte ontwikkelingen in de nabije toekomst.

5.2.1 NATIONALE PROBLEEMSTROMEN

De **diffuse bodembelasting** wordt bepaald door twee hoofdstromen:

- via de bemesting (kunstmest en dierlijke mest). Het cadmium in de fosfaatkunstmest is afkomstig uit geïmporteerd fosfaaterts. Bij dierlijke mest is er een beperkte aanvoer uit het buitenland via import van veevoer. Daarnaast is sprake van circulerend cadmium: bodem -> gewas -> vee -> bodem.
- via depositie, die zowel afkomstig is uit buitenland als uit binnenlandse luchtmissies. De binnenlandse luchtmissies worden voor een belangrijk deel veroorzaakt door vvi's. De herkomst van het cadmium is gelegen in de import van een groot aantal verschillende grondstoffen, materialen en produkten. Op dit moment vormt Cd in kunststoffen de belangrijkste bijdrage aan de emissies vanuit de vvi's. Een apart probleem wordt gevormd door de nikkel-cadmium-batterijen. Op dit moment is hiervan nog niet veel terug te vinden in het afval. Te verwachten is, dat bij een voortzetting van de huidige ontwikkelingen de hoeveelheid Ni/Cd batterijen in het afval op korte termijn behoorlijk zal gaan toenemen. In dit geval is preventief beleid gewenst.

Bij de invoer via **oppervlaktewater** vormt de Rijn verreweg de belangrijkste post: Ook absoluut gezien is de invoer via de Rijn een grote stroom. Naast een groot aantal kleine tot zeer kleine lozingen van awzi's zijn er enkele zeer grote industriële lozingen op het oppervlaktewater. Hun gezamenlijke omvang is van gelijke grootte-orde als die van de invoer via de Rijn.

De **lokale bodembelasting** die plaatselijk voor problemen kan zorgen bevat enkele zeer omvangrijke stromen:

- afvalstort, waarvan het overgrote gedeelte afkomstig is van Cd-bevatende kunststofprodukten. Zoals eerder opgemerkt, zal in de toekomst het aandeel batterijen gaan toenemen.
- baggerspecie, en dan met name de baggerspecie uit het Rotterdams havengebied. Het Cd hierin is voornamelijk afkomstig uit de al eerder genoemde industriële lozingen en de invoer via Rijn en Maas
- de op eigen terrein opgeslagen hoeveelheden cadmiumhoudend afval (11). Hiervoor moet een bestemming gevonden worden, anders zal het op den duur een emissie naar het milieu worden.

De ernst van de lokale bodembelasting vanuit milieu-oogpunt is afhankelijk van de wijze waarop de stort heeft plaatsgevonden. Van belang daarbij zijn de emissies die vanuit de stortplaats nog plaatsvinden, de duurzaamheid van de stortplaats en de mogelijkheid tot een (bevredigende) verwerking van nu nog opgeslagen bedrijfsafval. Ook de aard van het afval speelt hierbij een rol: vanuit vliegias zullen bijvoorbeeld meer emissies verwacht kunnen worden dan vanuit slakken.

5.2.2 PROVINCIALE PROBLEEMSTROMEN

De probleemstromen voor de provincie Zuid-Holland komen voor een groot gedeelte overeen met die voor Nederland als geheel.

Bij de diffuse bodembelasting speelt binnen de provincie de depositie een aanzienlijk grotere rol dan voor Nederland als geheel, en met name de depositie afkomstig uit emissiebronnen binnen de provincie.

Veel minder belangrijk is de Cd-stroom op afvalstortplaatsen. In Zuid-Holland wordt immers bijna geen afval gestort; het grootste deel wordt verbrand in vvi's. Bemesting, invoer via oppervlaktewater en baggerspecie spelen zowel in Nederland als geheel als in Zuid-Holland een zeer belangrijke rol.

5.2.3. REGIONALE PROBLEEMSTROMEN

Op het niveau van de deelgebieden speelt een aantal stromen geen rol meer. De invoer via het oppervlaktewater is zeer gering; lozingen op Rijkswateren vallen buiten de grenzen; en ook de baggerspecieproblematiek heeft geen invloed op de deelgebieden.

Drie stromen zijn, in wisselende volgorde van belangrijkheid, met name verantwoordelijk voor de cadmiumbelasting van de deelgebieden:

- depositie afkomstig uit lokale emissiebronnen (industrie of vvi).
N.B.: Plaatselijke industrieën kunnen in een gehele regio voor een hogere cadmiumbelasting zorgen. Afgezien van stortplaatsen kan dat gebeuren via depositie en dus een toename van de diffuse bodembelasting, en via het weglekken en uitspoelen van cadmium via het percolaat en zodoende een hogere belasting van het grondwater. De Kempen is een bekend voorbeeld van zo'n regio. In Zuid-Holland worden dergelijke gebieden niet aangetroffen.
- achtergronddepositie
- bemesting (m.n. kunstmest).

Alle drie deze stromen kunnen, afhankelijk van ligging en bodemgebruik, oorzaak zijn van het grootste deel van de diffuse bodembelasting in de deelgebieden.

5.2.4 LOKALE PROBLEEMSTROMEN

Ook op lokaal niveau is de diffuse bodembelasting via depositie en bemesting van overheersend belang. Per lokatie kan het belang van de beide stromen afhankelijk van landgebruik en ligging t.o.v. luchtemissiebronnen verschillend zijn. Bijvoorbeeld door het gebruik van zuiverings-slib kan de cadmiumaccumulatie in de bodem verviervoudigen. Ook het opbaggeren van verontreinigd slootslib kan de plaatselijke bodembelasting aanzienlijk verhogen. Deze stromen komen op provinciaal en zelfs op regionaal niveau niet als belangrijk naar voren.

5.2.5 SAMENVATTING

In onderstaande tabel wordt nog eens weergegeven, welke cadmiumstromen op grond van de analyse die gemaakt is m.b.v. het stofstroomschema voorrang verdienen bij het formuleren van het milieubeleid.

Bij het signaleren van probleemstromen wordt onderscheid gemaakt naar het niveau waarop deze betrekking hebben.

De mogelijkheden voor het milieubeleid om in te grijpen in de probleemstromen wordt in de volgende paragraaf besproken.

Tabel 5.1. Probleemstromen van cadmium op vier schaalniveaus

	natio- naal	provin- ciaal	regio- naal	lokaal
DIFFUSE BODEMACCUMULATIE				
Bemesting (m.n. kunstmest) ^{1,2} xx	xx ⁵		x	x-xx x -
Achtergronddepositie ^{1,2}	x	x	x-xx	x
Lokale depositie (m.n. vvi, en daarmee vooral Cd in kunst- stoffen ² en batterijen ⁴) ^{1,2,3}	x	xx	x-xx	x-xx xx
Zuiveringsslib ¹				
BELASTING OPPERVLAKTEWATER				
Invoer Rijn ^{1,2}	x	x		
Industr. lozingen opp. water ^{1,2}	x	xx		
LOKALE BODEMACCUMULATIE				
Baggerspecie ²	x	xx		
Afvalstort (Cd in kunststoffen ² en batterijen ⁴)	xx			
Opslag afval eigen terrein ² (vvi- afval en jarosiet)	x			

1 op grond van potentieel direct of indirect gevaar menselijke gezondheid

2 op grond van omvang stroom

3 op provinciaal en lager niveau relatief veel belangrijker dan op nationaal niveau

4 toekomstig probleem (korte termijn).

5 xx: meer dan 50% van belasting of accumulatie wordt door deze stroom veroorzaakt.

5.3 AANGRIJPINGPUNTEN VOOR HET BELEID

In algemene zin kunnen beleidsmaatregelen aangrijpen op verschillende punten in het stofstroomschema. Het doel, het aanpakken van de probleemstromen, kan gewoonlijk dan ook op verschillende manieren bereikt worden. Een diffuse bodemaccumulatie bijvoorbeeld kan worden bestreden door:

- afgraving van de verontreinigde bodem (punt 12 in het stofstroomschema; een weinig realistische mogelijkheid)
- aanpakken van de emissie naar het milieu die de diffuse bodembelasting veroorzaakt (punt 9)
- voorkomen van de betreffende emissie via wijzigingen in economische processen
- import van Cd-houdende produkten of grondstoffen tegenhouden zodat geen Cd vrij kan komen bij economische processen (punt 1).

In algemene zin zal het beleid dan ook in de volgende richtingen gedefinieerd moeten worden:

- verminderen van de instroom van cadmium: verminderen van de import van cadmium en cadmiumhoudende grondstoffen, materialen en produkten
- vergroten van de uitstroom van cadmium: bevorderen van gecontroleerde berging van cadmium en cadmiumhoudend afval op zo'n manier, dat de interactie met het omringende milieu minimaal is
- bevorderen van een verschuiving van diffuse stromen (die voor de grootste problemen zorgen) in de richting van geconcentreerde, lokale stromen die veel beter beheersbaar zijn.

In de onderstaande paragrafen wordt per probleemstroom nagegaan, op welke punten in het schema ingegrepen zou kunnen worden om de stroom in gewenste banen te leiden. Met welke middelen dit eventueel bereikt zou kunnen worden, wordt in § 5.4 besproken. Bij het gericht verminderen van bepaalde cadmiumstromen moet er nadrukkelijk op gelet worden dat geen toenames in andere stromen ontstaan, die mogelijk even ongewenst zijn. Testen van maatregelen door ze door te rekenen in het stofstroomschema is daarom een onontbeerlijke stap. Ook hierop wordt in § 5.4 verder ingegaan.

5.3.1 DIFFUSE BODEMACCUMULATIE

Bemesting

Hierbij moet onderscheid gemaakt worden naar kunstmest en dierlijke mest.

Diffuse cadmiumbelasting door kunstmest kan worden voorkomen door:

- het verminderen van kunstmestgebruik: in termen van het stofstroomschema is dat het aanpakken van de stroom op emissieniveau (punt 9)
- het verminderen van het Cd-gehalte in kunstmest. Dit kan bereikt worden ofwel door het verwijderen van Cd uit de fosfaaterts (aangrijpingspunt: economische processen), ofwel door het voorkomen van import van Cd-rijk fosfaaterts (aangrijpingspunt 1).

Diffuse bodembelasting via dierlijke mest kan mogelijkerwijs verminderd worden door:

- het verminderen van het mestgebruik (punt 9); alleen mogelijk wanneer een alternatieve bestemming voor de mestberg wordt gecreëerd, of bij een verkleining van de veestapel
- het verlagen van het Cd-gehalte in de mest, ofwel door het eruit te halen bij centrale mestverwerking (economisch proces), ofwel door te voorkomen dat het erin komt. Dit laatste kan bijvoorbeeld gebeuren door het P- (en dus ook Cd-)gehalte in het veevoer te verminderen. Dit grijpt deels aan bij de import van veevoer (punt 1 in het schema), en deels zal het toevoegen van P aan veevoer achterwege kunnen blijven (economische processen).

Depositie

De depositie die afkomstig is van emissiebronnen in het buitenland kan alleen verminderen wanneer men in de betreffende landen maatregelen neemt. In dat geval neemt de invoer via het milieu af (punt 3). Depositie uit binnenlandse bronnen (met name vvi's) kan op verschillende manieren worden bestreden:

- door de emissies naar de lucht aan te pakken (punt 9) bijv. via filters of gaswassers
- door de betreffende emissies te voorkomen. Dit kan weer op twee manieren: de eerste manier loopt via een wijziging in de economische processen waardoor het cadmium in andere stromen geleid wordt. Deze kunnen in zeer ruime zin worden opgevat. Niet alleen industriële processen en afvalverbrandingstechnische zaken vallen hieronder, maar ook hergebruik, inzameling, beïnvloeden van consumentengedrag e.d. Het voorkomen van de luchtmissies als totaal is op deze wijze een zeer complexe (maar niet automatisch ongewenste) methode. De andere weg is het voorkomen van import van cadmium. Welke mogelijkheden hiervoor bestaan, zal afhankelijk zijn van de betreffende toepassingen van cadmium.

Zuiveringsslib

De noodzaak om zuiveringsslib als stroom aan te pakken is gebaseerd op het lokale stofstroomschema, waaruit blijkt dat het gebruik in de landbouw kan leiden tot een hoge accumulatie in de bodem. Deze toepassing van zuiveringsslib zou beter niet meer plaats kunnen vinden. Bij het zoeken naar andere verwerkingsmogelijkheden moet dan wel speciale aandacht uitgaan naar de wenselijkheid van het alternatief, zoals blijkt uit het voorbeeld van slibverbranding in de vvi Dordrecht.

Om te bereiken dat het zuiveringsslib wél schoon genoeg wordt om veilig te kunnen worden toegepast in de landbouw, is een grondige en langdurige sanering van diffuse stromen vereist. Op den duur is dit wel de meest gewenste ontwikkeling.

5.3.2 BELASTING VAN HET OPPERVLAKTEWATER

Invoer via de Rijn

Deze invoer kan uitsluitend via maatregelen in het buitenland verminderd worden. Na 1992 zijn hiervoor eventueel meer mogelijkheden.

Industriële lozingen op oppervlaktewater

Deze stroom betreft slechts enkele emittenten en is daarmee relatief eenvoudig aan te pakken. Dit kan weer gebeuren op het niveau van de emissies zelf (punt 9); op het niveau van de economische processen waardoor emissies voorkomen kunnen worden; en op het niveau van economische import (punt 1) waarbij Cd-arme grondstoffen de plaats innemen van relatief Cd-rijke.

5.3.3 LOKALE BODEMACCUMULATIE

Baggerspecie

Baggeren is een noodzaak, het is dus niet mogelijk deze grote Cd-stroom aan te pakken door het baggeren achterwege te laten. Twee andere wegen staan wel open. De eerste betreft het bevorderen van gecontroleerde stort van te sterk vervuild slib. Sinds 1985 is het beleid in die richting sterk ontwikkeld: voor matig en sterk verontreinigd slib zijn stortlokaties gecreëerd. De andere weg, die op den duur toch wenselijker lijkt, is het voorkomen van het ontstaan van vervuild slib door de bezinking van cadmium te voorkomen. Daartoe moet enerzijds de invoer via de oppervlaktewateren (punt 3) worden verminderd, en anderzijds de lozingen naar het oppervlaktewater. Dit laatste punt is behandeld in § 5.3.2.

Afvalstort

De enige manier om de Cd-afvalstroom in te dammen lijkt te zijn het voorkomen van toepassing van cadmium in produkten, met name kunststoffen en batterijen, en het voorkomen van import van produkten waarin Cd is toegepast. In hoeverre dit zal leiden tot andere ongewenste stromen, bijv. een extra opslag van Cd op fabrieksterreinen of grotere emissies van niet-toegepast Cd, moet zeker nagegaan worden. Aangezien in Nederland zelf geen productie van pigmenten en batterijen plaatsvindt, en van stabilisatoren in geringe hoeveelheid, zal deze verschuiving in stromen naar verwachting echter geen grote omvang aannemen.

Opslag afval op industrieterrein

Om te voorkomen dat dit afval later alsnog als een emissie naar het milieu beschouwd moet worden, zal in deze stroom moeten worden ingegrepen. Hiervoor zijn drie mogelijkheden:

- bevorderen van gecontroleerde berging (punt 11)
- bevorderen van hergebruik (economische processen), met dan wel opnieuw risico's voor emissies
- voorkomen van het ontstaan van afval-cadmium. Dit laatste is alleen mogelijk via het importeren van Cd-arme grondstoffen (punt 1), anders zal het Cd in één of andere vorm toch op een bepaald moment afval worden (tenzij het wordt geëxporteerd).

5.3.4 SAMENVATTING

In tabel 5.2 wordt weergegeven, op welke punten in het stofstroomschema de probleemstromen kunnen worden aangepakt. Hierbij moet opgemerkt worden, dat niet is ingegaan op de mogelijkheden om de export of de uitvoer via het milieu te vergroten om zo de accumulatie binnen Nederland te verkleinen. Het is mogelijk, dat een oplossing in een dergelijke richting soms gewenst zou kunnen zijn, bijvoorbeeld wanneer in het buitenland aanvaardbare hergebruiksmogelijkheden voor cadmium in afval zouden bestaan. In het algemeen is het echter niet aanvaardbaar op die manier de problemen af te schuiven en de Zwarte Piet naar het buitenland te spelen, of naar de toch al zwaar belaste Noordzee.

Het beperken van de emissies die veroorzaakt worden door activiteiten binnen Nederland kunnen gewoonlijk op drie niveaus worden aangepakt: bij de economische import (punt 1), bij de economische processen en bij de emissies (punt 9). Bij de laatste twee is het risico van een verschuiving van stromen die netto geen verbetering oplevert het grootst. Wanneer het voorkomen van import echter niet mogelijk is, lijkt een verschuiving van diffuse, slecht beheersbare stromen naar lokale, beter beheersbare het beste alternatief.

Milieustromen zijn veel moeilijker aan te pakken. De enige mogelijkheid hierbij is het concentreren en controleren, zoals nu bij sterk verontreinigd baggerslib al gebeurt.

Tabel 5.2. Probleemstromen en hun mogelijke oplossingen, gegroepeerd volgens de aangrijpingspunten van het stofstroomschema

	import ec.	invoer milieu	econ. proc.	emis- sies	gecontr. berging	onttr. milieu
DIFFUSE BODEMACCUMULATIE						
bemesting: kunstmest,	x		x	x		
dierl.mest	x		x	x		
achtergronddepositie		x				
lokale depositie	x		x	x		
zuiveringsslib			x		x	
BELASTING OPPERVLAKTEWATER						
invoer Rijn		x				
industr. lozingen opp. water	x		x	x		
LOKALE BODEMACCUMULATIE						
baggerspecie	x	x	x	x	x	
afvalstort	x		x		x	
opslag afval eigen terrein	x		x		x	

5.4 MOGELIJKHEDEN VOOR BELEIDSMAATREGELEN

5.4.1 ALGEMEEN

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 t.a.v. cadmium worden milieukwaliteitseisen geformuleerd. Het stellen van algemene regels voor het cadmiumgehalte in de verschillende milieucapartimenten grijpt niet in in cadmiumstromen, maar geeft wel aan welke gesaneerd moeten worden.

De Rijksoverheid stelt de normen vast voor de algemene milieukwaliteit. Daarnaast heeft de Provincie de mogelijkheid om via de aanwijzing van bodem- of grondwaterbeschermingsgebieden scherpere normen te stellen aan de Cd-gehalten in het milieu.

Bij het brongericht beleid worden maatregelen geformuleerd om de Cd-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 cadmiumstromen.

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. Hierbij kan gedacht worden aan het stellen van algemene regels t.a.v. de toepassing en de gehalten van cadmium in materialen en producten. Ook de vergunningverlening in het kader van de milieuwetten valt hieronder. 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 Cd-stromen te wijzigen d.m.v. bepaalde financiële instrumenten. Hierbij kan het gaan om heffingen i.h.k.v. de milieuwetten, om subsidies voor milieuvriendelijke technologieën, maar bijv. ook om statiegeldsystemen voor Cd-bevattende producten. Stofstatiegeld, zoals dat beschreven wordt door Huppes (1988) is een voorbeeld van een dergelijk systeem dat met een goede uitwerking waarschijnlijk een zeer brede werking kan hebben, met aangrijpingspunten op alle relevante plaatsen in de stofstromen. Tenslotte kan een aansprakelijkheidsprocedure een sociaal instrument zijn bij het ingrijpen in cadmiumstromen.

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, maar voor specifiek provinciale problemen is het

denkbaar dat de Provincie op eigen initiatief actie onderneemt in deze richting.

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 § 5.3. 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 hieraan 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 cadmiumstromen 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 of meer realistische) te behalen milieuwinst.

5.4.2 BEMESTING

De diffuse bodembelasting via de bemesting is een probleem dat op alle niveaus van groot belang is. Een nationale aanpak lijkt in dit geval dan ook de meest zinvolle. In § 5.3.1 zijn als mogelijke wegen genoemd:

- verminderen van het kunstmestgebruik. Dit zou kunnen worden gerealiseerd via een voorschrift i.h.k.v. de Meststoffenwet m.b.t. de maximale kunstmestgift per hectare, zoals nu (vanuit andere oogmerken) gebeurt voor dierlijke mest. Hier ligt ook een mogelijkheid voor de Provincie om in bepaalde gebieden strengere eisen te kunnen stellen. Ook een mogelijkheid is toepassing van een financiële maatregel, bijv. een heffing op kunstmest. Of hiermee substantiële resultaten bereikt kunnen worden, is voorsnog onduidelijk. In het algemeen kan een kunstmestgift lang niet altijd vervangen worden door dierlijke mest.

Een beperkte vermindering van het gebruik mag echter zeker haalbaar geacht worden.

- verminderen van het Cd-gehalte in kunstmest. Hiervoor staat een aantal wegen open:
 - . het stellen van een maximum aan het Cd-gehalte van kunstmest als voorschrift i.h.k.v. de Meststoffenwet. De producent maakt dan zelf uit op welke wijze dit te realiseren valt.
 - . het belasten van Cd-rijke fosfaaterts via (bijv.) een importheffing, om de invoer via de economie te beperken
 - . het voorschrijven van bepaalde processen om het Cd-gehalte in kunstmest te verlagen
 - . het subsidiëren van genoemde processen
 - . het belasten van Cd-rijke kunstmest zodat deze t.o.v. de Cd-arme beduidend duurder wordt voor de consument.
- vinden van een alternatieve bestemming voor dierlijke mest. Dit lijkt op het eerste gezicht een niet erg realistische oplossing voor deze Cd-probleemstroom. In het kader van de mestoverschottenproblematiek wordt echter gezocht naar methoden van mestverwerking die een transporteerbaar produkt opleveren. Op die manier zou het milieu daarvan ook wat betreft cadmium kunnen profiteren.
- verkleining van de veestapel. Ook om andere milieu-redenen zou dit een wenselijke ontwikkeling zijn. De bezwaren voor de veehouderij zijn echter groot. De Superheffing en de Ecologische Richtlijn dragen nu al bij, althans tot een stopzetten van de groei van de rundveestapel. Hier lijken financiële instrumenten de meeste aanknopingspunten te bieden:
 - . subsidie op bedrijfsbeëindiging of omschakeling naar een ander bedrijfstype
 - . boetes of heffingen voor geproduceerde mest i.h.k.v. de Afvalstoffenwet of de Wet Bodembescherming.
- vermindering van het Cd-gehalte in het veevoeder. Dit lijkt goed mogelijk door controle op de import, bijv. via heffingen of via het stellen van een maximum gehalten i.h.k.v. de Warenwet, en door het achterwege laten van de toevoeging van P binnenslands. Grote wijzigingen in de Cd-stroom via dierlijke mest zijn hiervan echter niet te verwachten.
- verwijderen van Cd uit dierlijke mest bij centrale mestverwerking. Op zichzelf lijkt dit een zeer omslachtige en dure maatregel. Wanneer echter centrale mestverwerking om andere redenen een niet te verwaarlozen deel van de mestproductie gaat beheersen, verandert de zaak. In dat geval kan een aanvullend voorschrift, bijv. i.h.k.v. de Afvalstoffenwet m.b.t. het Cd-gehalte in het verwerkte produkt, gesteld worden. Ook het aantrekkelijker maken van een Cd-verwijderend proces via een financiële prikkel is dan een reële mogelijkheid.

De vraag is nu, welke vermindering van de diffuse bodembelasting met Cd gerealiseerd kan worden door een maximale aanpak van de stromen die via de bemesting lopen.

Wanneer alle Cd uit de meststoffen geweerd zou kunnen worden, zou dat ten opzichte van de situatie in 1985 een vermindering opleveren van 9,7 ton Cd voor heel Nederland, ofwel meer dan 50% van de diffuse bodem-accumulatie. Voor Zuid-Holland, waar bemesting relatief een minder grote rol speelt, vormt de vermindering van 0,7 ton slechts 32% van het totaal. In de deelgebieden kan een vermindering tot ca. 70% gerealiseerd worden, afhankelijk van ligging en grondgebruik.

Ten opzichte van de in § 5.1 voorspelde situatie bij een zich voortzetten van de huidige ontwikkelingen zijn nationaal ongeveer dezelfde verminderingpercentages te zien. Omdat de totale diffuse bodemaccumulatie iets wordt verondersteld toe te nemen, terwijl de bemesting constant blijft, vallen zij een fractie lager uit. Provinciaal zijn de verschillen wat groter, omdat voor Zuid Holland een grotere toename in de diffuse bodem-accumulatie wordt verwacht dan voor Nederland als geheel.

Het behoeft geen betoog dat het volledig verwijderen van Cd uit meststoffen een onhaalbare zaak is. In het Basisdocument wordt een schatting gemaakt van de op redelijk korte termijn maximaal haalbare vermindering van de Cd-belasting via bemesting. Voor heel Nederland levert dit een vermindering van de diffuse bodemaccumulatie op van 5,1 ton, ofwel ca. 30%. Voor Zuid-Holland is dat slechts 18%. In bepaalde deelgebieden is dat nog aanzienlijk minder, en met name in de weidegebieden, waar bijna alleen dierlijke mest wordt aangewend (5% voor de Alblasserwaard). In de akkerbouwgebieden kan de vermindering oplopen tot 54% (Goeree-Overflakkee).

Op langere termijn zijn bij een gericht beleid zeker grotere reducties haalbaar.

In tabel 5.3 wordt bovenstaande nog eens samengevat.

Tabel 5.3 Percentage vermindering van diffuse bodemaccumulatie van Cd door vermindering van de stromen in meststoffen, ten opzichte van 1985 en ten opzichte van 2000 bij voortzetting van huidige ontwikkelingen.

	nationaal		provinciaal		regionaal		lokaal*	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000	1985	2000
100% sanering	57	61	32	23	70	69	80	80
Basisdocument	30	32	18	14	54	54	45	45

*landbouwgebied

5.4.3 DEPOSITIE

Evenals bemesting is ook depositie een probleemstroom op alle niveaus, vanwege de omvangrijke bijdrage die het levert aan de diffuse bodembelasting.

Bij het definiëren van beleidsmaatregelen is het onderscheid tussen depositie afkomstig uit het buitenland en depositie uit binnenlandse emissiebronnen van groot belang. Depositie afkomstig uit het buitenland kan door de Nederlandse overheid niet beïnvloed worden, hooguit indirect via het beïnvloeden van het te formuleren EG-milieubeleid.

Binnenlandse emissiebronnen kunnen wel aangepakt worden. Maatregelen hiervoor kunnen betrekking hebben op het afvangen van emissies, als amvb (Rijksniveau) of als voorwaarde bij de vergunningverlening Wet Luvu (Provincie).

Het is ook mogelijk de emissievermindering te bewerkstelligen door een vermindering van het Cd-gehalte in produkten en materialen. De nationale overheid is hierbij het meest aangewezen bestuurlijk niveau. Hierop wordt o.a. ingegaan in § 5.4.7.

Om na te gaan wat het maximale milieu-effect is dat bereikt zou kunnen worden, is in de eerste plaats doorgerekend wat 100% sanering, dwz volledig stoppen van alle binnenlandse luchtmissies, zou betekenen voor de diffuse bodem-accumulatie. Zoals ook in tabel 5.4 te zien is, zou deze voor heel Nederland met 13% afnemen. Voor Zuid-Holland zou de winst groter zijn: 50%, veroorzaakt door de relatief hoge emissiedichtheid in de provincie. In bepaalde deelgebieden zou het verminderingspercentage nog hoger zijn: maximaal 84% in de Brielse Dijkkring. Lokaal kan in het landelijk gebied de afname in de nabijheid van emissiebronnen ongeveer de helft bedragen. In natuurgebieden kan deze afname relatief groter zijn.

Ten opzichte van de imaginaire situatie in het jaar 2000 die het gevolg zou zijn van het ontbreken van sturend beleid zijn de verminderingspercentages op alle niveaus hoger. Dit wordt veroorzaakt doordat het aandeel van de binnenlandse luchtmissie in de diffuse bodemaccumulatie aanzienlijk zal toenemen. Er valt in 2000 dan ook meer te saneren dan in 1985.

In het Basisdocument wordt een scenario uitgewerkt waarin de binnenlandse Cd-luchtmissies globaal gesproken gehalveerd worden, voornamelijk via extra rookgasreiniging maar ook via een verminderde toepassing van Cd in produkten. Doorekening van dit scenario naar wijzigingen in de diffuse bodemaccumulatie levert verminderingspercentages op die globaal ruim de helft bedragen van die bij 100% sanering. In tabel 5.4 is dit te zien.

Van belang bij de emissievermindering is, wat er gebeurt met het niet-geëmitteerde cadmium. Wanneer de emissievermindering bereikt is m.b.v. rookgasreiniging, zal de Cd in het afgevangen vliegias zitten. Afhankelijk van de wijze van rookgasreiniging levert dit uiteindelijk andere milieu-emissies op naar water of bodem. Dit kan weer leiden tot een verhoogde accumulatie in waterbodems en lokaal in de bodem.

Bij het terugbrengen van het cadmiumgehalte in materialen en produkten zal een werkelijke vermindering van de milieubelasting plaatsvinden. Het aangrijpingspunt in het schema is dan punt 1, de economische import. Dit komt opnieuw aan de orde in § 5.4.7 over batterijen en pigmenten, waarin o.a. het effect van een vermindering van het Cd-gehalte in deze produktstromen op de luchtmissies besproken wordt.

In tabel 5.4 wordt het effect van vermindering van de binnenlandse lucht-emissies op de diffuse bodembelasting nog eens weergegeven.

Tabel 5.4 Percentage vermindering van diffuse bodembelasting met cadmium door aanpak van de binnenlandse luchtmissiebronnen, ten opzichte van 1985 en ten opzichte van 2000 bij voortzetting van de huidige ontwikkelingen.

	nationaal		provinciaal		regionaal		lokaal*	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000	1985	2000
100% sanering	13	22	50	66	84	87	42	ca 50
Basisdocument	7	9	23	34	42	51	21	ca 25

*landbouwgebied, nabij vvi Leiden. Nabij Gevudo worden ook voor landbouwgebied hogere percentages gehaald (ca. 80)

5.4.4 ZUIVERINGSSLIB

De diffuse Cd-belasting van de bodem via zuiveringsslib kan, zoals blijkt uit § 3.3.3, plaatselijk zeer hoog zijn, en ca. drie kwart van de bodem-accumulatie veroorzaken. Om dat te voorkomen is een aantal maatregelen denkbaar:

- stellen van strengere kwaliteitseisen aan zuiveringsslib dat bestemd is voor gebruik op landbouwgrond. Dit kan zowel op Rijksniveau als op provinciaal niveau (bij het beleid t.a.v. bijzondere gebieden) gedaan worden, als amvb of voorschrift in het kader van de Meststoffenwet of de Afvalstoffenwet. (De huidige norm is 5 mg/kg d.s. UvW.)
- reinigen van zuiveringsslib. Het is denkbaar dat zware metalen en ook andere verontreinigingen door bepaalde processen uit het zuiveringsslib verwijderd kunnen worden, zodat dit wel zonder problemen in de landbouw gebruikt kan worden. Het restant zou dan op één of andere wijze gestort (of mogelijk zelfs hergebruikt?) moeten worden. Stimulering van hierop gerichte technieken kan bijvoorbeeld gebeuren via subsidies voor het ontwikkelen ervan, bij voorkeur vanuit de nationale overheid.
- andere verwerkingsmethoden van zuiveringsslib: verbranden of gecontroleerde stort. Bij verbranding moet nagegaan worden of de milieuemissies die dan ontstaan uiteindelijk niet even onaanvaardbaar zijn als bij gebruik in de landbouw. Gecontroleerde stort is een mogelijkheid; via de RO zullen dan stortlocaties moeten worden aangewezen.
- zoals ook bij andere cadmiumstromen is ook hier vanzelfsprekend de uiteindelijk meest wenselijke oplossing gelegen in het voorkomen van ontstaan van vervuild zuiveringsslib. Zoals in § 5.3.1 reeds is opgemerkt zou daarvoor een grondige en zeer langdurige sanering van diffuse stromen vereist zijn. Aanpak van bijvoorbeeld bemesting en depositie zouden, via een verminderd Cd-gehalte in gewassen, uiteindelijk ook tot schoner zuiveringsslib leiden. Zelfstandige, speciaal op

zuiveringsslib gerichte maatregelen zouden gericht moeten zijn op beperking van industriële lozingen en cadmiumgehalten in huishoudelijk afvalwater (samen 55% van de cadmiumvracht op awzi's; zie Bijlage 10).

5.4.5 INDUSTRIËLE LOZINGEN OP OPPERVLAKTEWATER

Zoals in § 5.3.2 reeds is opgemerkt, gaat het bij deze stroom om een beperkt aantal grote emittenten. Het betreft voor het overgrote deel lozingen op Rijkswateren, hetgeen betekent dat niet de Provincie maar het Rijk de vergunningverlenende instantie is. Alle maatregelen in dat kader moeten dus genomen worden op Rijksniveau.

Als mogelijke maatregelen kunnen genoemd worden:

- emissie-eisen bij de vergunningverlening Wet WVO. De bedrijven bepalen dan zelf op welke manier zij daaraan voldoen. Wanneer cadmium verwijderd wordt uit het effluent ontstaat een nieuwe afvalstroom, vermoedelijk in de vorm van een lokale bodem-emissie van slib of vast afval. Bij import van cadmiumarmere grondstof ontstaat er in Nederland daadwerkelijk een vermindering van de totale milieu-belasting.

Ook voor financiële instrumenten zijn hier mogelijkheden, zoals bijv.

- een WVO-heffing op de lozing van cadmium. Een dergelijke heffing heeft al bewezen goed te kunnen werken.
- een importheffing op cadmiumhoudende grondstoffen, waarvan de hoogte afhankelijk gesteld wordt van het cadmium-gehalte.

Een vermindering van deze grote lozingen op het oppervlaktewater zou gevolgen hebben op diverse plaatsen: de belasting van het oppervlaktewater, de bezinking en accumulatie in waterbodems, de uitvoer via het milieu, en in negatieve zin op de lokale bodembelasting.

In tabel 5.5 staat weergegeven, wat een totale reductie van de lozingen voor gevolgen zou hebben op bovengenoemde punten. Daarnaast is een berekening gemaakt van de effecten van een vermindering van de lozingen met 50%. De berekeningen zijn gemaakt voor Nederland en voor Zuid-Holland; de deelgebieden worden hierdoor niet beïnvloed.

Een paar opvallende punten:

- Bij 100% sanering wordt de uitvoer via het milieu voor heel Nederland gehalveerd, en voor Zuid-Holland zelfs meer dan dat. Dat betekent dat de belasting van de Noordzee vanuit de Rijn-Maas-delta met twee derde wordt gereduceerd, uitsluitend door het verdwijnen van deze lozingen.
- Hoewel de bezinking van Cd aanzienlijk afneemt is er nauwelijks effect op de accumulatie in waterbodems. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat bijna alles weer wordt opgebaggerd. Vermindering van deze emissies leidt dus niet direkt tot schonere waterbodems maar tot schonere baggerspecie. Dit zou gevolgen kunnen hebben voor de uiteindelijke bestemming ervan: het is denkbaar dat een groter gedeelte van het baggerslib een voldoende kwaliteit krijgt om in zee gestort te mogen worden, zodat de bergplaatsen op het land minder gebruikt hoeven worden.

Tabel 5.5. Percentage vermindering van accumulatie en uitvoer van cadmium via milieu door aanpak van de binnenlandse industriële lozingen op oppervlaktewater, ten opzichte van 1985 en ten opzichte van 2000 bij voortzetting van de huidige ontwikkelingen.

	Nationaal				Provinciaal			
	100% san.		50% san.		100% san.		50% san.	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000	1985	2000
belasting opp.water	28	33	14	16	42	55	21	25
uitvoer milieu	49	54	25	27	58	65	29	32
bezinking	18	22	9	11	31	43	16	18
accum.waterbodem	0	0	0	0	? ³	? ³	? ³	? ³
acc. bodem lok.1 ¹	28	13	14	7	52	68	26	34
acc. bodem lok.2 ²	-27	-15	-14	-10	-53	-126	-27	-63

¹Aanname: de reductie in lozingen leidt niet tot alternatieve Cd-afvalstromen. Omdat de bezinking van Cd vermindert, wordt het baggerslib schoner en zal dus de lokale bodembelasting afnemen.

²Aanname: de reductie in lozingen leidt tot een even grote toename in de lokale bodembelasting door extra afvalstort. Het baggerslib wordt wel schoner, evenals bij noot 1.

³Niet goed te berekenen: foutenmarge te groot bij kleine getallen, waarmee wel duidelijk gesteld kan worden dat de afname inderdaad gering is.

- Het maakt een groot verschil of de emissiereductie bereikt wordt door import en gebruik van Cd-armere grondstoffen, of door het verwijderen van Cd uit de grondstoffen. In het laatste geval neemt bij 100% sanering de lokale bodem-accumulatie door de stort van afval toe met ruim een kwart (Nederland), resp. ruim de helft (Zuid-Holland) van de hoeveelheden in 1985.
- De verminderingpercentages ten opzichte van 2000 (autonome ontwikkeling) zijn nog aanzienlijk groter. De waterlozingen zouden, indien ongewijzigd van omvang, een relatief veel groter gedeelte van de belasting van het oppervlaktewater vormen dan in 1985 doordat de invoer via de Rijn en Maas geacht wordt verder af te nemen.

5.4.6 BAGGERSPECIE

In § 5.3.3 zijn twee mogelijke oplossingsrichtingen genoemd voor de aanpak van de Cd-stromen via baggerspecie:

- 1) bevordering van gecontroleerde stort van baggerspecie. Zoals opgemerkt is het beleid in die richting sinds 1985 al sterk ontwikkeld. Stort op landlokaties vindt nu incidenteel nog plaats. In het verleden is gebleken dat agrarisch gebruik van deze lokaties niet meer mogelijk

is. In dat licht zou stort van baggerspecie op landlokaties in het geheel niet meer plaats moeten vinden. De Provincie heeft hier een taak bij de vergunningverlening en de controle.

- 2) creëren van schoner baggerslib. In de vorige paragraaf is gebleken dat het stoppen van lozingen op de grote Rijkswateren de bezinking al zeer aanzienlijk doet teruglopen. De andere grote bron is de invoer van cadmium via de Rijn. Om deze te verminderen is beleid op Europees niveau vereist.

5.4.7 AFVAL: PIGMENTEN EN BATTERIJEN

In de huidige situatie blijkt het cadmium in (huishoudelijk) afval voor 90% afkomstig te zijn van pigmenten. In de toekomst wordt een belangrijke toename verwacht van Cd in afgedankte batterijen. In beide gevallen gaat het om produkten, en is daarom een goed produktbeleid de meest aangewezen manier om deze stromen te doen afnemen. In het algemeen zal ook hier weer de nationale overheid (of nog beter de Europese "overheid") het meest geschikte niveau zijn voor het voeren van beleid. Het Nederlands beleid t.a.v. cadmium in produkten bevindt zich reeds in een vergevorderd stadium van ontwikkeling. Hierop wordt ingegaan in § 5.5.

De maatregelen die toegepast kunnen worden, kunnen in het vlak liggen van eisen of verboden t.a.v. de toepassing van cadmium in produkten in het kader van de Wet Milieugevaarlijke stoffen. Ook financiële instrumenten zijn mogelijk, zoals bijvoorbeeld een heffing op import of aanschaf van Cd-bevattende produkten. Voor batterijen kan gedacht worden aan het optimaliseren van de op veel plaatsen reeds bestaande retoursystemen. Hier kan ook een taak liggen voor de Provincie. Ook een uitwerking van het stofstatiegeld-idee is hier denkbaar als breed werkend instrument. Tenslotte zijn op de langere termijn sociale instrumenten van het aller-grootste belang: een grotere milieubewustheid gekoppeld aan het verschaffen van voldoende informatie, bijv. via etikettering, kan het gedrag van consumenten en daardoor indirect van producenten in milieuvriendelijke richting beïnvloeden.

In tabel 5.6 is weergegeven, welk effect het volledig verdwijnen van cadmium uit pigmenten en batterijen (100% sanering) voor effect heeft op de diffuse en de lokale bodembelasting in Nederland en Zuid-Holland. Daarnaast is een doorrekening gemaakt van een in het Basisdocument uitgewerkt scenario waarin een vermindering van ca. 70% tot stand wordt gebracht. Hierbij moet niet uit het oog worden verloren dat in werkelijkheid maatregelen in deze richting niet onmiddellijk merkbaar zullen zijn in de afvalstromen. In § 3.2 is immers gebleken dat er een zeer grote accumulatie in de economie plaatsvindt in produkten en materialen. Er mag dus een omvangrijk naijl-effect verwacht worden, waarmee in onderstaande tabel geen rekening is gehouden.

Op nationaal niveau treedt met name een vermindering op in de lokale bodembelasting. Wanneer deze echter samengaat met een vrijwel even grote toename van de opslag van afval op bedrijfsterreinen, is de winst die hiermee vanuit milieu-oogpunt wordt geboekt, beperkt. Ook hier geldt weer dat een daadwerkelijke afname van de milieubelasting alleen kan plaats-

vinden wanneer ingegrepen wordt in de economische import van cadmiumhoudende grondstoffen, materialen en produkten.

In de provincie Zuid-Holland wordt de grootste winst geboekt bij de diffuse bodembelasting. Dit wordt veroorzaakt doordat in Zuid-Holland vrijwel al het afval verbrand wordt en niet gestort. Gezien het feit dat de diffuse bodemaccumulatie vanuit oogpunt van de menselijke gezondheid de meest problematische vorm van accumulatie is, mag dit in alle gevallen als gunstig worden beschouwd.

Tabel 5.6. Percentage vermindering van lokale en diffuse bodemaccumulatie van cadmium door aanpak van de stromen in pigmenten en batterijen, ten opzichte van de situatie in 1985 en die in 2000 bij een voortzetting van de huidige ontwikkelingen.

	Nationaal				Provinciaal			
	100% sanering		Basisdoc.		100% sanering		Basisdoc.	
	1985	2000	1985	2000	1985	2000	1985	2000
bodem diffuus	4	14	2	6	25	47	13	34
bodem lokaal	48	73	19	51	4	17	1	13

5.4.8 OPSLAG INDUSTRIEEL AFVAL OP EIGEN TERREIN

Industrieel afval dat op eigen terrein is opgeslagen, is stroomschema-technisch gesproken nog niet te beschouwen als een emissie naar het milieu. In sommige gevallen is er echter sprake van een jarenlange opslag, waarbij ook in de omgeving verhoogde cadmium-gehalten aangetroffen zijn in bodem en grondwater. In zo'n geval is er in feite geen praktisch verschil meer met een afvalstortplaats (emissie bodem lokaal). Een juridisch verschil is er nog wel: de verantwoordelijkheid voor het afval ligt nog steeds bij het bedrijf. Dat heeft ook consequenties voor de aangrijpingspunten voor het beleid: het bedrijf kan in principe aansprakelijk gesteld worden voor overschrijding van bepaalde milieu-normen of voor risico's voor de bevolking.

Andere mogelijkheden voor de beperking van de cadmium-opslag op bedrijfs-terreinen kunnen zijn:

- creëren van gecontroleerde stort-lokaties, waar Cd-houdend afval zonder noemenswaardige emissies naar het milieu geborgen kan worden. Dit is voornamelijk een zaak van ruimtelijke ordening: een dergelijke stortlokatie moet opgenomen worden in een bestemmingsplan. De Rijksoverheid, maar met name de provincies die immers de taak hebben een provinciaal afvalplan op te stellen, hebben dan de taak daarover te onderhandelen met de gemeentes. Duidelijkheid is dan wel gewenst aan inzake de eisen waaraan een dergelijke stortlokatie zou moeten voldoen om ook op langere termijn het ontbreken van emissies naar het milieu te garanderen.

- stimuleren van hergebruik van afvalstoffen. Cadmiumhoudend vliegias en slakken worden al gebruikt in de bouw en wegaanleg. Voor batterijen is er een vrijwillig inzamelsysteem. Deze en dergelijke toepassingen zouden vermoedelijk het meest effectief bevorderd kunnen worden door financiële instrumenten: een heffing in het kader van de Afvalstoffenwet op dumping of langdurig laten liggen op bedrijfsterrein; een subsidie op 'aankoop' van afvalstoffen door bouw- of wegenbouwbedrijven; en dergelijke. Hergebruik van bedrijfsafval binnen het bedrijf zelf in de vorm van terugwinnen van grondstoffen e.d. gebeurt al op grote schaal. Gewoonlijk is dit ook gunstig voor het bedrijf vanuit economische overwegingen. Ook dit zou door financiële instrumenten bevorderd kunnen worden.
- de laatste en vanuit milieu-oogpunt meest gewenste mogelijkheid: voorkomen van het ontstaan van Cd-houdend afval. De enige mogelijkheid hierbij is het tegengaan van de import van Cd-rijke grondstof. In veel gevallen zal dat geen reële mogelijkheid zijn. Waar het wel kan, lijkt een importheffing op deze grondstoffen, afhankelijk van het Cd-gehalte daarin, de meest aangewezen mogelijkheid.

5.4.9 SAMENVATTING

Uit de voorgaande paragrafen is gebleken, dat voor elk van de probleemstromen maatregelen geformuleerd kunnen worden. Rijksoverheid en provinciale overheid kunnen door hun specifieke verantwoordelijkheden elk een eigen bijdrage leveren aan het tot stand brengen van oplossingen.

In tabel 5.7 staat weergegeven, wat de mogelijkheden voor het beleid zijn om in te grijpen in de gesignaleerde cadmium-probleemstromen. Er wordt niet ingegaan op de wenselijkheid van genoemde maatregelen vanuit het oogpunt van kostenaspecten of van de bestuurlijke haalbaarheid van de maatregelen.

Uit de tabel blijkt, dat voor de meeste stromen diverse maatregelen denkbaar zijn die effectief kunnen zijn. Alleen de invoer van cadmium via de Rijn is niet met maatregelen in Nederland te verminderen.

Enkele algemene punten die in de voorgaande paragrafen naar voren zijn gekomen, zijn:

- Maatregelen met een algemeen karakter, waaronder de meeste financiële maatregelen maar ook het gehele produktbeleid vallen, kunnen uiteindelijk toch het best op Rijksniveau genomen worden. Specifiek provinciale taken bij de cadmiumbestrijding zijn gelegen in de vergunningverlening, met name in verband met de grote hoeveelheid luchtmissies van Cd, en in de aanwijzing van bijzondere gebieden, waardoor plaatselijk strengere milieukwaliteits-eisen kunnen worden gesteld en daarmee ook strengere eisen aan de belasting. Daarnaast kan mogelijk winst geboekt worden via inzameling van klein chemisch afval (batterijen) en hergebruik systemen (batterijen, plastic uit huisvuil).
- Bij veel probleemstromen ligt de uiteindelijk meest gewenste oplossing in de richting van een beperking van import van cadmium en cadmiumhoudende grondstoffen en produkten. Deze is, naast het verbieden van de

import, het meest effectief te bestrijden via financiële instrumenten zoals een importheffing of een uitwerking van een stofstatiegeldsysteem. De eerstgenoemde heeft een relatief gemakkelijke inpasbaarheid als voordeel, de tweede een brede werkingssfeer zodat ook ingegrepen wordt in emissies of in hergebruiksmogelijkheden.

- Er zijn ook allerlei technische maatregelen denkbaar op het gebied van de emissiebeperking, die zeer effectief kunnen ingrijpen op de stromen waarvoor ze bedoeld zijn. In alle gevallen moet er echter zorgvuldig voor gewaakt worden, dat dan niet een andere even ongewenste afvalstroom ontstaat.

Tabel 5.7. Mogelijkheden voor beleidsmaatregelen voor het verminderen van de gesignaleerde cadmium-probleemstromen, op nationaal en op provinciaal niveau.

	mest	depo- sitie	zuiv. Rijn slib	lozing opp.w.	bagger slib	afval/ prod.	opslag eig.t.
Nationaal							
1.-milieukwal.- eis	(x)	(x)	(x)				
-amvb milieuwet	x	x	x	x	x	x	
-vergunning				x			
-RO			x		(x)		(x)
2.-heffing	x	x		x		x	x
-subsidie	(x)	x	x	(x)		x	x
-statiegeld	stof	stof		stof		stof	stof
-aansprak.							x
3.-onderhand. /overeenk.		(x)		x		(x)	x
-voorlicht. /edukatie						x	
Provinciaal							
1.-milieukwal.- eis	x	x	x				
-voorschrift milieuwet		x	x			x	
-vergunning		x			x	x	
-RO			x		x		x
2.-heffing	(x)	(x)					
-subsidie	(x)	(x)					
-statiegeld						x	

5.5 HET VOORGENOMEN OVERHEIDSBELEID

In deze paragraaf worden de effecten van de voorgenomen beleidsmaatregelen doorgerekend. Eerst zullen de effecten gegeven worden als de hierondergenoemde beleidsmaatregelen een maximaal rendement hebben. In de volgende paragraaf zal een raming van de effecten gegeven worden op basis van een beperkt rendement van de beleidsmaatregelen.

Het beleid waarvan uitgegaan wordt is:

- overeenstemming met kunstmestindustrie over reductie van cadmiumlozingen en cadmiumgehalte in fosfaatmest,
- het ontwerp Cadmiumbesluit Wet Milieugevaarlijke stoffen,
- vrijwillig inzamelbeleid Ni/Cd-batterijen en accu's,
- overwogen verbranding van zuiveringsslib en
- exportverbod van chemisch afval.

Specifiek voor Zuid-Holland:

- stopzetting afvoer huisvuil naar de VAM in Drente.

Voor de niet door het beleid gereguleerde Cd-stromen wordt de autonome ontwikkeling zoals geschetst in paragraaf 5.1 aangenomen.

5.5.1 MAXIMUM EFFECT BELEIDSMAATREGELEN

Kunstmestindustrie

Met de kunstmestindustrie wordt onderhandeld over de reductie van lozingen van afvalgips met cadmium. De overheid wil de emissie per 1,7.88 gereduceerd hebben tot 1,8 ton cadmium voor zowel DSM als Windmill¹, in totaal 3,6 ton. De emissies in 1985 bedroegen resp. 2,5 en 12,5 ton en waren in 1987 2,2 en 12,0 ton. Het uiteindelijke doel voor 1994 is voor beide bedrijven 0,6 ton, totaal 1,2 ton cadmium.

De emissiereductie voor 1988 zou gerealiseerd moeten worden door het verwijderen van het afvalgips uit het afvalwater, zodat er een verplaatsing van een cadmiumemissie van 11,4 ton van het oppervlaktewater naar bodem lokaal gerealiseerd zou worden. Het cadmiumgehalte in de meststoffen zou niet dalen.

De emissiereductie voor 1994 zou gerealiseerd moeten worden door een schoon fosforzuurproces en cadmiumarme ertsen, waardoor het afvalgips gebruikt kan worden in de bouwmarkt en er geen deponie op land nodig is (NCI,1987). In dat geval neemt de emissie naar het water af van 15 naar 1,2 ton Cd, de diffuse emissie naar de bodem met de fosfaatmest daalt van 7,6 naar 1,9 ton Cd (Olsthoorn en Thomas,1986). Afhankelijk van de mogelijkheid om cadmiumarme fosfaatertsen te gebruiken moet het cadmium met regenerereerbare ionenwisselaars tijdens het proces verwijderd worden (Tjioe,1986).

De Cd-import in fosfaaterts voor de kunstmestindustrie bevat 48,4 ton Cd met een gemiddeld Cd-gehalte van 27 mg/kg. Indien overgeschakeld wordt op fosfaaterts uit de VS met een Cd-gehalte van 10 mg/kg dan daalt de invoer

¹ In een herziene vergunning per 1.7.88 is het aan Windmill toegestaan 3,3 ton cadmium te lozen.

van Cd via deze erts-import tot 17,9 ton Cd¹. In de fosfaatmest komt 10,4 ton Cd waarvan 8,5 ton geëxporteerd wordt. Het restant cadmium in de ionenwisselaars en het hemihydraatgips zal dan 7,5 ton Cd bedragen. Het regeneraat van de ionenwisselaars zal als chemisch afval beschouwd moeten worden, het hemihydraatgips mag maximaal 1 mg/kg Cd bevatten om als bouwmateriaal gebruikt te kunnen worden. Vooralnog zullen deze 'afvalstoffen' als opslag op eigen terrein geboekt worden.

Cadmium-besluit

Het 'ontwerp Cadmiumbesluit Wet Milieugevaarlijke stoffen' (Staatscourant, 1987) houdt een verbod in op produkten die cadmium als pigment, stabilisator of oppervlaktelaag bevatten, op cadmium in fotografische films en fluorescentiebuislampen en op Ni/Cd-accu's zwaarder dan 500 gram. Verder wordt een limiet gesteld aan de hoeveelheid cadmium in zink en gips. Voor sommige oppervlaktelaag, stabilisator en pigment toepassingen geldt het verbod eerst volledig na 1992 en diverse essentiële toepassingen als oppervlaktelaag, stabilisator en pigment zijn geheel uitgesloten van het verbod. Het verbod betreft de vervaardiging en invoer van de cadmiumhoudende produkten. Productie en in/uitvoer van de Cd-verbindingen zelf blijft toegestaan, maar zal toch teruglopen doordat verwerking voor een groot deel verboden wordt.

Het verbruik van Cd-pigmenten zal sterk teruglopen. Alleen voor doka- en infraroodlampen en voor produkten die om veiligheidsredenen gekleurd moeten zijn blijft het gebruik toegestaan. Voor frisdrankkratten is een aparte regeling getroffen die moet waarborgen dat het cadmium niet in het milieu verspreid wordt.

Het verbruik van Cd-stabilisatoren zal teruglopen doordat het gebruik niet meer zal zijn toegestaan in wand- en vloerbekleding, maar de toepassing in PVC-raam- en deurprofielen en PVC-bouwpanelen blijft toegestaan. Kwantitatieve cijfers zijn niet bekend, voorlopig kan de daling van het verbruik op 50% gesteld worden. De gevolgen voor de produktie van Cd-stabilisatoren in Nederland zijn afhankelijk van de mogelijkheid om de verkleinde afzetmarkt in Nederland te compenseren door export. Aangenomen wordt dat die compensatie gevonden kan worden omdat bijvoorbeeld in de VS de Cd-stabilisatoren een goede acceptatie hebben.

Wat betreft het cadmeren wordt ervan uitgegaan dat de huidige praktijk voldoet aan het besluit. Met name toepassingen op grond van (militaire) specificaties in de vliegtuig-, off-shore- en elektronica-industrie blijven toegestaan.

Het effect van het cadmiumbesluit op de industriële emissies kan geacht worden gering te zijn, omdat slechts 90 kg Cd-emissies gepaard gaan met de produktie en verwerking van Cd-verbindingen. De emissiereductie kan hiervoor geraamd worden op 50%.

¹ Met Cd-arm magmatisch erts dat in Finland en Rusland gewonnen wordt (Cd-gehalte 3 mg/kg), kan de cadmiumvracht dalen tot 5,4 ton. Door de beperkte beschikbaarheid van dit vrij zeldzame fosfaaterts zal deze mogelijkheid moeilijk te realiseren zijn.

Het grootste effect kan verwacht worden bij het huisvuil en wellicht de afvalwaterzuiveringsinstallaties. Het cadmiumgehalte in het zakkenvuil zou met vrijwel 90% (14,5 ton) moeten dalen omdat 90% van het cadmium in zakkenvuil, van pigmenten in kunststoffen afkomstig is. Er resteert dan nog 1,6 ton Cd in het zakkenvuil. In de overige met het huisvuil verwerkte afvalstoffen blijven de Cd-stabilisatoren in PVC voor de bouw buiten schot.

De toename van het huisvuil in 2000 wordt verwacht 25% te zijn (Olsthoorn en Thomas, 1986). De hoeveelheid cadmium zal bij deze autonome ontwikkeling met hetzelfde percentage toenemen, waardoor de emissies bij verwerking evenredig stijgen.

Voor het totaal van huisvuil e.d. in Nederland in 2000 zal door het Cd-besluit de hoeveelheid cadmium met 85% kunnen dalen van 26,8 naar 4,5 ton Cd. In Zuid-Holland kan een evenredige daling van 7,3 naar 1,1 ton Cd verwacht worden. Dit maximale effect zal eerst 5-10 jaar na 1992 bereikt kunnen worden i.v.m de levensduur van duurzame goederen, echter voor het zakkenvuil moet een aanzienlijk effect op korte termijn zichtbaar zijn.

Voor de emissies van vuilverbrandingsinstallaties en overige verwerkingsmethoden (komposteren, storten) van huisvuil e.d., wordt verondersteld dat een evenredige reductie van de hoeveelheid cadmium van ca. 85% het gevolg zal zijn.

Stopzetting huisvuilafvoer naar VAM

Door beperkende maatregelen voor de VAM door de provincie Drente is het waarschijnlijk dat de afvoer van huisvuil uit de provincie Zuid-Holland naar de VAM in de toekomst niet meer mogelijk is. Dit huisvuil, in 1985 130 kton met 0,52 ton Cd, zal dan waarschijnlijk verbrand worden.

tabel 5.8 , Reduktie t.o.v. 1985 van hoeveelheid cadmium in huisvuil e.d. en van Cd-emissies en Cd-vracht in afvalstoffen bij de verwerking ervan, t.g.v. het Cadmiumbesluit.

	Nederland		Zuid-Holland	
	(kg Cd) 1985	2000	1985	2000
huisvuil e.d.	26800	4500	5800	1060
luchtemissie vvi	1640	290	1054 ¹	200
slakken/vliegas	5440	950	5331	1010
storten, bodem lokaal	16200	2840	680	120
kompost, bodem diffuus	200	40	0	0
export	0	0	560	0
import	0	0	1120	200

¹ Van de GEVUDO luchtemissie van 432 kg Cd wordt 292 kg als afkomstig uit het huisvuil beschouwd en 140 kg uit zuiveringsslib, deze is hierin niet opgenomen.

Inzameling Ni/Cd-batterijen en accu's

In bovenstaande beschouwing van de hoeveelheid cadmium in huisvuil is ervan uitgegaan dat de vrijwillige inzameling van Ni/Cd-batterijen en accu's toereikend is om te voorkomen dat deze goederen in het huisvuil of ander vuil terecht komen. De ingezamelde batterijen kunnen in het buitenland (Zweden, Japan) verwerkt worden, al worden nog technische moeilijkheden ondervonden (Ohira, 1986). De verwachtingen zijn dat een goed systeem binnen enkele jaren commercieel kan draaien. In het scenario is aangenomen dat de verwerking in het buitenland plaats zal hebben, zodat de ingezamelde hoeveelheid wordt uitgevoerd.

Omdat aan Ni/Cd-batterijen door het cadmiumbesluit geen beperkingen opgelegd worden zal het verbruik van deze oplaadbare batterijen niet afgeremd worden. Verwacht wordt (Nefibat, 1987; Battrex, pers. med.) dat in de toekomst per jaar 15 ton cadmium omgaat in de batterijen voor losse verkoop en 45 ton Cd in ingebouwde batterijen, totaal 60 ton/jaar tegen 44 ton in 1985. Hoewel Ni/Cd-accu's zwaarder dan 500 gram onder het cadmiumbesluit vallen, kan een ontheffing verleend worden indien een sluitende inzameling gewaarborgd is. Het is daarom aannemelijk om te stellen dat het verbruik van de Ni/Cd-accu's op het niveau van 1985 gehandhaafd kan blijven.

Verbranding van zuiveringsslib

Een optie voor de verwerking van zuiveringsslib die sterk in de belangstelling staat, is de verbranding van zuiveringsslib. De luchtmissie bij verbranden is afhankelijk van het type verbrandingsoven en rookgasreiniging. In een recente nota van de Provincie Zuid-Holland betreffende de verwijdering van zuiveringsslib (Dienst Water & Milieu, 1988) wordt uitgegaan van een cadmiumemissie van 4-10% na natte rookgasreiniging. Het RIZA (1988) rekent met een gemiddelde cadmiumemissie van 20% voor zowel natte als droge rookgasreiniging. Een recente studie naar de emissies van Cd door vuilverbrandingsinstallaties in de VS (Fradkin e.a., 1987) maakt melding van een gemiddelde cadmiumemissie van 30%.

Het RIZA verwacht dat de slibproductie in Nederland zal toenemen tot 373 kton slib met een gemiddeld Cd-gehalte van 7 mg/kg, en de Provincie Zuid-Holland houdt rekening met 60 kton slib met een Cd-gehalte van 5 mg/kg.

Bij de berekening van effecten van het verbranden van zuiveringsslib zal hier gerekend worden met een luchtmissie van 20% van het cadmium in het slib, een slibproductie voor Nederland van 350 kton en voor Zuid-Holland van 60 kton met een Cd-gehalte van 5 mg/kg en verbranding van de volledige hoeveelheid zuiveringsslib.

Voor Nederland betekent dat een luchtmissie van cadmium van 350 kg terwijl de rest van de Cd-vracht, 1400 kg, wordt geconcentreerd in bodemas en vliegias. Voor Zuid-Holland zal de verbranding van 60 kton zuiveringsslib een luchtmissie van 60 kg cadmium betekenen en een restafvalstoffenstroom met 240 kg cadmium. Waarbij verondersteld wordt dat de verbranding van slib bij Gevudo-Dordrecht door aanpassing van de

installaties, volgens bovenstaande aannamen betreffende de emissies, gerealiseerd kan worden¹.

Exportverbod chemisch afval

Zeer waarschijnlijk zal het in de toekomst niet meer mogelijk zijn om chemisch afval te exporteren, of er zullen stringente beperkingen opgelegd worden waardoor export slechts nog mogelijk is indien een milieuhygiënische verwerking in het ontvangende land gewaarborgd is. Van het totaal van de Nederlandse export zal de 50 ton cadmium in kobalt- en koperslib van de zinkproductie buiten schot blijven omdat het in Duitsland geregenereerd kan worden en daardoor als grondstof kan worden aangemerkt. De overige 2 ton cadmium export met afvalstoffen zal door het verbod in Nederland verwerkt moeten worden, hetgeen in eerste instantie als opslag op eigen terrein geboekt wordt.

Voor Zuid-Holland betekent dit een extra opslag van 1,2 ton Cd, waarvan 0,5 ton Cd in filterstof van Nedstaal en 0,5 ton in zuiveringsslibs van de olieraffinaderijen de belangrijkste zijn.

Nederland: maximaal effect van de beleidsmaatregelen op de economische stromen.

De reductie van de emissies naar het milieu indien de beleidsmaatregelen een maximaal effect hebben, bedraagt 59%, van 72,7 naar 30,1 ton Cd (tabel 5.11). Hierin is naast de directe emissiereducties aan de bronnen (tabel 5.9), ook begrepen de indirecte emissiereductie door verlaging van het Cd-gehalte in opgebaggerd en geborgen waterbodemslib als gevolg van de directe emissiereductie.

Met name een schoon fosforzuurproces is zeer effectief wat betreft de reductie van de emissies naar water en bodem diffuus. Daarnaast brengt het Cadmiumbesluit een zeer aanzienlijke emissiereductie voor lucht en bodem lokaal teweeg.

De verbranding van zuiveringsslib leidt tot een verhoging van de lucht-emissie met 7%. Hoewel daartegenover een reductie van de emissies naar de bodem staat is dit een belangrijk milieuhygiënisch bezwaar tegen de slibverbranding. Daarnaast neemt ook de accumulatie in vliegias en slakken toe zodat het netto effect slechts het verschuiven van Cd-stromen is.

De invoer via de economie neemt met 9% af, vooral door de import van Cd-arm fosfaaterts en door de sterk verlaagde import van Cd-pigmenten. De invoer van Ni/Cd-batterijen neemt echter toe (tabel 5.10).

De uitvoer via de economie stijgt met 5% doordat Ni/Cd-batterijen volledig ingezameld en uitgevoerd worden voor herverwerking in het buitenland. Het cadmiumbesluit echter, zal leiden tot een sterk verlaagde export van cadmium in kunststof, maar dat wordt gecompenseerd door een iets verhoogde export van Cd-stabilisatoren en vooral door de extra export van ruw cadmium. Aangenomen is dat het ruw cadmium, dat niet meer in Nederland afzetbaar is, uitgevoerd zal worden. Dat betreft 26 ton ruw cadmium

¹ De huidige emissies van de VVI Gevudo en de awzi Dordrecht ten gevolge van de slibverbranding zijn 140 kg Cd luchtmissie en 90 kg wateremissie (zie bijlage 16).

(tabel 5.10). Indien het ruwe cadmium ook niet meer op de wereldmarkt afgezet kan worden dan ligt het, bedrijfseconomisch bezien, voor de hand dat geen ruw cadmium meer geproduceerd zal worden. In dat geval doet zich het dilemma voor dat cadmium een onvermijdelijke contaminant in zinkerts is en in een of andere vorm bij de zinkbereiding vrijkomt. Er dreigt in dat geval een grote hoeveelheid cadmiumhoudend afvalslib (598 ton Cd) te resteren dat als chemisch afval behandeld moet worden.

De accumulatie in de economie (tabel 5.11) neemt met 35% sterk af. Door een toename van de berging van Cd-houdende afvalstoffen op eigen terrein, neemt de ophoping in produkten en materialen zelfs met 66% af. Deze sterke afname wordt niet alleen veroorzaakt doordat er geen voorraad ruw cadmium meer verondersteld wordt, de voorraad fosfaaterts en fosfaatmest minder cadmium bevat en de omvang van de cadmiumhoudende produkten vermindert, maar vooral doordat er binnen enkele jaren een continue afvalstroom van Ni/Cd-batterijen op zal komen die in termen van het stofsysteem aan de Nederlandse economie wordt onttrokken door export.

tabel 5.9 Emissiereducties bij de bron t.o.v. 1985 in Nederland bij een maximaal effect van de beleidsmaatregelen.

beleidsmaatregel	emissie-soort	emissie-reductie (kg Cd)	restemissie totaal (kg Cd)	reductie % totaal emissiesoort
schoon fosfor-zuurproces	water	13800	5400	72
	b.diff.	5100	8500	38
Cd-besluit	lucht	1375	3300	29
	water	20	19200	0
	b.diff.	160	13400	1
	b.lok.	13400	21000	34
slibverbranding	lucht	-350 ¹	5100	-7
	b.diff.	700	12900	5
	b.lok.	300	34100	1

¹ negatieve reductie dus toename!

Tabel 5.10 Verandering t.o.v. 1985 van de in- en uitvoer via de economie en de accumulatie in de economie in Nederland bij een maximaal effect van de beleidsmaatregelen.

beleidsmaatregel	economische stroom	effekt (10 ³ kg Cd)
schoon fosfor- zuurproces	opslag afval	+ 11,9
	invoer P-erts	- 30,5
	uitvoer P-erts	- 0,7
	P-mest	- 8,5
Cd-besluit	opslag afval vvi	- 4,7
	invoer Cd-pigm.	- 45,0
	-stab.	- 6,5
	-sulfide	- 1,5
	-kunststof	- 14,5
	totaal invoer	- 67,5
	uitvoer Cd-pigm.	0
	-stab.	+ 5,5
	-kunststof	- 29,5
	<u>ruw cadmium</u>	+ 26,0
totaal uitvoer	+ 2,0	
slibverbranding	opslag afval	+ 1,3
inzameling Ni/Cd- batterijen	uitvoer afval	+ 60,0
	invoer batterijen	+ 16,0
exportverbod chemisch afval	opslag afval	+ 2,0
	uitvoer afval	- 2,0
totaal beleid	opslag afval	+ 10,5
	invoer	- 82,0
	uitvoer	+ 50,8

Tabel 5.11 Accumulatie in de economie in Nederland bij een maximaal effect van de beleidsmaatregelen.

(10 ³ kg Cd)	1985	2000
INVOER VIA ECONOMIE (1)	1.276,0	1.194,0
WINNING (2)	0,6	0,6
ONTREKKING AAN MILIEU (10)	26,0	15,0
TOTAAL IN	1.302,6	1.209,6
UITVOER VIA ECONOMIE (5)	943,9	994,7
EMISSIE NAAR MILIEU (9)	72,7	30,1
TOTAAL UIT	1.016,6	1.024,8
ACCUMULATIE IN ECONOMIE (11)	286,0	184,8
w.v. berging eigen terrein	117,1	127,6
produkten en materialen	168,9	57,2

Zuid-Holland: maximaal effect van de beleidsmaatregelen op de economische stromen

In Zuid-Holland nemen de emissies naar het milieu met 73% af van 33,9 naar 9,3 ton cadmium (tabel 5.14). Dit is met name het gevolg van de emissiereductie in de kunstmestindustrie en het lagere Cd-gehalte in gestort havenslib. Deze gehalte-verlaging is overigens grotendeels het gevolg van de vermindering van de lozingen bij de kunstmestindustrie. Het schone fosforzuurproces is hierdoor en door het grotere aandeel in de totale emissies van Zuid-Holland, relatief nog effectiever dan op landelijk niveau. Het cadmiumbesluit kan tot 37% reductie van de luchtmissies bijdragen door verminderde uitstoot bij de in Zuid-Holland op ruime schaal toegepaste vuilverbranding (tabel 5.12).

Door de gelijktijdig veronderstelde sanering van de slibverbranding bij de Gevudo te Dordrecht is het overall effect van de slibverbranding in Zuid-Holland een paar procent emissiereductie. Echter ook hier geldt dat door de slibverbranding een gedeeltelijke diffuse verspreiding van cadmium via de rookgassen plaatsvindt. Voor Zuid-Holland is dat 60 kg Cd, 3% van de totale luchtmissie in 1985.

De stromen via de economie nemen eveneens af (tabel 5.13). De analyse van de oorzaken van de veranderingen is vrijwel gelijk aan die voor de Nederlandse situatie, met dat verschil dat in Zuid-Holland geen effect is te verwachten van de extra export van Cd-stabilisatoren en ruw cadmium. Daarnaast is het effect van de veranderingen in de fosfaatmestindustrie relatief belangrijker.

De accumulatie in de economie neemt met 47% sterk af. Door de opslag van Cd-houdend afval in de kunstmestindustrie neemt de berging op eigen terrein toe, zodat de ophoping in produkten en materialen zelfs met 88% afneemt. De voorgenomen beleidsmaatregelen kunnen in een optimale situatie dus tot een vergaande beheersing van de cadmiumstromen leiden, al

blijft de toegenomen berging op eigen terrein natuurlijk alle aandacht vergen.

tabel 5.12 Emissiereducties bij de bron t.o.v. 1985 in Zuid-Holland bij een maximaal effect van de beleidsmaatregelen.

beleidsmaatregel	emissie-soort	emissie-reductie (kg Cd)	restemissie totaal (kg Cd)	reductie % totaal emissiesoort
schoon fosfor-zuurproces	water	13800	2000	87
	b.diff.	460	550	46
Cd-besluit	lucht	850	1470	37
	b.lok.	560	19190	3
slibverbranding	lucht	80	2240	3
	water	90	15710	1
	b.diff.	60	950	6
	b.lok.	3	18200	0

Tabel 5.13 Accumulatie in de economie in Zuid-Holland bij een maximaal effect van beleidsmaatregelen.

(10 ³ kg Cd)	1985	2000
INVOER VIA ECONOMIE (1)	141,9	103,1
WINNING (2)	0,6	0,6
ONTTREKKING AAN MILIEU (10)	19,6	8,6
TOTAAL IN	162,1	112,3
UITVOER VIA ECONOMIE (5)	88,0	81,5
EMISSIE NAAR MILIEU (9)	33,9	9,3
TOTAAL UIT	121,9	90,8
ACCUMULATIE IN ECONOMIE (11)	40,2	21,5
w.v. berging eigen terrein	5,6	17,5
produkten en materialen	34,6	4,0

Tabel 5.14 Verandering t.o.v. 1985 van de in- en uitvoer via de economie en de accumulatie in de economie in Zuid-Holland bij een maximaal effect van de beleidsmaatregelen.

beleidsmaatregel	economische stroom	effect (10 ³ kg Cd)
schoon fosfor- zuurproces	opslag afval	+ 14,8
	invoer P-erts	- 23,4
	uitvoer P-erts	- 0,7
	P-mest	- 11,6
Cd-besluit	opslag afval vvi	- 4,3
	invoer huisvuil	- 1,0
	invoer Cd-pigm.	- 11,3
	-stab.	- 3,1
	-sulfide	- 0,4
	-kunststof	- 3,6
	totaal invoer	- 19,4
	uitvoer Cd-kunststof	- 7,4
slibverbranding	opslag afval	+ 0,2
	uitvoer slib	- 0,1
uitvoerstop	uitvoer huisvuil	- 0,5
inzameling Ni/Cd- batterijen	uitvoer afval	+ 15,0
	invoer batterijen	+ 4,0
exportverbod chemisch afval	uitvoer afval	- 1,2
	opslag afval	+ 1,2
totaal beleid	opslag afval	+ 11,9
	invoer	- 38,8
	uitvoer	- 6,5

Effecten op milieustromen in Nederland en Zuid-Holland

In figuur 8 en 9 zien we, welke effecten doorvoering van deze maatregelen hebben op de milieustromen en accumulaties in Nederland en Zuid-Holland.

Bij deze maximaal effectieve doorvoering kan voor alle stromen en accumulaties een afname worden geconstateerd, zowel voor Nederland als voor Zuid-Holland.

De grootste winst wordt geboekt bij de lokale bodemaccumulatie. Eén van de oorzaken is het schonere baggerslib, een gevolg van de verminderde Cd-invoer via Rijn en Maas en van de emissiereductie bij de fosfaatmestindustrie. De andere oorzaak wordt gevormd door de verminderde vuilstort. Door het cadmiumbesluit stringent door te voeren vermindert de hoeveelheid cadmium die via produkten in het huishoudelijk afval terecht komt. Bovendien is rekening gehouden met een 100% effectief inzamelsysteem voor nikkel-cadmium-batterijen (die vervolgens worden geëxporteerd). Hierdoor neemt de stort af van 16,2 naar 2,3 ton Cd.

Ook bij de diffuse bodemaccumulatie is een afname te zien, die met name wordt veroorzaakt door de afname in het Cd-gehalte van de kunstmest. Het effect van de verminderde luchtmissie door vvi's is vooral op provinciaal niveau goed te zien. In Zuid Holland neemt de diffuse bodemaccumulatie dan ook meer af (ca. 40%) dan voor Nederland als geheel (ca. 30%).

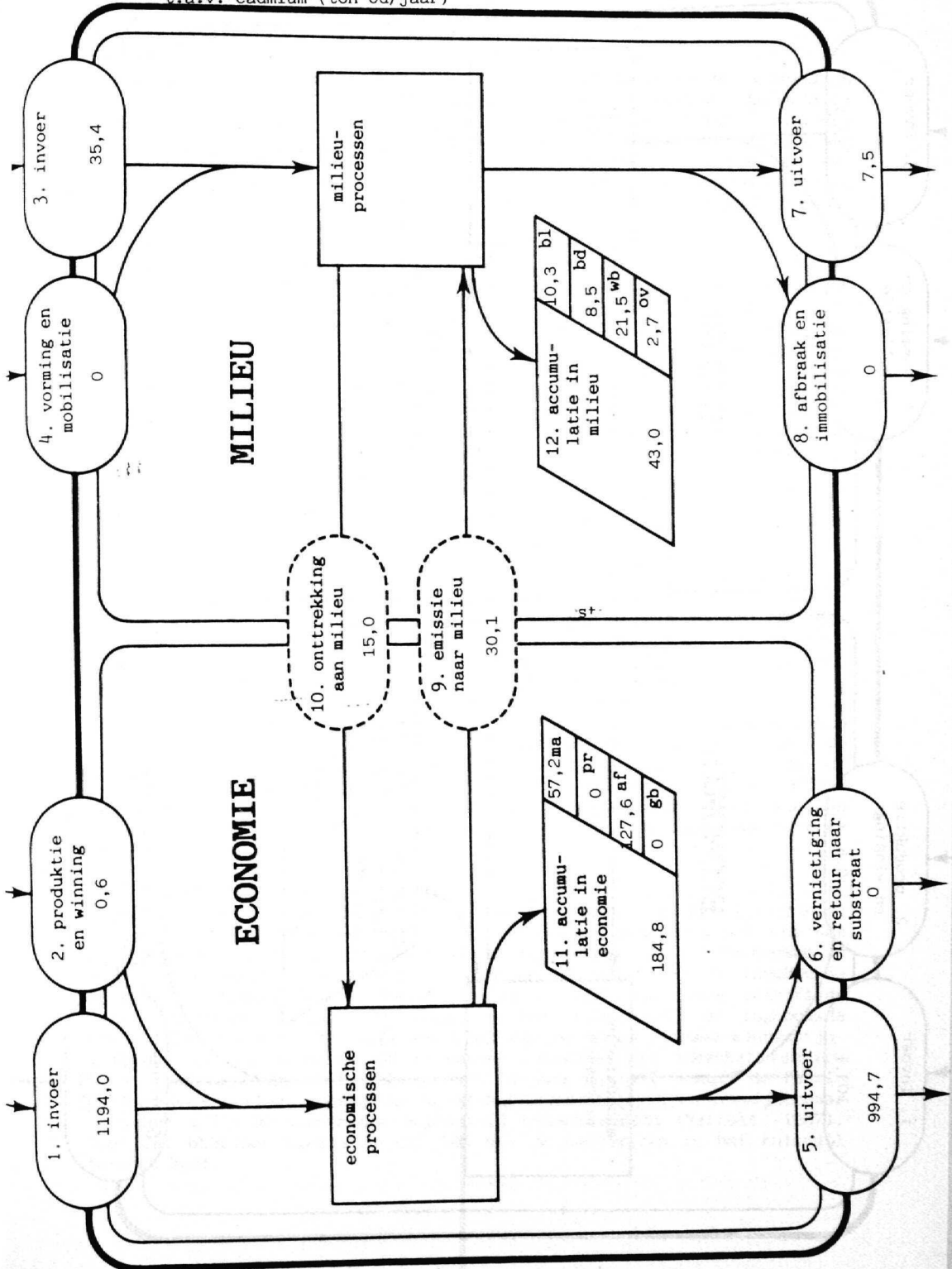
De verminderde milieu-invoer kan worden teruggevoerd op de schonere Rijn en Maas, en is dus geen verdienste van het beleid.

Voor de afname van de uitvoer via het milieu en de waterbodem-accumulatie (die overigens relatief het minst groot is) zijn, zoals in § 5.3 reeds voorspeld werd, de emissiereductie in de fosfaatmestindustrie en de schonere Rijn en Maas verantwoordelijk.

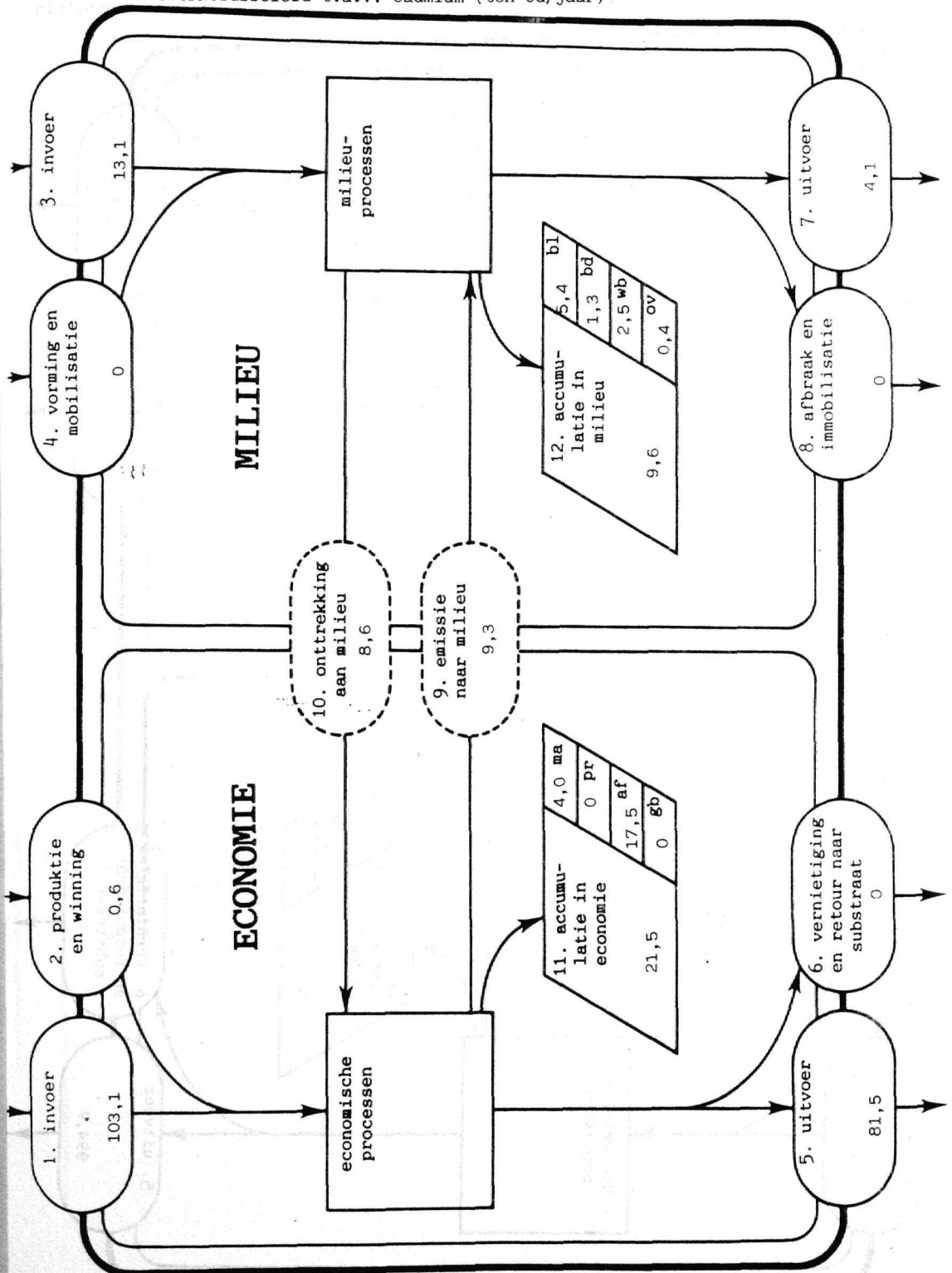
Het voorgenomen overheidsbeleid heeft, bij maximaal effectieve doorvoering, dus zijn grootste effecten bij

- de fosfaatmestindustrie, waardoor de milieu-uitvoer vermindert en de baggerspecie schoner wordt
- de stort van Cd in huishoudelijk afval, met als gevolg een grote afname van de lokale bodemaccumulatie, veroorzaakt door het cadmiumbesluit, maar vooral door de 100% inzameling van afgedankte nicad-batterijen
- het cadmiumgehalte in kunstmest, waardoor de diffuse bodemaccumulatie afneemt.

Figuur 8: Cadmiumstromen in de Nederlandse economie en het Nederlandse milieu in 2000, bij een maximaal effectieve doorvoering van het voorgenomen overheidsbeleid t.a.v. cadmium (ton Cd/jaar)



Figuur 9: Cadmiumstromen en -accumulatie in de Zuidhollandse economie en het Zuidhollar milieu in 2000, bij een maximaal effectieve doorvoering van het voorgenomen overheidsbeleid t.a.v. cadmium (ton Cd/jaar)



5.5.2 BEPERKT EFFECT VAN DE BELEIDSMATREGELEN

Een maximaal effect van de beleidsmaatregelen zal in de praktijk moeilijk te realiseren zijn. De grip van het milieubeleid op economische activiteiten is doorgaans niet zodanig dat de milieudoelstellingen volledig gerealiseerd kunnen worden. Om zichtbaar te maken wat de resultaten van de beleidsmaatregelen zullen zijn indien zij een beperkt effect scoren, is hier voor elke maatregel een realistische inschatting gemaakt van het effect dat zeker haalbaar geacht kan worden. Deze varianten zijn vervolgens doorgerekend in het stofstroomschema.

Kunstmestindustrie

Het alternatief voor de kunstmestindustrie dat hier beschouwd wordt is de verwijdering van het afvalgips uit de afvalwaterstroom zoals dat zou moeten om aan de normen per 1.7.88 te voldoen, en het gebruik van fosfaatertsen uit de VS met een Cd-gehalte van 10 mg/kg. Met deze maatregelen moet aan de emissienormen voor 1994 van 1,2 ton Cd kunnen worden voldaan. De invoer van Cd met geïmporteerd fosfaaterts wordt 17,9 ton, een daling van 63%. Voor het bestaande fosforzuurproces kan gesteld worden dat de daling van de hoeveelheid cadmium in produkt en afvalgips evenredig zal zijn. In de fosfaatmest komt dus 12,4 ton Cd, waarvan 2,8 ton in Nederland verbruikt wordt. In het afvalgips komt 5,5 ton, waarvan 1,2 ton geloosd mag worden en dus 4,3 ton Cd met afvalgips gestort moet worden (emissie bodem lokaal).

Cadmiumbesluit

Het verbruik van cadmiumhoudende produkten zal bij een minder effectief beleid minder teruglopen dan in de voorgaande paragraaf geschetst. Om het gevolg daarvan te illustreren zal aangenomen worden dat 50% van de onder het cadmiumbesluit vallende toepassingen niet teruggedrongen worden. Voor de in- en export van deze produkten betekent dat, dat de reductie bij maximaal beleidseffect nu slechts voor de helft gerealiseerd wordt.

Het effect van het cadmiumbesluit op het Cd-gehalte in zakkenvuil kan meer realistisch op de helft geraamd worden van het maximale effect. De hoeveelheid cadmium in het zakkenvuil daalt dan met 45% tot 8,9 ton Cd. Voor het totale huisvuil en daarmee verwerkte afvalstoffen zal het effect ca. 40% reductie kunnen bedragen. De cadmiumhoeveelheden in emissies en afvalstoffen bij de verwerkingsmethoden kunnen dan met eenzelfde percentage dalen (tabel 5.15).

Ni/Cd-batterijen en accu's

Bij een vrijwillig inzamelbeleid valt te verwachten dat het inzamelpercentage zo'n 50% zal bedragen. Rekening houdend met de groei van het gebruik van oplaadbare batterijen zal in de toekomst 15 ton Cd omgaan in de Ni/Cd-batterijen voor losse verkoop en 45 ton Cd in de ingebouwde batterijen, totaal 60 ton tegen 44 ton in 1985. De losse batterijen zullen ingezameld worden of komen in het zakkenvuil. De ingebouwde batterijen worden met het apparaat afgedankt en komen daarmee waarschijnlijk ook in het huisvuil, of ze worden ingeruild bij aanschaf van een nieuw apparaat. Een derde mogelijkheid is een voorstel vanuit de fabrikanten van snoerloze apparatuur om de ingebouwde batterijen verwijderbaar te maken zodat ze ook apart ingezameld kunnen worden (Nefibat, 1987). Stel dat hierdoor niet meer dan 50% van de batterijen in het huisvuil terecht komt.

Voor de accu's wordt op grond van de huidige situatie volledige inzameling verondersteld.

Voor Nederland betekent dat een extra Cd-vracht in het huisvuil van 30 ton en voor Zuid-Holland 7 ton. De Cd-emissies zullen in dit geval aanzienlijk toenemen (tabel 5.15).

Stopzetting huisvuilafvoer naar VAM

Door beperkende maatregelen voor de VAM door de provincie Drente is het waarschijnlijk dat de afvoer van huisvuil uit de Zuid-Holland naar de VAM in de toekomst niet meer mogelijk is. Dit huisvuil, in 1985 130 kton met 520 kg Cd, zal dan verbrand worden.

tabel 5.15 Hoeveelheid cadmium in 2000 in huisvuil e.d. en van Cd-emissies en Cd-vracht in afvalstoffen bij de verwerking ervan, t.g.v. beperkt effectief cadmiumbesluit en de extra emissie door beperkte inzameling van Ni/Cd-batterijen.

Emissie (kg Cd)	Nederland		Zuid-Holland	
	Cd- besluit	extra batt.	Cd- besluit	extra batt.
huisvuil e.d.	20100	30000	4350	7000
luchtemissie vvi	1230	1800	890	1110
slakken/vliegias	2440	10100	2950	6300
storten, bodem lokaal	12200	18100	510	820
kompost, bodem diffuus	150	0 ¹	0	0
export	0	0	0	0
import	0	0	840	1230

Verbranding van zuiveringsslib

Hiervoor wordt hetzelfde effect beschouwd als bij het maximaal effectieve beleid, dus voor Nederland een extra luchtemissie van 350 kg Cd en afvalopslag van 1400 kg Cd. Voor Zuid-Holland resp. 60 kg luchtemissie en 240 kg Cd in slakken en vliegassen, waarbij verondersteld wordt dat de slibverbranding bij Gevudo te Dordrecht gesaneerd wordt.

Exportverbod chemisch afval

Doordat afvalstoffen veelal als grondstof voor verdere verwerking beschouwd kunnen worden wordt hier verondersteld dat een eventueel exportverbod geen effect heeft.

Nederland: beperkt effect van de beleidsmaatregelen op de economische stromen.

Bij een beperkt effectief beleid nemen de emissies naar het milieu af met slechts 9% van 72,7 naar 66,0 ton cadmium (tabel 5.18). De fosfaat-

¹ Batterijen worden niet meegekomposteerd.

mestindustrie realiseert weliswaar reductie van de emissies naar het oppervlaktewater, maar deze wordt gedeeltelijk vervangen door een emissie naar bodem lokaal door de stort van fosfaatgips. De emissiereductie met fosfaatmest is eveneens minder. Het effect van het Cadmiumbesluit is een factor 3 minder dan het maximale effect.

De beperkte inzameling van Ni/Cd-batterijen leidt tot een zeer sterke toename (38%) van de luchtmissies en zelfs een verdubbeling van de emissies naar bodem lokaal omdat de batterijen in het huisvuil terecht zullen komen. Een waterdicht inzamelbeleid is dus absoluut noodzakelijk.

De invoer via de economie neemt iets af door een lagere invoer van Cd met het fosfaaterts en met de Cd-pigmenten. De uitvoer via de economie neemt iets toe door de extra export van ruw cadmium (tabel 5.17).

De accumulatie in de economie (tabel 5.18) neemt met 30% af tot 198,8 ton cadmium. Er is een matige toename van berging op eigen terrein en de ophoping in produkten en materialen neemt met 57% af tot 73,3 ton. De verschillen met het resultaat bij een maximaal effect van de beleidsmaatregelen zijn de emissie naar het milieu die erg hoog blijft en de uitvoer van ingezamelde batterijen die veel minder is. De ophoping in produkten en materialen is hoger doordat het gebruik van cadmiumhoudende produkten veel minder ver teruggedrongen wordt.

tabel 5.16 Emissiereducties bij de bron t.o.v. 1985
in Nederland bij een beperkt effect van de
beleidsmaatregelen

beleidsmaatregel	emissie- soort	emissie- reductie (kg Cd)	restemissie totaal (kg Cd)	reductie % totaal emissiesoort
schoon fosfor- zuurproces	water	13800	5400	72
	b.diff.	4800	8800	35
	b.lok.	-4300 ¹	39900	-12
Cd-besluit	lucht	420	4300	9
	water	10	19200	0
	b.diff.	50	13700	0
	b.lok.	4000	30400	11
inzameling Ni/Cd- batterijen	lucht	-1800	6500	-38
	b.lok.	-18100	53700	-51
slibverbranding	lucht	-350	5100	-7
	b.diff.	700	12900	5
	b.lok.	300	34100	1

¹ negatieve reductie dus toename!

tabel 5.17 Verandering t.o.v. 1985 van de in- en uitvoer via de economie en de accumulatie in de economie in Nederland bij een beperkt effect van de beleidsmaatregelen.

beleidsmaatregel	economische stroom	effect (10 ³ kg Cd)
schoon fosfor-zuurproces	invoer P-erts	- 30,5
	uitvoer P-erts	- 0,7
	P-mest	- 7,2
Cd-besluit	opslag afval vvi	- 3,0
	invoer Cd-pigm.	- 22,5
	-stab.	- 3,3
	-sulfide	- 0,8
	-kunststof	- 7,2
	totaal invoer	- 33,8
	uitvoer Cd-pigm.	0
	-stab.	+ 1,2
	-kunststof	- 14,8
	ruw cadmium	+ 26,0
totaal uitvoer	+ 12,5	
inzameling Ni/Cd-batterijen	opslag afval vvi	+ 10,1
	uitvoer afval	+ 30,0
	invoer batterijen	+ 16,0
slibverbranding	opslag afval	+ 1,3
totaal beleid	opslag afval	+ 8,4
	invoer	- 48,3
	uitvoer	+ 34,6

Tabel 5.18 Accumulatie in de economie in Nederland bij een beperkt effect van de beleidsmaatregelen.

(10 ³ kg Cd)	1985	2000
INVOER VIA ECONOMIE (1)	1.276,0	1.227,7
WINNING (2)	0,6	0,6
ONTTREKKING AAN MILIEU (10)	26,0	15,0
TOTAAL IN	1.302,6	1.243,3
UITVOER VIA ECONOMIE (5)	943,9	978,5
EMISSIE NAAR MILIEU (9)	72,7	66,0
TOTAAL UIT	1.016,6	1.044,5
ACCUMULATIE IN ECONOMIE (11)	286,0	198,8
w.v. berging eigen terrein	117,1	125,5
produkten en materialen	168,9	73,3

Zuid-Holland: beperkt effect van de beleidsmaatregelen op de economische stromen.

De emissie naar het milieu daalt in dit geval met 52% van 33,9 naar 16,3 ton cadmium (tabel 5.21). Bij een maximaal effect van het beleid bedraagt de reductie 73% tot 9,3 ton cadmium. Deze lagere emissiereductie is het gevolg van een drietal zaken. De reductie van de wateremissie bij de fosfaatmestindustrie wordt gedeeltelijk omgezet in een emissie naar bodem lokaal door de stort van fosfaatgips. Bij de vuilverbranding leidt het beperkte effect van het cadmiumbesluit tot een veel kleinere luchtmissie en de beperkte inzameling van Ni/Cd-batterijen leidt tot een zeer grote toename (1,1 ton) van de luchtmissie bij de vuilverbranding (tabel 5.19 en 5.12).

Ten aanzien van de in- en uitvoer via de economie (tabel 20) is van belang dat het pakket Cd-houdende produkten slechts weinig wordt teruggedrongen. Alleen het gebruik van Cd-arm fosfaaterts leidt tot een substantiële reductie van de cadmium invoer.

De accumulatie in de economie (tabel 5.21) neemt met 27% af tot 29,3 ton cadmium. Bij een maximaal effect van de beleidsmaatregelen bedraagt de afname 47%. De ophoping in produkten en materialen neemt met 45% af, ook dit is aanzienlijk minder dan bij een maximaal effect van het beleid (88% reductie). Dit slechtere resultaat wordt voornamelijk veroorzaakt doordat het gebruik van Cd-houdende produkten minder wordt teruggedrongen.

tabel 5.19 Emissiereducties bij de bron t.o.v. 1985 in Zuid-Holland bij een beperkt effect van de beleidsmaatregelen.

beleidsmaatregel	emissie-soort	emissie-reductie (kg Cd)	restemissie totaal (kg Cd)	reductie % totaal emissiesoort
schoon fosfor-zuurproces	water	13800	2000	87
	b.diff.	390	620	38
	b.lok.	-4300 ¹	22500	-24
Cd-besluit	lucht	160	2160	7
	b.lok.	170	18030	1
inzameling Ni/Cd-batterijen	lucht	-1110	3430	-48
	b.lok.	- 820	19000	- 5
slibverbranding	lucht	80	2240	3
	water	90	15710	1
	b.diff.	60	950	6
	b.lok.	3	18200	0

¹ negatieve reductie dus toename!

tabel 5.20 Veranderingen t.o.v. 1985 van de in- en uitvoer via de economie en de accumulatie in de economie in Zuid-Holland bij een beperkt effect van de beleidsmaatregelen.

beleidsmaatregel	economische stroom	effect (10 ³ kg Cd)
schoon fosfor- zuurproces	invoer P-erts	- 23,4
	uitvoer P-erts	- 0,7
	P-mest	- 9,7
Cd-besluit	opslag afval vvi	- 2,4
	invoer huisvuil	- 0,3
	invoer Cd-pigm.	- 2,6
	-stab.	- 1,6
	-sulfide	- 0,2
	-kunststof	- 1,8
	totaal invoer	- 6,5
uitvoer Cd-kunststof	- 3,7	
inzameling Ni/Cd- batterijen	opslag afval vvi	+ 6,6
	invoer huisvuil	+ 1,2
	uitvoer afval	+ 7,5
	invoer batterijen	+ 4,0
uitvoerstop	uitvoer huisvuil	- 0,5
slibverbranding	opslag afval	+ 0,2
	uitvoer slib	- 0,1
totaal beleid	opslag afval	+ 4,5
	invoer	- 24,7
	uitvoer	- 7,2

tabel 5.21 Accumulatie in de economie in Zuid-Holland bij een beperkt effect van de beleidsmaatregelen.

(10 ³ kg Cd)	1985	2000
INVOER VIA ECONOMIE (1)	141,9	117,2
WINNING (2)	0,6	0,6
ONTTREKKING AAN MILIEU (10)	19,6	8,6
TOTAAL IN	162,1	126,4
UITVOER VIA ECONOMIE (5)	88,0	80,8
EMISSIE NAAR MILIEU (9)	33,9	16,3
TOTAAL UIT	121,9	97,1
ACCUMULATIE IN ECONOMIE (11)	40,2	29,3
w.v. berging eigen terrein	5,6	10,1
produkten en materialen	34,6	19,2

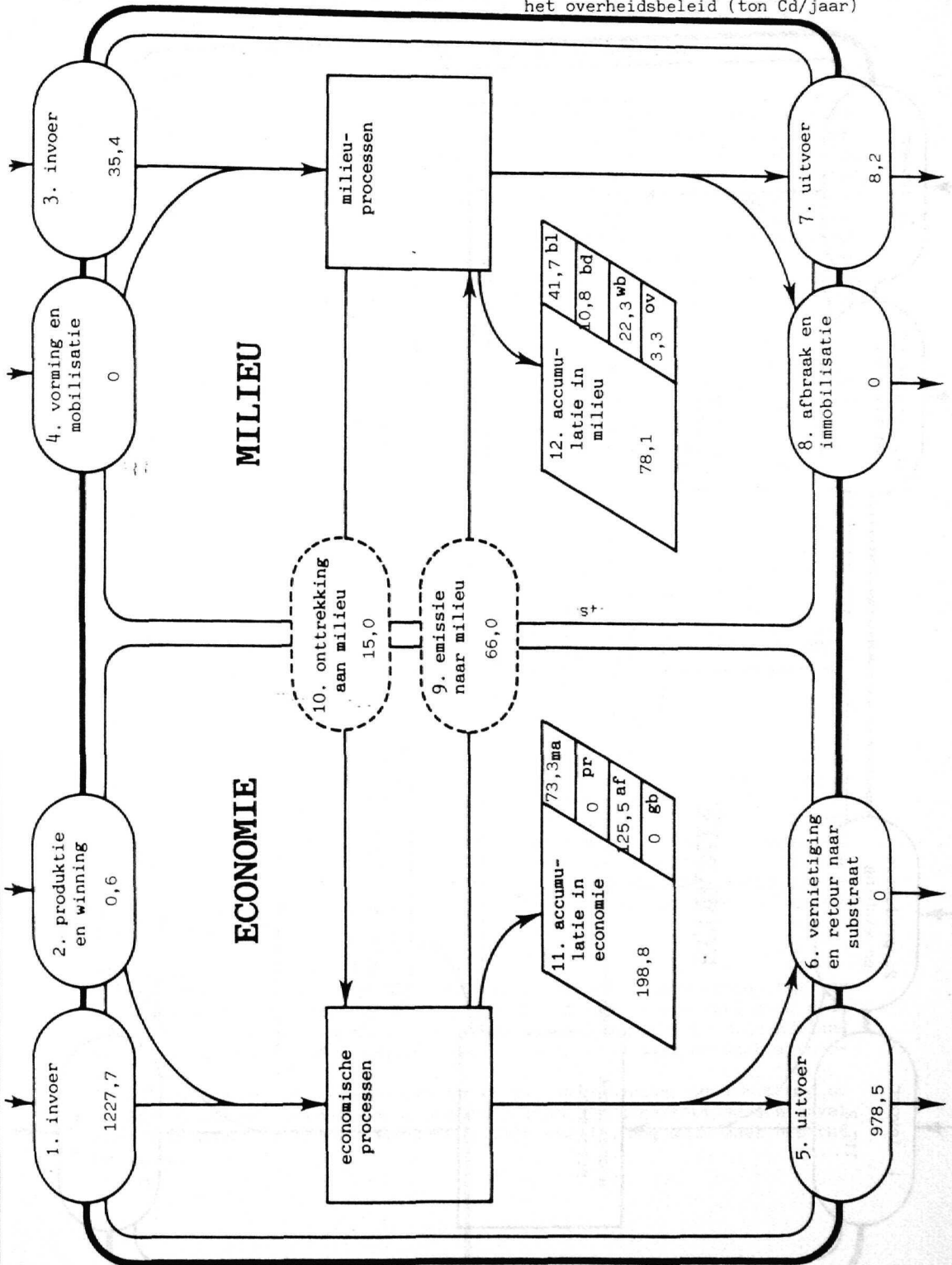
Effecten op de milieustromen in Nederland en Zuid-Holland

Voor het milieu in Nederland en Zuid-Holland zijn, zoals blijkt uit de figuren 10 en 11, de verschillen met het maximaal effectief beleid voor de hoogte van de emissie naar en de accumulatie in het milieu aanzienlijk. Deze worden vooral veroorzaakt door de veel hogere lokale bodemaccumulatie, die afkomstig is van

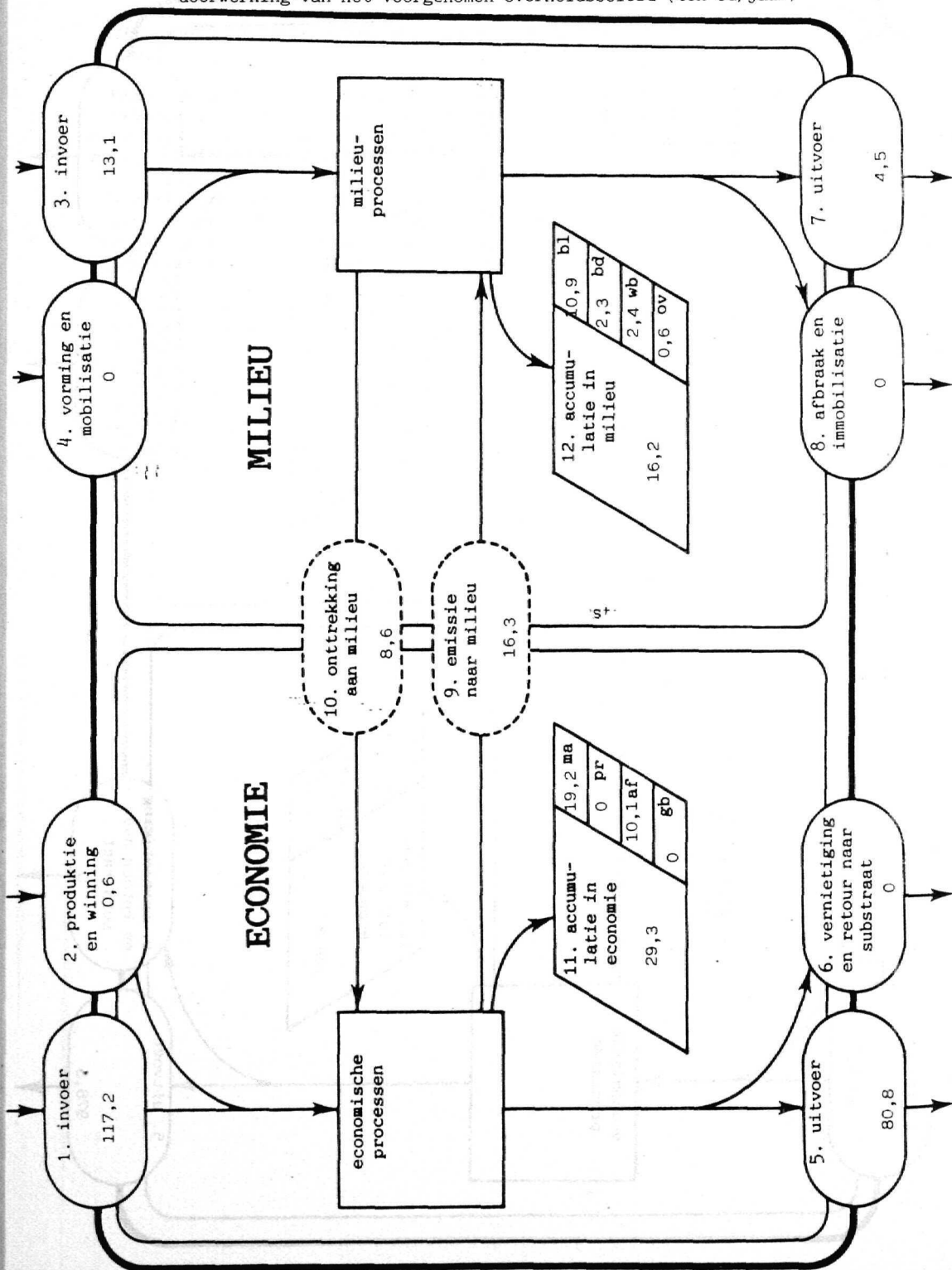
- een grotere stort van Cd in huishoudelijk afval, door een minder effectief inzamelsysteem voor de Ni/Cad-batterijen en een minder goede doorwerking van het cadmiumbesluit
- extra afvalstort door de fosfaatmestindustrie.

In Zuid-Holland wordt afval grotendeels verbrand. De toename van cadmium in huishoudelijk afval leidt in Zuid-Holland dan ook tot een toename van de diffuse bodem-accumulatie t.o.v. 1985. De berekende bodemaccumulatie is in dit geval niet veel lager dan die bij het ontbreken van sturend beleid in 2000, zodat het beleid op dit punt onvoldoende effect heeft. De ten opzichte van het maximaal effectief beleid grotere lokale bodemaccumulatie is in Zuid-Holland met name terug te voeren op het genoemd afval van de fosfaatmestindustrie. Ten opzichte van 1985 en ten opzichte van de autonome ontwikkeling is er op dit punt wel een afname.

Figuur 10: Cadmiumstromen en -accumulatie in de Nederlandse economie en het Nederlandse milieu in 2000, bij een meer realistische aanname voor de doorwerking van het overheidsbeleid (ton Cd/jaar)



figuur 11: cadmiumstromen en -accumulatie in de zuidhollandse economie en het Zuidhollandse milieu in 2000, bij een meer realistische aanname voor de doorwerking van het voorgenomen overheidsbeleid (ton Cd/jaar)



5.5.3 CONCLUSIES T.A.V. HET VOORGENOMEN OVERHEIDSBELEID

Uit de berekeningen blijkt dat het voorgenomen overheidsbeleid, wanneer de doorvoering probleemloos en maximaal effectief zou geschieden, in een vermindering van de cadmiumbelasting van en accumulatie in het milieu in Nederland en Zuid-Holland resulteert. Deze vermindering zou zich met name voordoen bij de lokale bodemaccumulatie, maar ook bij de diffuse bodemaccumulatie is een afname te constateren. Dit geldt voor een vergelijking met de situatie in 2000 zoals die zich zonder sturend beleid ontwikkeld zou hebben, en bovendien met de situatie in 1985. Wel moet in het oog gehouden worden dat er ook bij de meest effectieve inschatting nog steeds sprake is van een ophoping van cadmium in het milieu en dus van een toename van cadmiumconcentraties.

Bij een meer realistische aanname over de haalbaarheid van genoemde beleidsmaatregelen is de afname van de Cd-belasting veel kleiner. De verschillen ten opzichte van de autonome ontwikkeling zijn dan aanzienlijk minder groot. Voor Nederland als geheel is een afname te zien van de diffuse bodembelasting dankzij de mindere Cd-toevoeging via kunstmest, maar voor Zuid-Holland wordt deze voor een groot gecompenseerd door een hogere depositie via de verhoogde vvi-luchtemissies. Ten opzichte van 1985 is er zelfs nog sprake van een stijging.

Uit de voorgaande paragrafen is gebleken, dat de diffuse bodemaccumulatie de voornaamste probleemstroom genoemd kan worden. Gezien bovengenoemde uitkomsten verdient het aanbeveling om ter bestrijding hiervan aanvullende maatregelen te formuleren, die met name betrekking hebben op de binnenlandse, resp. binnen-provinciale luchtemissies. Dit geldt nadrukkelijk ook voor de in de toekomst te verwachten emissies die het gevolg zullen zijn van het voornemen meer afval via verbranding te verwerken.

Overzicht beleidseffecten

De belangrijkste punten uit de effecten van de beleidsmaatregelen op de economische stromen worden hier puntsgewijs samengevat. Daarbij wordt vooral ook aandacht besteedt aan de onderlinge vergelijking Nederland-Zuid-Holland en vergelijking van maximaal effect - beperkt effect-autonome ontwikkeling. Daartoe zijn onderstaande tabellen opgesteld waarin de procentuele verandering van de economische stromen in de drie ontwikkelingsvarianten is aangegeven. De puntsgewijze opsomming is onderverdeeld in effecten op stofstroomschema niveau en effecten op een specifieke stofstroom.

Stofstroomschema

* De autonome ontwikkeling leidt nationaal tot een sterke verhoging van de emissie naar het milieu en provinciaal tot een lichte verlaging door het relatief grotere aandeel van de kunstmestindustrie in Zuid-Holland waarvoor in de autonome ontwikkeling eveneens een emissiereductie voorzien is.

* De accumulatie in de economie neemt bij de autonome ontwikkeling op beide niveaus af doordat een groeiende stroom Ni/Cd-batterijen als afval aan de economie onttrokken worden. In 1985 was dat nog maar zeer beperkt het geval.

Tabel 5.22 Samenvatting van de veranderingen (%) in de economische stofstromen t.o.v.1985 voor Nederland bij een autonome ontwikkeling, bij een maximaal en bij een beperkt effect van de beleidsmaatregelen.

(%)	2000		
	autonoom	beperkt effect	maximaal effect
INVOER	+ 2	- 4	- 6
WINNING	0	0	0
<u>ONTTREKKING</u>	- 16	- 42	- 42
INSTROOM	+ 1	- 5	- 7
UITVOER	+ 2	+ 4	+ 5
<u>EMISSIE</u>	+ 42	- 9	- 59
UITSTROOM	+ 4	+ 3	+ 1
ACCUMULATIE	- 9	- 30	- 35
- berging	+ 10	+ 7	+ 9
- prod. + mat.	- 23	- 57	- 66

tabel 5.23 Samenvatting van de veranderingen (%) in de economische stofstromen t.o.v.1985 voor Zuid-Holland bij een autonome ontwikkeling, bij een maximaal en bij een beperkt effect van de beleidsmaatregelen.

(%)	2000		
	autonoom	beperkt effect	maximaal effect
INVOER	+ 4	- 17	- 27
WINNING	0	0	0
<u>ONTTREKKING</u>	- 21	- 56	- 56
INSTROOM	+ 1	- 22	- 31
UITVOER	+ 6	- 8	- 7
<u>EMISSIE</u>	- 2	- 52	- 73
UITSTROOM	+ 4	- 20	- 25
ACCUMULATIE	- 8	- 27	- 47
- berging	+207	+ 80	+213
- prod. + mat.	- 43	- 45	- 88

* Het maximale effect van de beleidsmaatregelen op emissie en accumulatie is voor Zuid-Holland relatief nog groter dan voor Nederland doordat de vergaande emissiereductie bij de kunstmestindustrie in Zuid-Holland een groter aandeel heeft.

* Bij een beperkt effect van het beleid neemt de emissiereductie nationaal sterk af, maar de vermindering van de accumulatie in de economie

blijft redelijk goed, echter mede door de grotere uitstoot naar het milieu!

* Op provinciaal niveau blijft de emissiereductie bij een beperkte effectiviteit op een redelijk peil, wederom door het grote aandeel van de kunstmestindustrie in Zuid-Holland.

* In Zuid-Holland neemt de afvalberging op eigen terrein in alle drie varianten relatief sterk toe doordat de berging van Cd-houdend afval door de kunstmestindustrie voorzien is en doordat de hoeveelheid cadmium in verbrandingsresten van de vuilverbranding toeneemt door toename van het huisvuil en van verbranding daarvan.

Beleidsmaatregelen

* Het **cadmiumbesluit** heeft in Zuid-Holland een sterk positief effect op de luchtmissies vanwege het grote aandeel van vuilverbranding in de vuilverwerking.

* Een beperkt effect van het **cadmiumbesluit** leidt niet alleen tot lagere emissiereducties, maar vooral tot een kleinere vermindering van de accumulatie in produkten en materialen.

* Een volledig effectieve **inzameling van Ni/Cd-batterijen** is absoluut noodzakelijk, anders zullen de emissies naar de lucht bij de vuilverbranding en de emissies naar bodem lokaal bij de vuilstort zeer sterk toenemen.

* Door de **verbranding van zuiveringsslib** treedt er een geringe netto reductie van de emissies naar het milieu op. Echter de reductie van de emissies naar de bodem wordt volledig gecompenseerd door een toename van de luchtmissies en van de accumulatie in vliegias en slakken. Verbranden van zuiveringsslib is daarom geen effectieve methode om de slibproblematiek op te lossen. Maatregelen dienen gericht te zijn op de reductie van de Cd-belasting van zuiveringsinstallaties.

* De reductie van de wateremissie door de **kunstmestindustrie** wordt gedeeltelijk vervangen door een opslag op eigen terrein (maximaal effect) of een stort naar bodem lokaal (beperkt effect en autonoom).

* Een **exportverbod van chemisch afval** zal enerzijds omzeild kunnen worden door afvalstoffen als grondstof aan te merken, anderzijds zal dat leiden tot opslag op eigen terrein. De omvang in hoeveelheid cadmium is slechts enkele procenten.

* Het **wegvallen van de uitvoer van huisvuil** uit Zuid-Holland naar de VAM in Drente zal leiden tot een toename van de vuilverbranding en de emissies daarbij.

6 CONCLUSIES

De conclusies die naar aanleiding van het onderzoek getrokken kunnen worden, kunnen in verschillende groepen worden onderverdeeld.

In de eerste plaats zijn er de feitelijke conclusies die voortvloeien uit het opstellen van de schema's op de verschillende niveaus. Daarbij horen ook de hiaten en onzekerheden in de gegevens die in de loop van het onderzoek naar voren zijn gekomen.

In de tweede plaats kunnen conclusies getrokken worden naar aanleiding van de uitgevoerde analyse van probleemstromen en beleidsmaatregelen.

In de derde plaats kan de bruikbaarheid van het stofstroomschema als beleidsonderbouwend instrument aan de orde worden gesteld.

6.1 CADMIUMSTROMEN IN NEDERLAND EN ZUID-HOLLAND

Stofstroomschema's zijn op vier niveaus opgesteld: nationaal, provinciaal (Zuid-Holland), regionaal (waterbeheer-eenheden) en lokaal (hectares landbouwgrond).

De belangrijkste resultaten van het onderzoek met betrekking tot cadmiumstromen worden hieronder genoemd.

6.1.1 Stromen in de economie

Invoer via de economie

De invoer van Cd in de Nederlandse economie betreft slechts voor ca. 30% **intentionele import** en voor Zuid-Holland ca. 50%, waarvan Ni/Cd-batterijen en -accu's het grootste aandeel vormen. Het gebruik van Cd-houdende producten is in deze gevallen een keuze. In principe zijn er voor het intentionele verbruik technische alternatieven. Beperking van de cadmium invoer is daardoor technisch mogelijk.

Voor ca. 70% (Nederland) betreft het **niet-intentionele import** waarvan zinkerts bijna 90% voor zijn rekening neemt. Die import is niet te beperken zonder het doel van die import, zinkproductie, te schaden. Dit legt beperkingen op aan een principiële streven naar zo laag mogelijke import. In Zuid-Holland komt de niet-intentionele import op naam van de fosfaatmestindustrie, beperking van deze import is mogelijk door cadmium-arm fosfaaterts te gebruiken.

Uitvoer via de economie

Bij de uitvoer van Cd vormt de export van ruw cadmium uit de zinkproductie het grootste aandeel (60%). Dit betekent dat een verminderde afzetmogelijkheid tot een grote afval c.q. opslagpost kan leiden.

Voor Zuid-Holland speelt de export van ruw cadmium geen rol, de export van fosfaatkunstmest is hier belangrijk.

Accumulatie in de economie

De accumulatie van Cd in de economie komt wat betreft **afvalberging op eigen terrein** vrijwel geheel op rekening van het jarosietafval bij de zinkproductie. Voor de **accumulatie in produkten en materialen** zijn min of meer duurzame goederen als Ni/Cd-batterijen en kunststofprodukten verantwoordelijk. Voor beide geldt dat ze op den duur tot afval worden, bij de verwerking waarvan grote emissies naar het milieu kunnen ontstaan.

Voor Zuid-Holland speelt het jarosietafval geen rol, de slakken en vliegassen van de vuilverbranding zorgen hier voor een aanzienlijke accumulatie in de economie.

6.1.2 Stromen tussen economie en milieu

Emissie

Bij de emissie naar het milieu spelen voor het compartiment lucht de vuilverbranding en olieraffinage de grootste rol, de waterlozing wordt vooral veroorzaakt door de kunstmestindustrie en de waterzuiveringsinstallaties. Het storten van huishoudelijke en bedrijfsafvalstoffen en de opslag van baggerspecie nemen het grootste aandeel in de lokale bodememissie in, de diffuse bodememissie wordt vrijwel volledig veroorzaakt door bemesting met kunstmest, diermest en zuiveringsslib. Ditzelfde beeld geldt voor Zuid-Holland met dien verstande dat de stort van afvalstoffen daar een veel kleinere rol speelt.

De emissies naar het milieu komen landelijk globaal voor een kwart voort uit intentionele toepassingen, in Zuid-Holland slechts voor één tiende.

Onttrekking

De onttrekking van cadmium uit het milieu wordt bijna geheel door baggespecie gevormd. In 1985 werd een groot deel weer in het milieu gebracht. (zie 6.2).

6.1.3 Stromen in het milieu

Nationaal en provinciaal niveau

De belasting van het milieu door emissies binnen Nederland bedraagt globaal gesproken het dubbele van de belasting door invoer vanuit het buitenland via water en lucht. Dit geldt ook voor Zuid-Holland. Voor de regionale en lokale situaties is de relatieve bijdrage van de emissies vaak nog groter.

De cadmiumstromen in het milieu van Zuid-Holland zijn ten opzichte van die voor Nederland hoog. Per oppervlakte- of inwoner-eenheid zijn invoer via het milieu, emissies, onttrekking, uitvoer en accumulatie enkele malen hoger dan voor Nederland als geheel. Voor een niet onaanzienlijk gedeelte hiervan zijn Rijn en Maas verantwoordelijk, die met hun grote cadmiumvrachten door Zuid-Holland stromen. Daarnaast is er in Zuid-Holland veel industriële activiteit. Met name de fosfaaterts-verwerkende industrie leidt tot grote cadmium-emissies. Tenslotte vormt de baggerspecie uit havens en vaargeulen een belangrijk deel van de omvang van Cd-stromen en accumulaties. In alle drie de gevallen is in feite sprake van nationale stromen op provinciaal niveau.

Regionaal en lokaal niveau

Uit de stroomschema's op regionaal niveau blijkt, dat de cadmiumbelasting van het landelijk gebied voornamelijk afkomstig is van bemesting en atmosferische depositie. De relatieve aandelen hiervan kunnen per gebied sterk verschillen, afhankelijk van ligging, grondgebruik en aanwezigheid van luchtmissiebronnen. De invloed van de grote (Rijks-)wateren blijkt in de deelgebieden relatief beperkt te zijn. Aangezien het belastingpatroon van de grote wateren (buitenland en industriële lozingen) ook sterk verschilt van dat van de polderwateren (depositie, uit- en afspoeling van

bemesting) kan geconcludeerd worden dat deze categorieën door het beleid gescheiden kunnen worden behandeld.

Voorts is gebleken, dat de totale cadmiumaccumulatie per oppervlakte-eenheid sterk uiteenloopt voor de verschillende deelgebieden: van 5 g/ha (Rijnland, Vijfheerenlanden) tot 35 g/ha (Brielse Dijkkring). Deze verschillen bieden duidelijke aanknopingspunten voor het gebiedsgericht beleid van de provincie Zuid-Holland, en ook voor het meetnet PIMM.

De meest gedetailleerde niveaus, de regionale en lokale schema's, bieden zinvolle aanknopingspunten naar cadmiumconcentraties in het milieu. De jaarlijkse bodem-accumulatie kan worden omgerekend naar een jaarlijkse concentratietoename. Daaruit blijkt, dat in bepaalde in Zuid Holland voorkomende situaties binnen enkele tientallen jaren overschrijding van bodem- en voedselnormen te verwachten is. In dat geval moet de bodem ongeschikt worden geacht voor landbouwkundig gebruik.

6.2 PROBLEEMSTROMEN

Diffuse bodembelasting

De diffuse bodemaccumulatie kan vanuit oogpunt van zowel de menselijke gezondheid als welvaartsgerichte overwegingen als grootste probleemstroom worden beschouwd. Uit een hoog Cd-gehalte in de bodem volgt immers een hoog Cd-gehalte in gewassen. Bij consumptie kan dit tot overschrijding van de ADI-waarde leiden (die voor cadmium toch al vaak dicht wordt genaderd). In het andere geval moet het gewas worden afgekeurd en de bodem ongeschikt verklaard worden voor landbouwkundig gebruik. Daarbij is de diffuse bodembelasting tevens de moeilijkst beheersbare stroom. Ook dit pleit voor een extra grote beleidsaandacht.

Het blijkt, dat er op de vier niveau's verschillen zijn in de stromen die deze accumulatie veroorzaken. Op nationaal niveau neemt de bemesting, en met name de kunstmest, een centrale plaats in. Maatregelen hierop gericht zijn daarmee vanzelfsprekend uiterst zinvol.

Voor de provincie Zuid-Holland levert de depositie vanuit de lucht het voornaamste aandeel van de diffuse bodembelasting. Dit wordt met name veroorzaakt door de grote hoeveelheid cadmium die via vvi's naar de lucht wordt geëmitteerd. In de toekomst wordt een verdergaande stijging van deze emissies verwacht, waardoor de diffuse bodembelasting in Zuid-Holland nog aanzienlijk sterker toe zal nemen dan op nationaal niveau. Op regionaal niveau kan het depositie-aandeel nog veel groter zijn: tot meer dan 80%! Aanpak van meststoffen is daarom voor de provincie niet voldoende. In sommige deelgebieden blijkt een doorvoering van de in het Basisdocument genoemde maatregelen m.b.t. Cd in meststoffen zelfs maar 5% verbetering op te leveren, tegenover meer dan 30% gemiddeld over Nederland.

Op lokaal niveau doet plotseling een heel nieuwe probleemstroom zijn intrede: het zuiveringsslib. Zuiveringsslib als stroom valt op de hogere niveaus in het niet vergeleken bij de andere stromen. Op lokaal niveau is dat echter zeker niet het geval. Bij landbouwkundig gebruik van toegestaan zuiveringsslib in toegestane hoeveelheden kan op het niveau van een hectare een zeer aanzienlijke accumulatie van cadmium optreden.

Voor de provincie is dit een relevant gegeven, dat de vraag oproept naar de meest wenselijke verwerkingsvorm van dit slib. Het overheidsbeleid is nu gericht op het meer gaan verbranden ervan, in combinatie met rookgasreiniging. Dat dit ook niet altijd een gewenst resultaat oplevert is gebleken uit het voorbeeld van de vvi Gevudo (bijlage 15), waarin een combinatie vvi/rwzi zorgt voor het rondgaan van cadmium van de ene installatie naar de andere met een netto milieuwinst die te verwaarlozen is.

Belasting oppervlaktewater

Bij een voortzetting van de trend wordt (geheel los van binnenlands beleid) een verder afname van de invoer van Cd via Rijn en Maas verwacht, met positieve gevolgen voor de bezinking in waterbodems. Deze stroom zal, wanneer de trend zich inderdaad doorzet, als probleemstroom in de toekomst dan ook aan betekenis verliezen.

De fosfaatmest-industrie is momenteel verantwoordelijk voor zeer grote cadmiumlozingen op het oppervlaktewateren. Deze relatief gemakkelijk en zeer effectief te saneren stroom wordt door het beleid nu ook al aangepakt. Effectieve doorvoering ervan leidt tot een halvering van de cadmiumbelasting van de Noordzee vanuit Nederland. Daarnaast valt een (wat betreft cadmium) zeer aanzienlijke verbetering van de baggerslib-kwaliteit te verwachten. De accumulatie in Nederlandse waterbodems neemt echter niet af als gevolg van deze maatregel: de profiterende waterbodems worden opgebaggerd of liggen buiten Nederland. Bovendien is het waarschijnlijk dat deze emissie-afname leidt tot een toename van het op bedrijfsterrein opgeslagen Cd-houdend afval. Hierbij vindt dus geen vermindering maar een verschuiving (die overigens toch gunstig beoordeeld mag worden) plaats van cadmiumstromen.

Baggerslib

In het baggerslib gaan buitengewoon grote hoeveelheden cadmium om. Het beleid tot nu toe is gericht op het creëren van stortlokaties. In de toekomst is een verschuiving naar een meer preventief beleid toch meer gewenst: over 10 jaar zijn de huidige stortlokaties ook weer vol. Uit bovenstaande blijkt al dat voor wat betreft cadmium effectieve maatregelen te nemen zijn. De noodzaak tot stort van dit slib worden echter ook door andere verontreinigingen bepaald.

6.3 BELEIDSAANGRIJPINGSPUNTEN

Ni/Cd-batterijen

In de toekomst wordt (in Nederland en Zuid-Holland) een gigantische toename verwacht van het gebruik van nikkel-cadmiumbatterijen, die bij het ontbreken van sturend beleid zal gaan leiden tot een sterke verhoging van de emissies naar het milieu. Door het gebruik van Ni/Cd-batterijen wordt een groot potentieel milieuprobleem in Nederland geïntroduceerd. Het verbruik zal in de toekomst met nog zeker 25% toenemen, hetgeen een afvalstroom van 60 ton per jaar gaat opleveren. Zonder een sluitend inzamelsysteem komt dit afval voor naar schatting 50% in het huishoudelijk en bedrijfsafval terecht. Door het verbranden en storten van dit afval betekent dit bijna een verdubbeling van de luchtmissies, een verdubbeling van de emissie naar bodem lokaal en een verdrievoudiging van

de cadmiumgehalten in vvi-slak en -vliegias. De verdubbeling van de luchtmissies resulteerd in een 6% toename van de diffuse bodemaccumulatie in Nederland en zelfs 25% in Zuid-Holland.

Om deze milieuramp te voorkomen dient aanvullend beleid gevoerd te worden, bijvoorbeeld in de richting van een verplicht statiegeldsysteem of beter een alternatief voor de de Ni/Cd-batterij. Bij een sluitende inzameling worden bovenstaande milieueffecten voorkomen.

Een apart probleem is nog, wat er na inzameling met de batterijen gebeurt. In de huidige situatie worden de ingezamelde batterijen naar het buitenland getransporteerd waar het nikkel eruit wordt teruggewonnen. Het cadmium zal vermoedelijk als afval bechouwd worden, zodat hier in feite een export van het milieuprobleem plaatsvindt. Mogelijk kan dat veranderen bij een verder stijgen van de cadmiumprijs, waardoor ook terugwinnen van cadmium aantrekkelijk wordt.

Zinkproduktie

De direkte milieu-emissies bij de zinkproduktie zijn relatief gering. Echter de opslag van Cd-houdend afval op eigen terrein vormt niet alleen een grote accumulatie in de economie maar tevens een potentiële emissie naar het milieu in de toekomst. Op dit moment is nog onduidelijk hoe de verwerking van dit afval moet gaan plaatsvinden en het probleem wordt steeds nijpender door het continue, struturele karakter van deze afvalstroom. Een indringende bezinning op deze afvalpost is dringend noodzakelijk.

Huishoudelijk en Bedrijfsafval

Deze afvalstromen bevatten voornamelijk cadmium door Cd-houdende kunststoffen en in de nabije toekomst wellicht door Ni/Cd-batterijen. Bij de verwerking van dit afval middels storten of verbranden ontstaan emissies naar het milieu. Op nationale schaal spelen storten en verbranden beide een rol, in Zuid-Holland speelt storten nauwelijks een rol. Aangegeven is al welke milieugevolgen het toevoegen van Ni/Cd-batterijen aan deze afvalstromen heeft. Autonome ontwikkelingen t.a.v. de omvang van de afvalstromen doen die emissies met nog eens 25% toenemen.

Het cadmium in kunststofprodukten wordt momenteel al aangepakt middels het **cadmiumbesluit**. Een maximaal effectief cadmiumbesluit doet de Cd-vracht in het afval met 80% afnemen. Hierdoor zullen de totale luchtmissie en de emissie naar bodem lokaal met ca. 30% afnemen waardoor de diffuse bodemaccumulatie met 5% voor Nederland en zelfs 20% voor Zuid-Holland kan afnemen. Bij een beperkt effectief cadmiumbesluit neemt de reductie meer dan evenredig af. Slechts een effectieve doorvoering van het cadmiumbesluit zal de milieu-emissies substantieel doen afnemen. Dit besluit leidt tenslotte nauwelijks tot vervangende Cd-stromen, wel kan er eventueel een ruw cadmium overschot ontstaan bij de zinkproduktie indien de toepassingen mondiaal teruglopen.

In Zuid-Holland dient men rekening te houden met een toename (10%) van het te verwerken afval door een **uitvoer-stop naar de VAM** in Drente. Dit zal leiden tot een toename van de luchtmissie en van de vvi-slakken en vliegassen. Een beleid gericht op de vermindering van de afvalstromen en gescheiden inzameling cq. verwerking kan hiervoor een oplossing zijn.

Kunstmestproductie en gebruik

De kunstmestproductie is verantwoordelijk voor het overgrote deel van de lozingen op het oppervlaktewater. Door een **schoon fosforzuurproces** kan de totale wateremissie met 70% dalen voor heel Nederland en zelfs met 90% voor Zuid-Holland. Dit heeft vooral een aanzienlijke verlaging van Cd-gehalte in baggerspecie en op de uitstroom naar de Noordzee. De accumulatie in de waterbodems neemt echter nauwelijks af: de profiterende waterbodems worden opgebaggerd of liggen buiten Nederland.

Ook de diffuse in de bodem door het gebruik van **Cd-arm fosfaatkunstmest** zal ten gevolge van een schoon fosforzuurproces sterk dalen (ca. 40%). Hierdoor neemt de accumulatie in de bodem in Nederland met bijna 30% en in Zuid-Holland met bijna 20% af.

Door het gebruik van **Cd-arme fosfaatertsen** neemt de import eveneens af en blijft de emissie vervangende accumulatie in de economie beperkt of zelfs uit.

Indien de emissiereductie gerealiseerd wordt door zuiveringstechnieken bij de huidige produktiewijze (end-off-pipe) dan treedt er een grote vervangende emissie naar bodem lokaal op en het Cd-gehalte van de kunstmest zal ook niet dalen, waarmee deze optie weinig structureel wordt.

Zuiveringsslib

Door autonome toename van de hoeveelheid zuiveringsslib zal de emissie naar bodem diffuus door slibbemesting in de landbouw toenemen. Het beleid is erop gericht dit te ondervangen door **slibverbranding**. Nationaal gezien zal dit een toename van de totale luchtmissie geven van 7% en daardoor een toename van de diffuse accumulatie in de bodem van 1% naast een afname van 4% in de landbouw. Op Zuidhollandse schaal zijn de effecten nog matiger, hier wordt ten aanzien van de diffuse bodemaccumulatie enerzijds 2% gewonnen, maar door de extra luchtmissie 1% verloren. Het milieu-rendement van de slibverbranding is dus zeer beperkt.

In Zuid-Holland bestaat een probleemsituatie ten aanzien van de **slibverbranding bij Gevudo**. In de huidige constellatie wordt 50-65% van het cadmium in het slib direkt naar het milieu (lucht en water) geëmitteerd. Door de gestarte sanering van deze situatie zal dit ca. 15% gaan bedragen. Hoewel dit positieve gevolgen zal hebben voor de diffuse bodemaccumulatie, kan desalniettemin gesteld worden dat slibverbranding ten aanzien van de Cd-problematiek een weinig effectieve en zeker niet efficiënte methode is.

6.4 VOORGENOMEN OVERHEIDSBELEID

Effectiviteit voorgenomen beleid

Met betrekking tot het voorgenomen overheidsbeleid kunnen de volgende, samenvattende conclusies worden getrokken:

Uit de berekeningen blijkt dat het voorgenomen overheidsbeleid, wanneer de doorvoering probleemloos en maximaal effectief zou geschieden, in een **aanmerkelijke vermindering van de cadmiumbelasting van het milieu in Nederland en Zuid-Holland** resulteert. Deze vermindering zou zich met name voordoen bij de lokale bodemaccumulatie, maar ook bij de diffuse bodemac-

cumulatie is een afname te constateren. Alleen voor de waterbodems levert het beleid, zelfs bij maximale doorvoering, erg weinig op. Dit geldt voor een vergelijking met de situatie in 2000 zoals die zich zonder sturend beleid ontwikkeld zou hebben, en bovendien met de situatie in 1985. Wel moet hierbij steeds in het oog gehouden worden, dat er ook bij dit beleid nog steeds een niet onaanzienlijke accumulatie plaatsvindt, en dus een verhoging van de cadmiumconcentraties in het milieu.

Bij een meer realistische aanname over de haalbaarheid van genoemde beleidsmaatregelen is de afname van de Cd-belasting veel kleiner. Ten opzichte van de autonome ontwikkeling is er nog duidelijk sprake van een verbetering, zij het dat deze aanzienlijk minder groot is dan bij een maximaal effectieve doorvoering. Ten opzichte van 1985 is er echter zelfs nog sprake van een stijging van de jaarlijkse cadmiumaccumulatie, zodat het beleid op deze manier ingeschat onvoldoende effectief geacht mag worden.

Voor Nederland als geheel is, bij een realistische inschatting van de doorwerking van het voorgenomen overheidsbeleid, een afname te zien van de diffuse bodembelasting dankzij de mindere Cd-toevoeging via kunstmest, maar voor Zuid-Holland wordt deze winst grotendeels tenietgedaan door een hogere depositie via de verhoogde vvi-luchtemissies.

Aanvullende maatregelen

De diffuse bodemaccumulatie kan als voornaamste milieuprobleem genoemd worden. Gezien bovengenoemde uitkomsten verdient het aanbeveling om ter bestrijding hiervan aanvullende maatregelen te formuleren, die met name betrekking hebben op de binnenlandse, resp. binnen-provinciale luchtemissies. Dit geldt nadrukkelijk ook voor de in de toekomst te verwachten emissies die het gevolg zullen zijn van het voornemen meer afval via verbranding te verwerken.

Tenslotte kan ten aanzien van de te nemen maatregelen zelf vanuit een meer bestuurlijk oogpunt het volgende worden opgemerkt:

Beleidsmaatregelen met een algemeen karakter, waaronder de meeste financiële maatregelen maar ook het gehele produktbeleid vallen, kunnen het best op Rijksniveau genomen worden. Specifiek provinciale taken bij de cadmiumbestrijding zijn gelegen in de vergunningverlening, met name in verband met de grote hoeveelheid luchtemissies van Cd, en in de aanwijzing van bijzondere gebieden, waardoor plaatselijk strengere milieukwaliteits-eisen kunnen worden gesteld en daarmee ook strengere eisen aan de belasting.

Bij veel probleemstromen ligt de uiteindelijk meest gewenste oplossing in de richting van een beperking van import van cadmium en cadmiumhoudende grondstoffen en produkten. Deze is, naast het verbieden van de import, het meest effectief te bestrijden via financiële instrumenten zoals een importheffing of een uitwerking van een stofstatiegeld-systeem. De eerstgenoemde heeft een relatief gemakkelijke inpasbaarheid als voordeel, de tweede een brede werkingssfeer zodat ook direkt ingegrepen wordt in emissies of in hergebruiksmogelijkheden.

Er zijn ook allerlei maatregelen denkbaar op het gebied van de economische processen zoals hergebruik, en op het gebied van de emissiebeperking, die zeer effectief kunnen ingrijpen op de stromen waarvoor ze

bedoeld zijn. Bij een niet-vernietigbare stof als cadmium moet er echter zorgvuldig voor gewaakt worden, dat dan niet een andere even ongewenste afvalstroom ontstaat.

6.5 CONCLUSIES MET BETREKKING TOT DE BUIKBAARHEID VAN STOFSTROOM-SCHEMA'S VOOR HET BELEID

Uit de studie is gebleken, dat voor wat betreft cadmium stofstroomschema's zeer bruikbaar zijn als beleidsondersteunend instrument.

Voor de stof cadmium bleek het op alle vier de schaalniveaus goed mogelijk te zijn stofstroomschema's op te stellen. Ook is de zinvolheid ervan gebleken doordat op elk niveau andere aspecten naar voren komen, die elk aanknopingspunten leveren voor het cadmiumbeleid.

Betrouwbaarheid van de getallen

Bij het verzamelen en bewerken van gegevens is wel gebleken dat in de meeste gevallen de beschikbaarheid en de nauwkeurigheid afnemen en de bewerkelijkheid toeneemt, met afnemend schaalniveau. Bij de beschikbaarheid van emissiegegevens speelde geheimhouding een beperkende rol op de laagste niveaus. Aan de andere kant echter zijn milieuprocessen zoals uit- en afspoeling en depositie uitsluitend op het meest gedetailleerde niveau, de lokatie, benaderbaar en moest voor de hogere niveaus met grove schattingen worden gewerkt.

Met behulp van een foutenanalyse is gebleken, dat de doorwerking van eenzelfde foutenmarge groter is op lager niveau, vanwege de relatief veel grotere bijdrage van één of enkele broncategorieën. Toch bleek de betrouwbaarheid van de getallen zelfs op het laagste niveau nog voldoende groot. De hieronder omschreven conclusies worden dan ook niet door de omvang van de foutenmarges ondergraven.

Beleidsondersteunende werking

In de eerste plaats levert een stofstroomschema noodzakelijke aanvullende gegevens op naast gegevens met betrekking tot cadmiumconcentraties in het milieu. Deze informatie heeft met name betrekking op de **herkomst** van bepaalde (hoge) Cd-concentraties; op de **bestemming** van bepaalde cadmiumstromen; op het daardoor tijdig kunnen **signaleren** van probleemstromen; en op het kunnen **voorspellen** van bepaalde toekomstige milieuproblemen (bijvoorbeeld in het geval van de Ni/Cd-batterijen). Hierbij is het expliciteren van de economische stromen van belang geweest. Ook het opstellen van de schema's op de vier niveaus heeft beleidsrelevante informatie opgeleverd met betrekking tot deze aspecten. Ook voor het Zuidhollands milieumetnet PIMM kunnen aanknopingspunten gevonden worden bij de stroomschema's. De regionale schema's sluiten aan bij het gebiedsgericht karakter van het PIMM, terwijl de brongerichte kant aansluiting kan vinden bij de lokale stofstroomschema's.

In de tweede plaats is het stofstroomschema zeer geschikt gebleken voor het **toetsen** van de effectiviteit van bepaalde **beleidsmaatregelen**. Ook hier weer is het onderscheid tussen de vier niveaus relevant gebleken. Als onverwachte uitkomst kan hier de gebleken beperkte zinvolheid van zuivering door een combinatie rwzi met slibverbranding in een vvi met

natte rookgasreiniging worden genoemd, zoals in bijlage 15 wordt omschreven.

In de derde plaats is het stofstroomschema zeer geschikt gebleken voor het verkrijgen van **overzicht** over de gehele cadmiumproblematiek, en het **verbinden** van de verschillende elementen van één probleem. Zo is gebleken dat een pakket maatregelen vaak leidt tot een verschuiving in cadmiumstromen en niet tot een daadwerkelijke vermindering ervan. De 'wet van behoud van ellende' blijkt ook hier te gelden. Dat dit achteraf gezien voor een metaal met een (tot nu toe) grotendeels niet-intentionele toepassing voor de hand lag, doet niet af aan de verhelderende invloed van het stofstroomschema op dit inzicht.

LITERATUUR

Anthonissen I.H. e.a. (1985), Inventarisatie van kleine hoeveelheden chemisch afval en probleemstoffen naar soorten en bronnen van ontstaan, rapportnr. 851901001, RIVM Bilthoven

Anthonissen I.H. (1986), Cadmium- en loodgehalten in de kunststoffrakte PVC, PE+PP en PS uit huishoudelijk zakkenvuil, rapportnr. 841705002, RIVM Bilthoven

Badger (1985), Vogelvluchtverkenning Aardolie en Steenkoolindustrie, bedrijfsafvalstoffen, Badger Den Haag.

Barring N.E., Recycling of Ni-Cd-batteries and process wastes, processes and operations of the new SAB NIFE plant, SAB NIFE Sweden

Bergshoeff G. (1982), Literatuurstudie betreffende de uitwerp van schoorstenen van vuilverbrandingen, Deelrapport 0 Werkgroep Emissiemetingen Vuilverbrandingen Zuid Holland

CBS (1985), Maandstatistiek van de buitenlandse handel per goederensoort, Centraal Bureau voor de Statistiek jrg.36 nr.12 dec., Staatsuitgeverij Den Haag

CBS (1987a), Waterkwaliteitsbeheer, deel b: zuivering van afvalwater 1985, CBS-Milieustatistieken, Staatsuitgeverij Den Haag

CBS (1987b), Afvalstoffen: van gemeentewege ingezameld afval 1985, CBS-milieustatistieken, Staatsuitgeverij Den Haag

CBS (1987c), Basis-metaalindustrie 1985, CBS-Produktiestatistieken, Staatsuitgeverij Den Haag

CBS (1987d), Aardolieraffinaderijen 1985, CBS-Produktiestatistieken, Staatsuitgeverij Den Haag

CBS (1988), Kosten van afvalverbranding 1980-1985, Kwartaalbericht Milieustatistieken jrg 5 no.1

CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek):

-Statistisch Zakboek 1986 (1986)

-De produktie van dierlijke mest 1984 (1986)

-Landbouwtellingen 1985

CCBB (Coördinatie Commissie Berging Baggerspecie):

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

CCRX (Coördinatie Commissie Radioactieve voor de metingen van en Xenobiotische stoffen):

Cadmium, de belasting van het Nederlandse milieu (1985)

Chardon, W.J.:

Mobiliteit van cadmium in de bodem. VROM-bodembeschermingsreeks no. 36 (1984).

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

Dienst Water en Milieu (1988), Nota formulering van beleidsalternatieven voor het milieu-effektrapport en het plan voor de verwijdering van zuiveringsslib, Provincie Zuid-Holland Den Haag

Egmond N.D. van en M. Booij (1986), Luchtverontreiniging door kolenge-stookte installaties, Energiespectrum november 1986

Feenstra J.F. en P.F.J. van der Most (1986), Diffuse bronnen van water-verontreiniging, CUWVO Den Haag

Fradkin L. e.a. (1987), Assessing potential health effects from municipal sludge incinerators, JAPCA vol.37 no.4 p.395-399

Gemeente Rotterdam/Rijkswaterstaat:
Milieuaspecten onderhoudsbaggerspecie deel B: rsultaten monstercampagne. Gem. R'dam rapport no. 87-501 (1987)

Henkens, Ch. H.:
Cadmium in Meststoffen. Bedrijfsontwikkeling no. 14 (1983)

HGA (Hegin Galvano Alumium) (1987), Marketing studie galvano-aluminium, HGA/Sigal Eijsden

Hoogheemraadschap van Delfland, Technisch jaarverslag 1985, Delft

Hoogheemraadschap van Rijnland, Technisch deelverslag waterkwaliteitsbe-heer 1985, Leiden

Huppés, G.:
Principe van stofstatiegeld, met een voorbeelduitwerking voor het cadmiumbeleid. In: Huppés, G., W.T. de Groot en H. Bezemer (eds):
Instrumenten voor milieubeleid. Uitg. Samson, Alphen a/d Rijn (1988)

Kremers G. en J.S. Soons (1986), De kunststoffenmarkt in Nederland: 1985 was een topjaar, Kunststof en Rubber nr.11 p.68-76

LAC (Landbouw Advies Commissie milieukritische stoffen):
Jaarverslag 1985

Meetgegevens m.b.t. invoer Cd kleinere wateren afkomstig van:

- Hoogheemraadschap West-Brabant
- Gemeenschappelijke Technologische Dienst Oost-Brabant
- Waterschap Zuiveringsschap Limburg
- Zuiveringsschap Oostelijk Gelderland
- Waterschap Regge en Dinkel

Met betrekking tot de Zuidhollandse wateren:

- Hoogheemraadschap Delfland
- Hoogheemraadschap Rijnland
- Hoogheemraadschap Schieland
- Waterschap Rivierenland
- Zuiveringschap Hollandse Eilanden en Waarden
- Waterschap Vijfheerenlanden

- Waterschap Alblasserwaard
- Waterschap Krimpernerwaard
- Waterschap De Groote Waard
- Waterschap IJsselmonde
- Waterschap de Brielse Dijkkring
- Waterschap Goeree-Overflakkee

Meij R, L.H.J.M. Jansen and J. van der Kooij (1986), Air pollutant emissions from coal-fired power stations, Kema scientific and technical reports vol.4 no.6 p.51-69

Meij R. a.o. (1984), Characteristics of emitted fly ash and trace elements from utility boilers fired with pulverized coal, Kema scientific and technical reports vol.2 no.1 p.1-8

Ministerie Verkeer en Waterstaat:

De waterhuishouding van Nederland. Staatsuitgeverij (1985)

Ministeries Verkeer & Waterstaat en VROM,DCMR en Gem. Rotterdam dienst Gemeentewerken:

Het verspreiden van baggerspecie in de Noordzee. Conceptnotitie (1988)

NCI (Ned. Chemische Industrie) (1987), Windmill bereid binnen 7 jaar cadmium in afvalgips te reduceren tot 0,6 ton per jaar, NCI nr.14 p.16

Nefibat (Ned. Federatie Importeurs van Batterijen) (1987), Oplaadbare batterijen in het afdankstadium, Nefibat Zoetermeer

NOK (Nationaal Onderzoeksprogramma Kolen)

- Luchtverontreiniging ten gevolge van de uitwerp van kolengestookte installaties
- Modelmatige beschrijving van concentratie en depositie van kolenrelevante componenten in Nederland, veroorzaakt door emissies in Europa
- Grootschalige achtergrondconcentraties van spoorelementen en verbindingen in de Nederlandse buitenlucht
- De emissie van luchtverontreinigende componenten door met kolen gestookte elektriciteitscentrales (1986)

Ohira Y. (1986), The current status concerning the recycling of sealed Ni-Cd batteries in Japan, UNEP Industry and Environment july/aug/sept. p.15-18

Olsthoorn, A.A. en R. Thomas:

Milieuverontreiniging door cadmium. IVM-rapport R-86/9 (1986)

Provincie Zuid Holland PWS/Dienst Water en Milieu:

PIMM 1983, 1984, 1985 en 1986.

RIVM (1984), Onderzoek naar de mobiliteit van metalen in toepassingen van bulkafvalstoffen, rapportnr. 841000003, RIVM Bilthoven

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.

RIZA (Rijks Instituut voor Zuivering van Afvalwater:

- De waterkwaliteit van de Waddenzee 1971-1981
- De waterkwaliteit van de Noordzee 1975-1981
- Waterkwaliteitsaspecten van de Westerschelde 1972-1977
- De waterkwaliteit van de Maas in Nederland 1953-1980
- idem, 1981-1984
- Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland in 1986
- Gradiëntenonderzoek in het kanaal van Gent naar Terneuzen
- De ontwikkeling van het metaalgehalte in het sediment van het Hollands Diep/Haringvlietbekken (1986)
- Schatting van uitstroom, bezinking en opbaggeren van Cd in het benedenrivierengebied; voorl.geg. (1988)

RIZA (1988), Verbranding van slib van communale rioolwaterzuiveringsinrichtingen, notanr. 87.060, RIZA Lelystad

Ros, J.P.M. en W. Slooff (eds):

Ontwerp Basisdocument Cadmium. RIVM no. 758476002 (1987)

RWS (Rijkswaterstaat):

- dienst Getijdewateren Werkgroep Waterkwaliteit Westerschelde: Jaarvrachtberekeningen verontreinigende belastingen Westerschelde in 1985
- dienst Benedenrivieren: Identifikatie Baggerspecie Benedenrivierengebied (1984)

Siemons J.A.E.M. (1987), Overzicht afvalverwijdering 1976-1985: een inventarisatie van de geregistreerde hoeveelheden huishoudelijk- en hiermee verwerkt afval bij de afvalverwerkingsbedrijven in Nederland, rapportnr. 738605001, RIVM Bilthoven

Staatscourant (red.) (1987), Ontwerp-Cadmiumbesluit Wet milieugevaarlijke stoffen, Staatscourant vol.60 d.26.3.1987 p.4

TAUW (1987), Resultaten meetprogramma nieuwe draaitrommeloven-installatie bij AVR-Chemie C.V., rapportnr. 51166.15 TAUW Infra Consult Deventer

Tjioe T.T. (1986), Nieuwe technologie fosforzuurproces, PT/Procestechniek vol.41 nr.11 p.28-31

TNO, IB, W1 en RIZA:

Zware metalen in aquatische systemen (ZMAS); overzicht van het onderzoek en conclusies (1984)

Tweede Kamer:

Cadmium in het milieu. TKstuk 18 364, zitting 83-84

Udo de Haes, H.A., G. Huppes en J. Guinee:

Stofbalansen en stroomschema's: de accumulatie van stoffen in economie en milieu. Milieu, 3(2), 51-55 (1988)

Vliet H.P.M. van en J.F. Feenstra (1982), Gebruik van cadmium in Nederland: een stofbalans voor 1980, Instituut voor Milieuvraagstukken, rapportnr. 82/3, Vrije Universiteit Amsterdam

Voet, E. van der en W. van der Naald:

PIMM, een milieumeetnet als beleidsinstrument. CML-meded. 31 (1987)

WEV (1984), Emissiemetingen vuilverbrandingsinstallaties 1983, deelrapport 6, meetresultaten en immissieberekeningen, Werkgroep Emissiemetingen Vuilverbrandingsinstallaties, Zuid-Holland

WL (Waterloopkundig Laboratorium):

-Waterkwaliteitsplan Noordzee, achtergronddocument 3 (1985)

-Geochemisch-biologisch onderzoek naar het voorkomen en gedrag van zware metalen in Nederlandse zoetwatergebieden. WL-rapport M 1468 (1985)

-Zware metalen in sedimenten van de Waddenzee. WL-rapport M 1839 (1986)

World Metal Statistics (1987), Yearbook 1987, World Bureau of Metal Statistics London

Wijnands, J.H.M. e.a.:

Het kunstmestgebruik in de land- en tuinbouw in 1979-1980. LEI (1983).

Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden, Jaarverslag 1985 technische gegevens, Dordrecht