Universiteit Leiden
The Netherlands

Stroomschema's voor stoffen in economie en milieu van Nederland en Zuid-Holland Part IIb: Bijlagen bij het cadmiumreport

Voet, E. van der; Naald, W.G.H. van der; Guinée, J.B.; Huppes, G.; Koppert, P.; Feenstra, J.F.

Citation
Voet, E. van der, Naald, W. G. H. van der, Guinée, J. B., Huppes, G., Koppert, P., & Feenstra, J. F. (1989). Stroomschema's voor stoffen in economie en milieu van Nederland en Zuid-Holland Part IIb: Bijlagen bij het cadmiumreport. Retrieved from https://hdl.handle.net/1887/11476

Version: Not Applicable (or Unknown)
License:
Downloaded from: https://hdl.handle.net/1887/11476

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Stroomschema's voor stoffen in economie en milieu van Nederland en Zuid-Holland
deel IIb: Bijlagen bij het cadmium-rapport

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. IIb: Bijlagen bij het cadmiumrapport / Ester van der Voet ... [et al.]
Met lit. opg.
ISBN 90-5191-024-X
SISO 614.6 UDC [351.77:[504.054:546.48]](492)
Trefw.: stofstroomschema's ; Nederland / cadmium.

BIJLAGEN

		pag.
Bijlage 1:	Emissies naar het milieu in Nederland	1
Bijlage 2	Cadmium in meststoffen in Nederland in 1985	11
Bijlage 3:	Nationaal cadmiumstroomschema per compartiment	14
bijlage 4:	Cadmium in meststoffen in Zuid-Holland in 1985	18
Bijlage 5	Cadmiumstroomschema voor de waterschappen in Zuid-Holland	21
Bijlage 6:	Cadmiumstroomschema's voor Zuidhollandse landbouwpercelen	51
Bijlage 7:	Gevoeligheidsanalyse	66
Bijlage 8:	Baggerspecie in Nederland en Zuid-Holland	80
Bijlage 9:	Gebruik en verbruik van cadmium in Nederland	83
Bijlage 10:	Emissies naar het milieu van Zuid-Holland	93
Bijlage 11:	Cadmium in dierlijke produkten	104
Bijlage 12:	Cadmium in de mens	106
Bijlage 13:	Cadmiumgehalten in grondstoffen, produkten en afvalstoffen	108
Bijlage 14:	Sedimentatie en uitstroom van cadmium in Nederlandse opppervlaktewateren	110
Bijlage 15:	Gevudo en zuiveringsslib	113

BIJLAGE 1: Emissies naar het milieu in Nederland

BIJLAGE 1: EMISSIES NAAR MILIEU IN NEDERLAND

Afvalwaterzuiveringsinstallaties

Op basis van combinatie van gegevens van het CBS voor geheel Nederland (CBS,1987a) en van de waterkwaliteitsbeheerders voor Zuid-Holland (zie: bijlage 10) ten aanzien van slibproduktie en Cd-gehalten daarin, zijn de cadmiumstromen door de awzi's berekend.

De totale produktie van zuiveringsslib bedroeg 229 kton droge stof. Hierin zat een hoeveelheid van 1,5 ton Cd, een gemiddeld Cd-gehalte van 6,6 mg/kg[1]. De Cd-belasting van de awzi's met het influent bedroeg 2,8 ton Cd[2]. Met het effluent werd 1,4 ton Cd naar het oppervlakte water geloosd. Een gemiddeld zuiveringsrendement van 50%.

De bestemming van het zuiveringsslib is vrijwel gelijkelijk verdeeld over de landbouw, kompostering en zwarte-grondbereiding en het storten. Slechts een klein gedeelte van het slib wordt verbrand, maar in dat slib zit wel een belangrijke hoeveelheid cadmium[3] (tabel 1). Cd-emissies naar het milieu bij de slibverbranding zijn verdiskonteerd in de emissies van de de vuilverbrandingsinstallaties. De slibbestemmingen in de landbouw en

tabel 1, Bestemming van het zuiveringsslib in 1985

bestemming	slib kton DS	%	cadmium ton	%
landbouw	69	30	0,3	20
zwarte grond/ kompost	72	31	0,4	27
storten	68	30	0,3	20
verbranden	7	3	0,4	27
opslag	13	6	0,1	6
totaal produktie	229	100	1,5	100

[1] Het CBS (1987a) geeft een gemiddelde van 5,1 mg/kg, het verschil wordt veroorzaakt door het hoge Cd-gehalte van de awzi-Dordrecht.

[2] het CBS geeft een Cd-belasting van 2,1 ton, het veschil kan verklaard worden uit de bijzondere situatie bij de awzi Dordrecht (zie 2.2.2)

[3] dit betreft vooral het zuiveringsslib van de awzi Dordrecht, waarvan het Cd-gehalte het hoogst is van alle awzi, 127 mg/kg!

als kompost en zwarte grond zijn beschouwd als diffuse emissie naar de bodem. Het storten van slib is een lokale emissie naar de bodem van Cd in afvalstoffen. Niet alle slib wordt direct afgevoerd, een gedeelte wordt opgeslagen op de awzi's om te bewerken en later af te voeren.

Huishoudelijk afval en andere afvalstoffen

Het huishoudelijk afval (zakkenvuil) en andere afvalstoffen zoals grof huisvuil, diensten- en industrie-afval en bouw- en sloop-afval bevat cadmium houdende produkten. Uit analyses van zakkenvuil blijkt cadmium voor 90% aanwezig te zijn in de vorm van Cd-pigmenten in plastics. Het Cd-gehalte van de kunststoffractie van zakkenvuil bedraagt 53 mg/kg, hetgeen neerkomt op een Cd-gehalte voor het totale zakkenvuil van 4,1 mg/kg (Anthonissen e.a.,1985; Anthonissen ,1986).

In 1985 werd 3900 kton zakkenvuil ingezameld, hetgeen 58% van het totaal van 6700 kton ingezamelde afvalstoffen uitmaakt (CBS,1987b). De cadmium-vracht in de kunststoffractie (7% van het totale zakkenvuil) bedroeg 14,5 ton, in het totale zakkenvuil zat 16,1 ton cadmium. Het overige cadmium komt voornamelijk uit textiel en aardewerk en ook oplaadbare batterijen. Batterijen maken echter slechts 0,1% van het zakkenvuil uit (Anthonissen e.a.,1985). Voor 1985 zou dat 3600 ton batterijen zijn, het is nog onduidelijk hoeveel oplaadbare Ni/Cd-batterijen daarbij zitten.

Het grofvuil, 8% van de totale afvalstoffen zijnde 500 kton, bestaat voor 26% uit textiel. De textielfraktie uit het zakkenvuil bevat 1,6 mg/kg cadmium (Anthonissen e.a.,1985), zodat dit een Cd-vracht van 210 kg zou vertegenwoordigen. Witgoed (wasmachines, ovens etc.), 3% van het grof-vuil, bevat op basis van shredderstof analyses 8 mg/kg Cd, een Cd-vracht van 120 kg. TV-toestellen, ca. 1% van het grofvuil, bevatten naar schat-ting 90 mg/kg cadmium op basis van het cadmiumgehalte van beeldbuizen, een Cd-vracht van 460 kg (Anthonissen e.a,1985). Door deze drie afvalpro-dukten bevat het grofvuil minimaal 800 kg cadmium.

Het bouw- en sloop-afval bevat voornamelijk Cd als stabilisator in PVC voor duurzame toepassingen. Het industrie-afval zal voornamelijk Cd bevatten als pigment in kunstof verpakkingsmaterialen. Het dienstenafval en het overige straatvuil zal net als het zakkenvuil voornamelijk door de kunstoffractie met cadmium belast zijn.

Samenvattend kan gesteld worden dat van de 6700 kton ingezamelde afval-stoffen voor het zakkenvuil de cadmium-vracht vrij goed bekend is, 16,1 ton. 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.

De belasting van het milieu hangt af van de manier van verwerking van het afval. In 1985 werd 3300 kton afval gestort, 2450 kton verbrand, 1000 kton naar de VAM afgevoerd en 100 kton verwerkt door kompostering, afvalscheiding en hergebruik (CBS,1987).

storten

Storten van afval geschiedt op grote en kleinere, plaatselijke en regio-nale afvalstortplaatsen. Deze afvalstortplaatsen vormen een milieuhygi-enische belasting voor de omgeving. De bodem en het oppervlaktewater raken verontreinigd door uitloging van schadelijke stoffen, ook cadmium.

De afvalstorten van 3300 kton zijn geboekt als een lokale emissie van afvalstoffen op de bodem met 13,2 ton cadmium.

VAM-afvoer

Van het naar de VAM in Wijster en in Mierlo (tot medio 1987) afgevoerde afval(in 1985 1000 kton) wordt gemiddeld 75% rechtstreeks gestort, een lokale emissie van 3 ton cadmium naar de bodem. De rest wordt gescheiden waarna de organische fractie gekomposteerd wordt. De kompostproduktie in 1985 bedroeg 52,2 kton (Siemons,1987). Het Cd-gehalte in de kompost bedraagt gemiddeld 4 mg/kg (Olsthoorn en Thomas,1986), een Cd-vracht van 0,2 ton die diffuus op de bodem wordt verspreid.

vuilverbranding

Nederland telt 11 vuilverbrandingsinstallaties (vvi). In 1985 werd hierin 2450 kton afval verbrand (CBS,1988), 1500 kton hiervan was zakkenvuil (CBS,1987b). Het Cd-gehalte in zakkenvuil bedraagt 4,1 mg/kg, voor het totale pakket is een gemiddeld gehalte van 4 mg/kg aangenomen, dit betekent een Cd-vracht van 9,8 ton.

Bij de verbranding vinden luchtemissies plaats door uitstoot van vliegstof (het fijne vliegas dat niet afgevangen wordt) waaraan cadmium geadsorbeerd zit. Op basis van gegevens per vuilverbranding voor Zuid Holland (zie bijlage 10) en een emissiefactor voor vliegstof van 0,5 kg per ton verbrand afval en een globaal Cd-gehalte van vliegstof van 1000 mg/kg (Bergshoef,1982), is de vliegstof emissie voor 1985 berekend op 1,7 kton waarmee 1,7 ton cadmium geëmitteerd werd.

De produktie van afgevangen vliegas en bodemslakken bedroeg 680 kton. Het Cd-gehalte van de bodemslakken bedraagt ca 8 mg/kg[4]. Het Cd-gehalte in afgevangen vliegas zal zeker hoger zijn, zodat de minimale Cd-vracht hierin 5,4 ton Cd bedraagt. Globaal 40 % van de slakken en 75 % van de vliegas wordt afgezet naar de wegenbouw en als toeslagstof voor bouwmaterialen.

Tenslotte werd bij de vuilverbranding 60 kton schroot afgescheiden. Om de balans sluitend te maken zou daarin 2,7 ton Cd zitten (45 mg/kg!). Het schroot wordt hergebruikt.
Samenvattend ziet de balans over de vuilverbrandingsinstallaties er zo uit:

IN :	afval	2450	kton	9,8 ton cadmium
UIT :	vliegstof emissie	1,7		1,7
	vliegas + slakken	680		5,4
	schroot	60		2,7

Hiervan is de vliegstof-emissie een emissie naar het milieu.

---

[4]Het resultaat van de analyse van bodemslakken van de VVI te Rotterdam door het RIVM/LAE in 1982 (RIVM,1984). Dit gehalte wordt bevestigd door nog ongepubliceerde resultaten van nader onderzoek door het RIVM (Sein, pers. med.)

Elektriciteitscentrales

De emissie van cadmium door elektriciteitscentrales op stookolie wordt geschat op 10 kg/jr (Ros en Sloof,1987).

De luchtemissie van steenkoolcentrales is eveneens laag. Cadmium wordt geëmitteerd met het niet afgevangen gedeelte van de vliegas, de vliegstof. Onderzoek van de KEMA heeft uitgewezen dat de vliegas-produktiefactor 90 kg/ton steenkool bedraagt, het afvangrendement van de elektrostatische filters is 99,7 % zodat per ton steenkool 270 g vliegstof geëmiteerd wordt (Van Egmond en Booij,1986). Het Cd-gehalte in vliegstof bedraagt 5-13 mg/kg (Meij e.a.,1986) en in vliegas 0,5-1,8 mg/kg (Meij e.a.,1984).

In 1985 was de steenkoolinzet ca. 5000 kton, waarin ca. 750 kg cadmium zou zitten. Hiervan werd 7-18 kg Cd uitgestoten met het vliegstof. Meij e.a. komen in 1986 tot een Cd-emissiefactor van 2-3,5 g/kg steenkool, een emissie dus van 10-17 kg Cd.
De vliegasproduktie bedroeg 450 kton waarin 200-800 kg CD zat. Daarnaast ontstond ook nog 150 kton bodemas met een Cd-vracht van 75 kg (gemiddeld Cd-gehalte 0,5 mg/kg). Uit onderstaande balansbenadering blijkt de Cd-vracht in het vliegas 665 kg (gemiddeld Cd-gehalte 1,4 mg/kg).

Cadmiumbalans steenkoolcentrales:

IN:	steenkool	5000 kton	750 kg Cd
UIT:	luchtemissie		10 kg Cd
	vliegas	450 kton	665 kg Cd
	bodemas	150 kton	75 kg Cd

Industriële emissies en afvalstoffen

samenvatting
In onderstaand overzicht staan de 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. De gegevens worden in het vervolg van de paragraaf toegelicht.

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 zinkproduktie	115	25	(108000 eigen terrein) (50000 export)
secundaire zinkproduktie	10	50	-
fosforzuur produktie (nat)	-	15000	-
fosforzuurprod. (thermisch)	300	400	(500 hergebruik) (2000 eigen terrein)
overslag fosfaaterts	50	-	-
ruw-ijzerproduktie	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 staalproduktie. Dat neemt niet weg dat de schattingen voor uistoot naar de lucht nog wel uiteen kunnen lopen zeker voor de staalproduktie indien gewerkt wordt met produktiecijfers en emissiefactoren. De emissiegegevens van ijzergieterijen zijn zeer waarschijnlijk verouderd, bij de olieraffinage (31%) van de luchtemissie, 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 beschouwwd wordt (hetgeen gezien de omvang van de afvalstroom en het ontbreken van enige verwerkingsmethode te verdedigen zou zijn), 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. Een algemeen 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.

primaire zinkproduktie

De produktie van zink uit zinkerts wordt de primaire zinkproduktie genoemd ter onderscheid van de produktie van zink uit zinkschroot, de secundaire zinkproduktie. In het zinkerts zit gemiddeld 1,7 g cadmium per kg. Bij de zinkproduktie wordt eveneens cadmium geproduceerd. Cadmiumproduktie vindt niet als zelfstandige activiteit plaats. In Nederland worden zink en cadmium geproduceerd door Budelco te Budel.

Het zinkerts is volledig uit het buitenland afkomstig, in 1985 werd 445 kton ingevoerd, dat is 756 ton Cd. Hieruit werd 200 kton zink geproduceerd. Het Cd-gehalte in het elektrolytisch geproduceerde zink bedraagt 1 mg/kg, de totale Cd-hoeveelheid in het geproduceerde zink bedroeg dus 200 kg. Daarnaast werd 598 ton zuiver cadmium geproduceerd (World Metal Statistics,1987). Bij de produktie ontstaat een afvalstof, jarosiet, bij de verwijdering van ijzer uit het zinkerts. Deze afvalstof wordt opgeslagen in grote bekkens op het bedrijfsterrein. In 1985 ontstond ca. 120 kton jarosiet waarin 25 ton cadmium was opgenomen. De emissies naar water en lucht bedroegen resp. 25 en 115 kg (Ros en Sloof,1987).Op basis van deze gegevens ontbreekt nog ca. 133 ton Cd. Een gedeelte daarvan ca. 50 ton zal opgenomen zijn in de koper- en kobaltslibs die ontstaan bij de verwijdering van deze metalen. Deze slibs worden opgewerkt in West-Duitsland. De ontbrekende 83 ton moeten als sluitpost in het jarosietafval gezocht worden (Budelco, pers. med.). Hierin zou dan 108 ton cadmium zijn opgenomen.

Balans zinkerts verwerking

IN:	Cd in zinkerts	756000 kg	100 %
UIT:	Cd-metaalprodukt	598000 kg	79 %
	Cd in jarosiet	105000 kg	14 %
	Cd in koper- en kobaltslibs	50000 kg	7 %
	Cd-emissie lucht	115 kg	0,015 %
	Cd-emissie water	25 kg	0,003 %

secundaire zinkproduktie

Uit zinkschroot wordt secundair zink geproduceerd. In 1985 bedroeg de secundaire zinkproduktie 16 kton uit 20 kton zinkschroot. Hiervan was 12 kton schroot ingevoerd. Het Cd-gehalte in het schroot was gemiddeld 0,6 g/kg, zodat in het verwerkte schroot 12 ton Cd zat waarvan dus 7,2 ton

was ingevoerd. bij de verwerking van het schroot bedroeg de lucht-emissie naar schatting 10 kg (Ros en Sloof,1987).

Van het geproduceerde zink werd vrijwel alles uitgevoerd. Hoe hoog het Cd-gehalte in secundair zink is, is nog onduidelijk, evenals de hoeveelheid cadmium in en de bestemming van de 4 ton reststoffen. Aangenomen is dat het met zinkschroot ingevoerde cadmium, op de luchtemissie na, weer uitgevoerd wordt met het secundair zink en de afvalstoffen.

fosforzuurproduktie

Fosforzuur voor kunstmest en veevoer wordt middels een nat chemisch proces geproduceerd uit fosfaaterts. Doordat fosfaaterts cadmium bevat - afhankelijk van land van herkomst 8 - 50 mg/kg (Henkens,1983) komt dit in het produkt en in de afvalstof gips. Met het fosfaaterts wordt ca. 55 ton Cd (41-65 ton) geïmporteerd (CBS,1985). Volgens de emissieregistratie bedraagt de lozing van afvalgips door de twee grootste fosforzuurproducenten in Zuid-Holland 15 ton.

De wasmiddelfosfaatproduktie gaat via een thermisch proces, hierdoor komt minder cadmium in het produkt. De emissie naar de lucht bedraagt 0,3 ton en naar het water 0,4 ton Cd (Ros en Sloof,1987). Daarnaast ontstaan fosforslakken waarin 0,5 ton Cd zit, deze slakken worden gebruikt in de wegenbouw. Bij de gasreiniging onstaat reinigingsslib waarin nog eens ca. 2 ton Cd zit, dit wordt opgeslagen op eigen terrein (CCRX,1985).

Bij de overslag van fosfaaterts verwaaid stof. Naar schatting betekend dit een emissie van 50 kg/jr naar de lucht (Ros en Sloof, 1987).

ruw-ijzer- en oxystaalproduktie

Bij de produktie van ruw-ijzer en oxystaal bij Hoogovens hebben Cd-emissies plaats naar lucht en water en ontstaan Cd-houdende afvalstoffen ten gevolge van zuiveringsmaatregelen van afvalwater en afgassen.

Bij de ruwijzerproduktie worden ijzererts, gesinterd ijzererts en cokes ingezet. Gesinterd ijzererts wordt gemaakt door fijn ijzererts samen te smelten door verhitting. De emissie van cadmium vindt vooral hierbij plaats, emissiefactor 0,07-0,14 g Cd /ton sinter. Oxystaal wordt bereid uit ruw-ijzer en schroot, de emissiefactoren hiervoor lopen uiteen van 0,003 tot 0,07 g Cd/ton oxystaal. In 1985 werd 3700 kton sinter geproduceerd, 4600 kton ruw-ijzer en 5300 kton oxystaal (CBS,1985).

De totale uitstoot naar de lucht wordt op 550 kg/jr geschat (Ros en Sloof,1987). Op grond van emissiefaktoren en produktiecijfers kan ca. 450 kg aan de ruw-ijzerproduktie toegeschreven worden en ca. 100 kg aan de oxystaalbereiding.

Zuivering van afgassen vindt plaats door natte gaswassing bij de ruw-ijzerbereiding. Hierbij onstaat 20-55 ton slib (CCRX,1985) waarin ca. 1400 kg Cd zit, hiervan wordt 60-80 % hergebruikt en de rest wordt gestort op eigen terrein. Bij de oxystaalovens wordt eerst stof droog afgevangen, dit wordt heringezet, vervolgens wordt het afgas gewassen waarbij 100 kton oxykalkslib ontstaat waarin 2 ton Cd zit, dit wordt op eigen terrein opgeslagen.

elektrostaalbereiding
Elektrostaal wordt uit schroot bereid door dit te verhitten middels het doorleiden van elektrische stroom. De produktie in 1985 bedroeg 240 kton. Er vindt een uitstoot van ovenstof naar de lucht plaats. Per ton staal ontstaat 10 kg ovenstof, waarvan 85 % afgevangen werd. De emissie bedroeg dus 360 ton stof, het Cd-gehalte in het elektro-ovenstof bedroeg 250 mg/kg, dat betekent een Cd-emissie naar de lucht van 90 kg. Volgens opgave van het bedrijf bedroeg de emissie 110 kg Cd. De afgevangen hoeveelheid stof van 2040 ton bevatte 510 kg Cd. Dit afval werd in Frankrijk gestort (Nedstaal,pers.med)

ijzergieterijen
De emissie van ijzergieterijen van 400 kg naar de lucht is een schatting voor 1981, deze is aangehouden voor 1985, hoewel aangetekend wordt dat de emissie verminderd is of zal worden (Ros en Sloof,1987).

olieraffinage
De emissie van Cd bij de olieraffinage vindt voornamelijk plaats ten gevolge van het verstoken van zware stookolie, de emissiefactor hiervoor is 0,75 mg/kg op een Cd-gehalte van zware stookolie van 1,5 mg/kg (Ros en Sloof,1987). In 1985 werd 1140 kton zware stookolie verstookt in raffinaderijen (CBS,1987d), hetgeen een emissie van 840 kg Cd gaf. In de verbrandingsresiduen blijft ca. 0,5 ton Cd achter, dit afval wordt gestort in het buitenland (Badger,1985). Ook in het bitumen (produktie 700 kton) zit cadmium, hoeveel Cd hiermee in asfalt verwerkt wordt is onbekend.

pigment en stabilisator produktie en verwerking
De emissie naar water en lucht bedroeg resp. 50 en 40 kg (Ros en Sloof,1-987). De afvalproduktie volgens oudere gegevens bedraagt ca. 13 kg Cd in filterkoeken en sedimentatieslibs die ontstaan bij afvalwaterzuiveringsmaatregelen (CCRX,1985)

metaalprodukten- en elektro-industie
De emissie naar de lucht bedroeg 210 kg en naar water 400 kg (Ros en Sloof,1987). Uit gegevens van het CBS kan afgeleid worden dat ca. 50 kg afkomstig is van de galvano-industrie (CBS,1987a). Onduidelijk is in welke mate hierin lozingen op het riool begrepen zijn. De hoeveelheid cadmium in afvalstoffen wordt geschat op 1 ton (Ros en Sloof,1987), het betreft voornamelijk hyroxideslibs van afvalwaterzuiveringsinstallaties die veelal als chemisch afval in het buitenland gestort worden.

chemie en overige industrie
Overige geregistreerde lozingen van de chemische industrie en andere bedrijven betreffen 500 kg Cd naar het water en 30 kg naar de lucht (Ros en Sloof,1987).

Diffuse bronnen

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 luchtemissie veroorzaakt van totaal 240 kg Cd. Voor de scheepvaart werd een emissie naar lucht en water geschat van 70 kg (Ros en Sloof,1987).

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).
De directe lozingen van huishoudelijk afvalwater worden op basis van gegevens van de waterkwaliteitsbeheerders geraamd op 100 kg cadmium.

BIJLAGE 2: Cadmium in meststoffen in Nederland

BIJLAGE 2: CADMIUM IN MESTSTOFFEN IN NEDERLAND

Cadmium uit mest in Nederland

kunstmest

Grasland	145 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	2130 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	39 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 2,0 g Cd/jaar
	totaal: 2314 kg Cd/jaar
Bouwland	44 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	3987 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	38 kg Cd/jaar uit K-kunstmest
	171 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 5,8 g Cd/jaar
	totaal: 4240 kg Cd/jaar
Tuinbouwland	8 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	854 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	6 kg Cd/jaar uit K-kunstmest
	27 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 7,8 g Cd/jaar
	totaal: 895 kg Cd/jaar
Glastuinbouwland	2 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	214 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	3 kg Cd/jaar uit K-kunstmest
	2 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 24,9 g Cd/jaar
	totaal: 221 kg Cd/jaar

TOTAAL CADMIUM UIT KUNSTMEST IN NEDERLAND: 7670 kg Cd/jaar

Dierlijke mest

varkens	929 kg Cd/jaar
pluimvee	440 kg Cd/jaar
rundvee	3373 kg Cd/jaar
mestkalveren	14 kg Cd/jaar
TOTAAL	4746 kg Cd/jaar

TOTAAL CADMIUM UIT DIERLIJKE MEST IN NEDERLAND: 4746 kg Cd/jaar

Bronnen:

-CBS, Landbouwtelling 1985

-CBS, Produktie van dierlijke mest 1984

-CBS, Statistisch zakboek 1986

-Henkens,Ch. H., Cadmium in meststoffen, Bedrijfsontwikkeling 14 (1983)

BIJLAGE 3: Nationaal camiumstroomschema per compartiment

BIJLAGE 3: NATIONALE CADMIUMBALANSEN PER MILIEUCOMPARTIMENT

TABEL 1. LUCHT 1985

LUCHT	ton Cd
Instroom	
-uit buitenland	7,5[1]
-uit emissies in Nederland	4,7[1]
TOTAAL	12,2
Uitstroom	
-naar buitenland	2,4[2]
-naar bodem (depositie)	7,8[3]
-naar oppervlaktewater (depositie)	2,0[3]
TOTAAL	12,2

[1]Ontwerp Basisdocument Cadmium, 1987.
[2]Zie tabel 2.8, § 2.2.2.
[3]Toerekening volgens Basisdocument, 1987.

TABEL 2. OPPERVLAKTEWATER 1985

	ton Cd
Instroom	
Rijn	18,8[1]
Maas	3,7[1]
Schelde	8,0[1]
Noordzee	6,2[1]
kleine wateren	2,3[1]
atmosfeer	2,0[2]
afspoeling bodem	0,5[3]
afspoeling opslag afval eigen terrein	1,2[4]
Emissies en lozingen	18,0[4]
TOTAAL	60,7
Uitstroom	
naar Noordzee	14,5[5]
sedimentatie waterbodem	46,2
TOTAAL	60,7

[1]Zie tabel 2.6 bij § 2.2.2
[2]Toerekening volgens Basisdocument, 1987
[3]1% van de bodembelasting: 0,2 ton diffuus en 0,3 ton lokaal
[4]Zie tabel 2.8 bij § 2.2.2
[5]Zie tabel 2.7 bij § 2.2.2
[6]Sluitpost: vgl. tabel 2.10 A bij § 2.2.2, waar de waterbodembelasting op 50,1 ton Cd wordt geschat. Hiervan is 4 ton een direkte emissie, en wordt dus 46,1 ton veroorzaakt door bezinking.

TABEL 3. BODEM 1985[1]

	ton Cd	
Instroom		
-depositie	7,8	
-emissies		
.kunstmest	7,7	
.dierlijke mest	4,7	
.zuiveringsslib	0,7	
.compost	0,2	
.overige	0,5	
-stort		
.afvalstort	16,2	
.baggerspecie	14,1	
.zuiveringsslib	0,3	
TOTAAL	52,6	
Uitstroom		
-uit- en afspoeling bodem (diff)	4,5	
-oogst gewassen en dierl. prod.	2,3	
-afspoeling verontreinigde lok.	0,3	
-afgraving verontr. lokaties	pm	
TOTAAL	7,1	
Accumulatie	45,5	waarvan 30,7 lokaal en 14,7 diffuus

[1]Voor een verantwoording van de posten, zie de noten bij tabel 2.10 B.

TABEL 4. WATERBODEM 1985[1]

	ton Cd
Instroom	
uit instroom Rijn	15,2
Maas	3,0
Schelde	7,2
Noordzee	6,2
overige wateren	1,9
uit atmosfeer	1,8
uit industr. waterlozingen	8,3
direkte emissie	4,0
overig	2,5
TOTAAL	50,1
Uitstroom	
baggeren	23,7
Accumulatie	26,4

[1]Voor een verantwoording van de posten, zie de noten bij tabel 2.10 A.

TABEL 5. GRONDWATER 1985[1]

	Ton Cd
Instroom uit uitspoeling bodem	4,3
Uitstroom	-
Accumulatie	4,3

[1]Voor een verantwoording van de posten, zie de noten bij tabel 2.10 C.

BIJLAGE 4: Cadmium in meststoffen in Zuid-Holland in 1985

BIJLAGE 4: CADMIUM IN MESTSTOFFEN IN ZUID-HOLLAND IN 1985

Cadmium uit mest in Zuid-Holland

kunstmest

Grasland	6,9 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	69,6 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	0,1 kg Cd/jaar uit K-kunstmest
	3,0 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 0,9 g Cd /jaar
	totaal: 79,6 kg Cd/jaar
Bouwland	3,6 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	317,8 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	2,3 kg Cd/jaar uit K-kunstmest
	10,6 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 7,5 g Cd/jaar
	totaal: 334,3 kg Cd/jaar
Tuinbouwland	0,6 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	69,6 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	0,7 kg Cd/jaar uit K-kunstmest
	4,2 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 4,2 g Cd/jaar
	totaal: 75,1 kg Cd/jaar
Glastuinbouwland	1,3 kg Cd/jaar uit N-kunstmest
	130,9 kg Cd/jaar uit P-kunstmest
	1,8 kg Cd/jaar uit K-kunstmest
	1,2 kg Cd/jaar uit Ca-kunstmest
	per ha: 24,1 g Cd/jaar
	totaal: 135,2 kg Cd/jaar

TOTAAL CADMIUM UIT KUNSTMEST IN ZUID-HOLLAND: 624,2 kg Cd/jaar

Dierlijke mest	
varkens	20,7 kg Cd/jaar
pluimvee	8,9 kg Cd/jaar
rundvee	193,5 kg Cd/jaar
mestkalveren	0,3 kg Cd/jaar
TOTAAL	223,4 kg Cd/jaar

TOTAAL CADMIUM UIT DIERLIJKE MEST IN ZUID-HOLLAND: 223,4 kg Cd/jaar

Bronnen:

-CBS, Landbouwtelling 1985
-CBS, Produktie van dierlijke mest 1984
-Henkens,Ch. H., Cadmium in meststoffen, Bedrijfsontwikkeling 14 (1983)
-Wijnands,J.H.M.,e.a. (LEI), Het kunstmestgebruik in de land- en tuinbouw in 1979/1980, Den Haag, augustus 1983

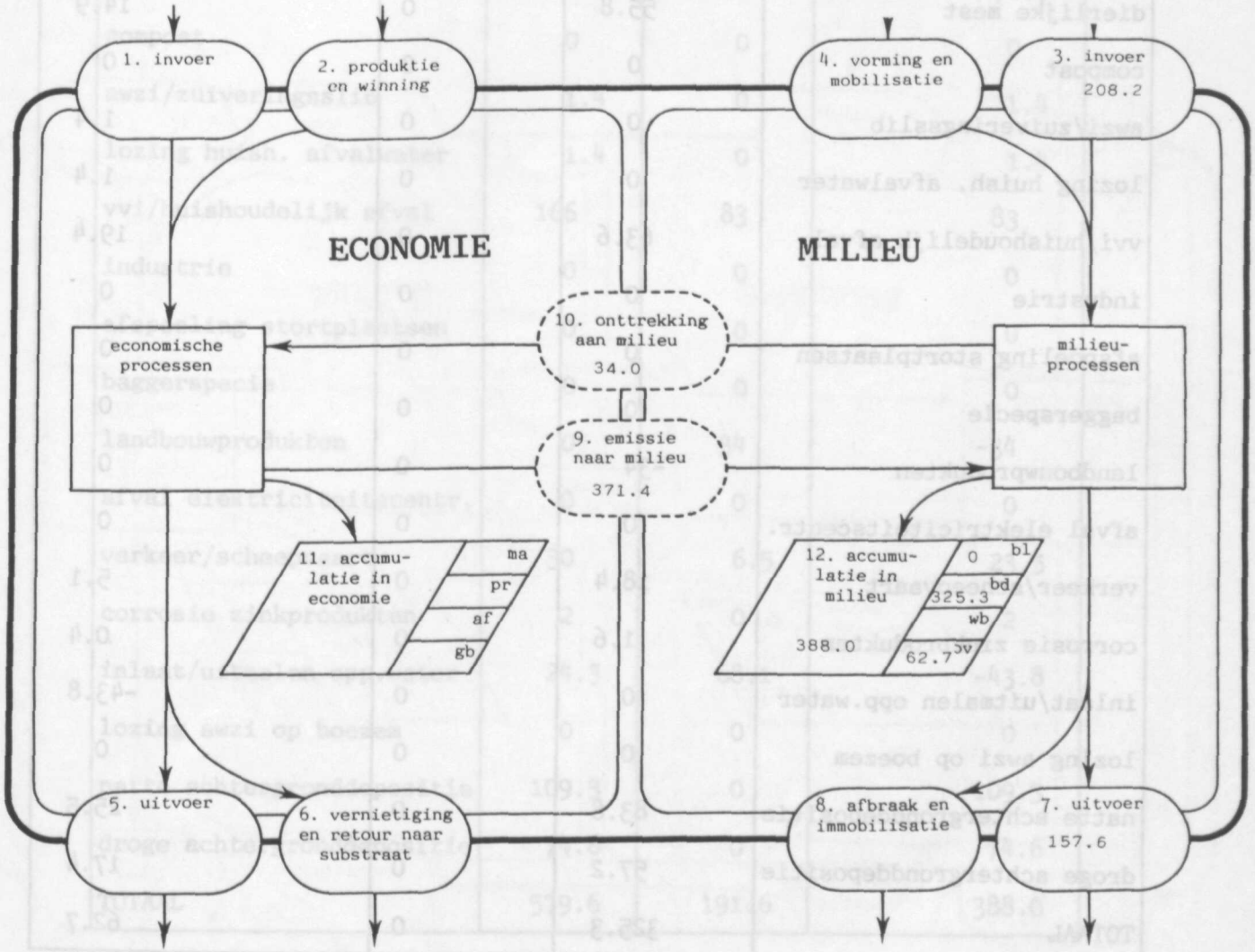
BIJLAGE 5: Cadmiumstroomschema voor de waterschappen in Zuid-Holland

BIJLAGE 5 CADMIUMBALANS VAN DE WATERSCHAPPEN VAN ZUID-HOLLAND 1985

Deze balans betreft de cadmiumstromen die met inmaling en uitmaling van polderwater, natte en droge depositie, afvalwater van afvalwaterzuiveringsinstallaties, door gebruik van mest en zuiveringslib (vnl. in de landbouw) en de oogst van landbouwprodukten in en uit Zuid-Holland stromen. In deze balans ontbreken nog de cadmiumstromen met betrekking tot lokale situaties (vuilstortplaatsen, mestlozingen, hogere cadmiumdepositie in de buurt van vuilverbrandingsinstallatie).

De cadmiumemissies uit mest zijn berekend met behulp van specifieke mestgegevens van de landbouwgebieden. Bij kunstmest zijn gegevens gebruikt van het Landbouw Economisch Instituut (LEI) uit 1979/1980, terwijl bij dierlijke mest gegevens van het CBS over 1984 gebruikt zijn. Recentere gegevens waren niet beschikbaar.
Bij de toerekening van cadmium uit dierlijke mest en zuiveringsslib is de aanname gemaakt dat in een gebied geproduceerde mest en slib weer binnen dat gebied gebruikt wordt.
De in- en uitstroomcijfers van cadmium via de polderwateren zijn gebaseerd op cadmium- en waterkwantiteitsmetingen van de diverse waterschappen in Zuid Holland. Van alle waterschappen, behalve IJsselmonde, zijn de kwantiteitsgegevens uit 1985. Van IJsselmonde waren deze gegevens alleen voor 1986 beschikbaar. De cadmiummetingen zijn alle uit 1985. De cadmiumvracht, die via duikers de polders instroomt, is onbekend.
Droge depositie is berekend per gebied uit de achtergrondsconcentraties cadmium in lucht, zoals vermeld in het Basisdocument Cadmium (RIVM,1987).
Natte depositie is berekend uit het neerslagcijfer en de cadmiumconcentratie van de neerslag per deelgebied KNMI/RIVM,1987). Bij de toerekening van de depositie aan land en water is de aanname gemaakt dat de waterschappen voor 3% uit water en voor 97% uit landbodem bestaan.
De afvoer van cadmium met de oogst van gewassen is geschat ('natte vinger') op basis van hectaren akker- en tuinbouwgronden, in vergelijking met het landelijk totaal van deze gronden, en het landelijk cijfer voor de cadmiumafvoer door de oogst van gewassen (RIVM,1987).
Bij de berekening van uit- en afspoeling van cadmium van de bodem is uitgegaan van een uitspoelingspercentage van 20% en een afspoelingspercentage van 1% van de diffuse belasting van de landbodem.
De onderverdeling van de cadmiumaccumulatie is vooralsnog alleen mogelijk naar landbodem en grondwater/waterbodem. Onduidelijk is welk deel van de uitspoeling aan het grondwater en welk deel aan het oppervlaktewater moet worden toegerekend.

cadmium-stroomschema voor Rijnland (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

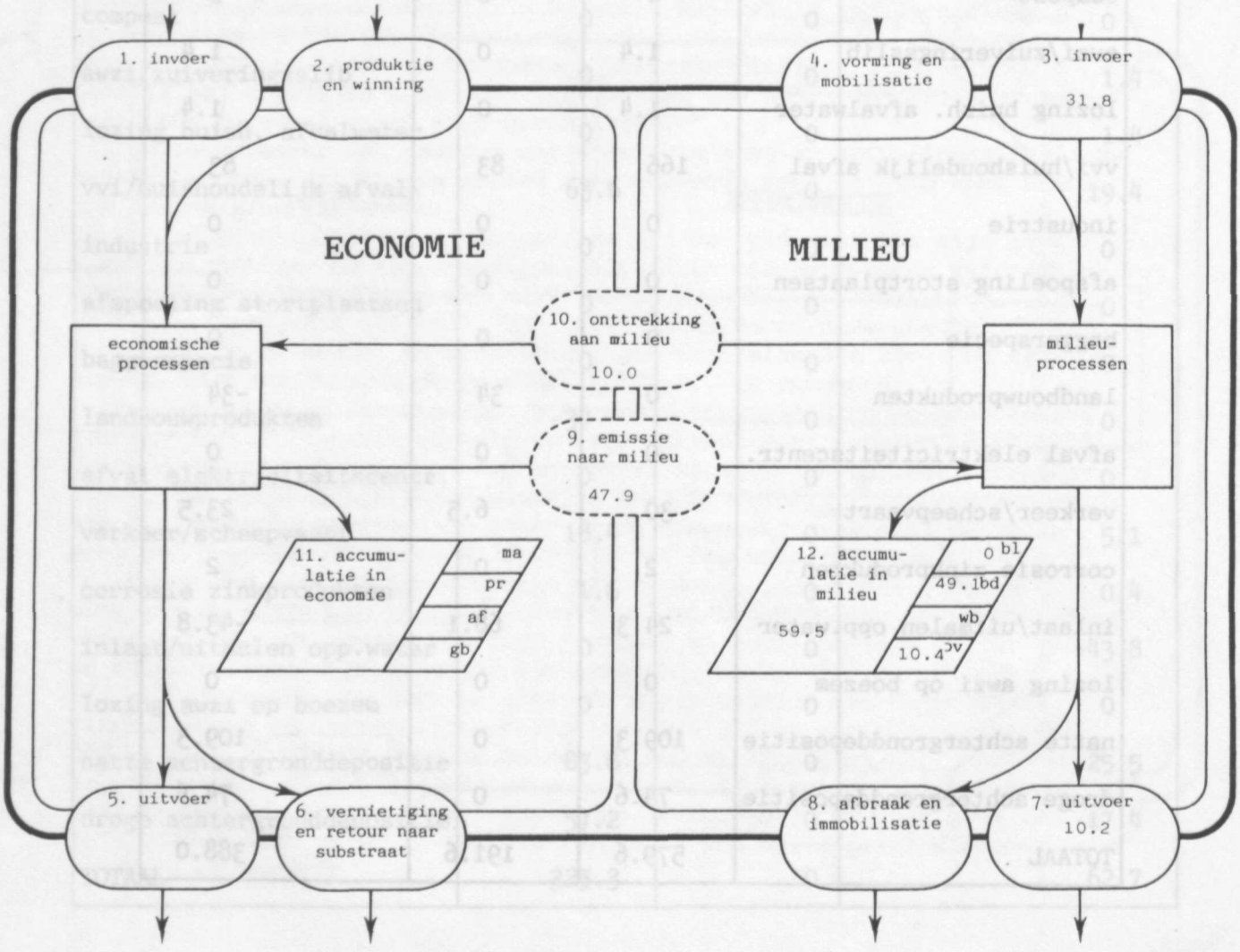
Cadmiumaccumulatie in Rijnland (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater,water-bodem,grondwater
kunstmest	78.9	0	21.0
dierlijke mest	55.8	0	14.9
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	0	0	1.4
lozing huish. afvalwater	0	0	1.4
vvi/huishoudelijk afval	63.6	0	19.4
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-34	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	18.4	0	5.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-43.8
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	83.8	0	25.5
droge achtergronddepositie	57.2	0	17.4
TOTAAL	325.3	0	62.7

Cadmiumbalans voor Rijnland (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	99.9	0	99.9
dierlijke mest	70.7	0	70.7
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	1.4	0	1.4
lozing huish. afvalwater	1.4	0	1.4
vvi/huishoudelijk afval	166	83	83
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	34	-34
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	30	6.5	23.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	24.3	68.1	-43.8
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	109.3	0	109.3
droge achtergronddepositie	74.6	0	74.6
TOTAAL	579.6	191.6	388.0

Cadmium-stroomschema voor Vijfheerenlanden (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

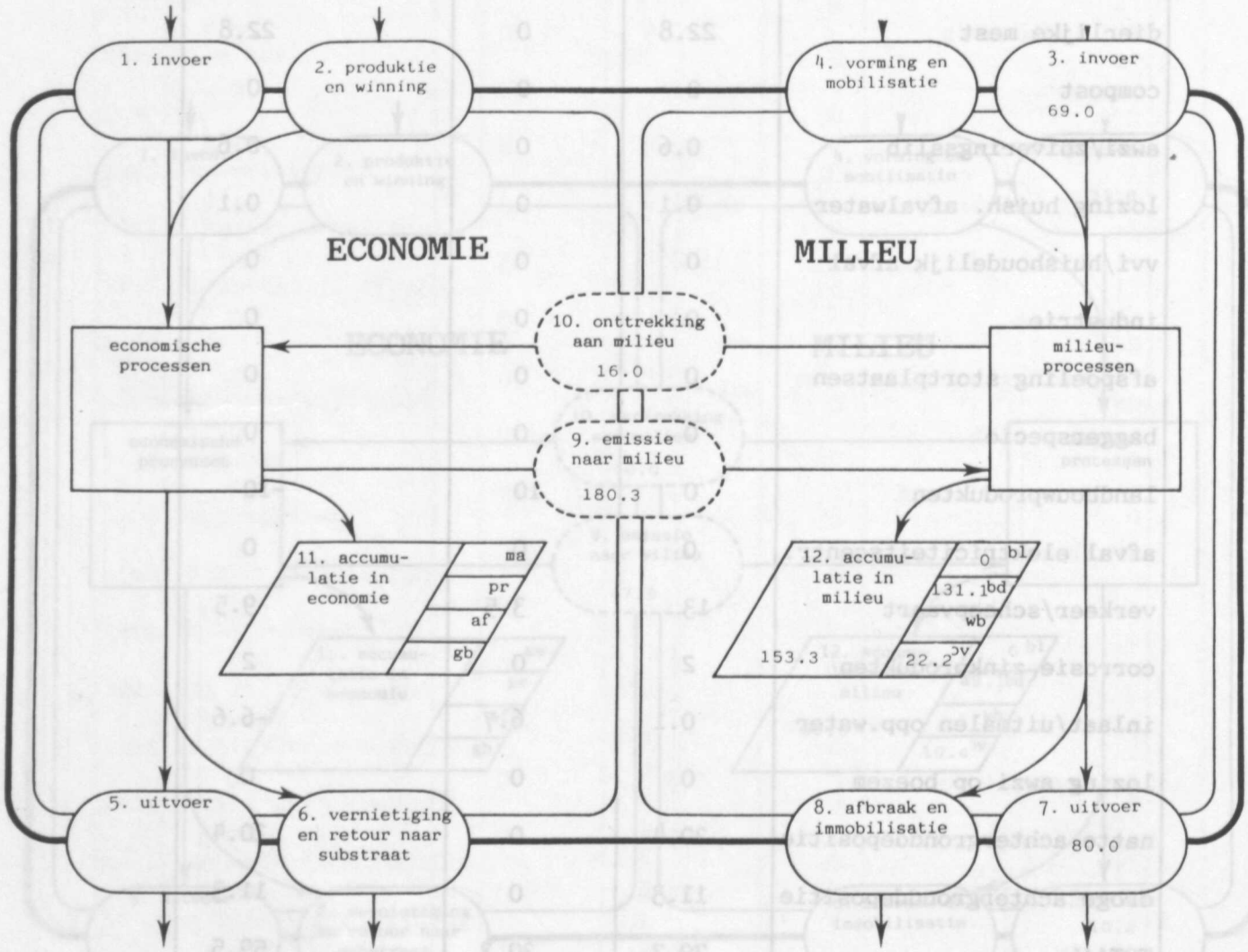
bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

Cadmiumbalans voor de Vijfheerenlanden (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	9.4	0	9.4
dierlijke mest	22.8	0	22.8
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	0.6	0	0.6
lozing huish. afvalwater	0.1	0	0.1
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	10	-10
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	13	3.5	9.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	0.1	6.7	-6.6
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	20.4	0	20.4
droge achtergronddepositie	11.3	0	11.3
TOTAAL	79.7	20.2	59.5

Cadmium-stroomschema voor de Alblasserwaard (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

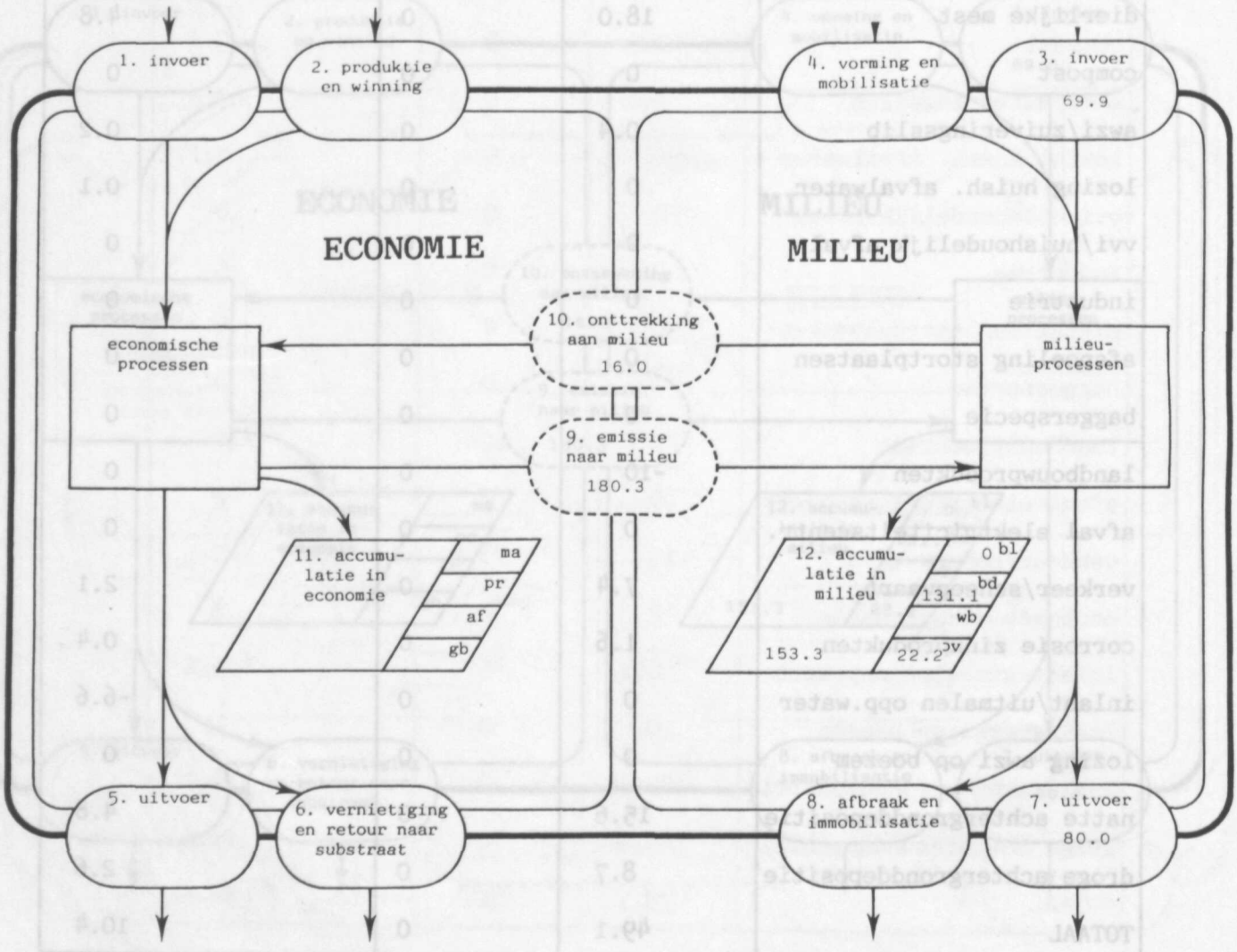
bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

Cadmiumaccumulatie in de Vijfheerenlanden (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater,water-bodem,grondwater
kunstmest	7.4	0	2.0
dierlijke mest	18.0	0	4.8
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	0.4	0	0.2
lozing huish. afvalwater	0	0	0.1
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-10	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	7.4	0	2.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-6.6
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	15.6	0	4.8
droge achtergronddepositie	8.7	0	2.6
TOTAAL	49.1	0	10.4

Cadmium-stroomschema voor de Alblasserwaard (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

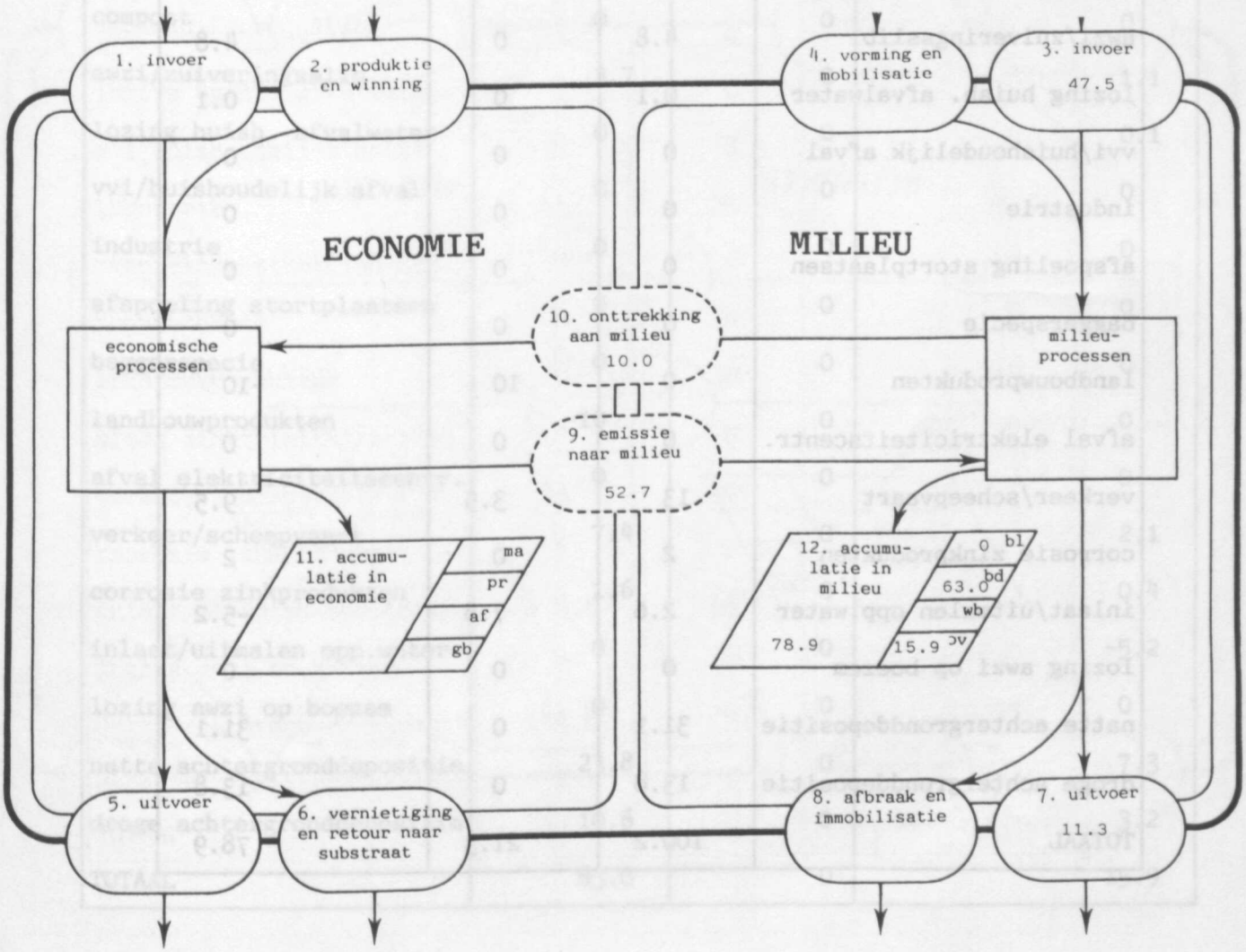
Cadmiumbalans voor de Alblasserwaard (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	8.7	0	8.7
dierlijke mest	38.3	0	38.3
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	7.2	0	7.2
lozing huish. afvalwater	0.1	0	0.1
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	111	55.5	55.5
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	16	-16
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	13	3.5	9.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	0.1	21	-20.9
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	43.8	0	43.8
droge achtergronddepositie	25.1	0	25.1
TOTAAL	249.3	96	153.3

Cadmiumaccumulatie in de Alblasserwaard (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater,water-bodem,grondwater
kunstmest	6.9	0	1.8
dierlijke mest	30.3	0	8.0
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	5.6	0	1.6
lozing huish. afvalwater	0	0	0.1
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	42.5	0	13.0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-16	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	7.4	0	2.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-20.9
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	33.6	0	10.2
droge achtergronddepositie	19.2	0	5.9
TOTAAL	131.1	0	22.2

Cadmium-stroomschema voor de Krimpenerwaard (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

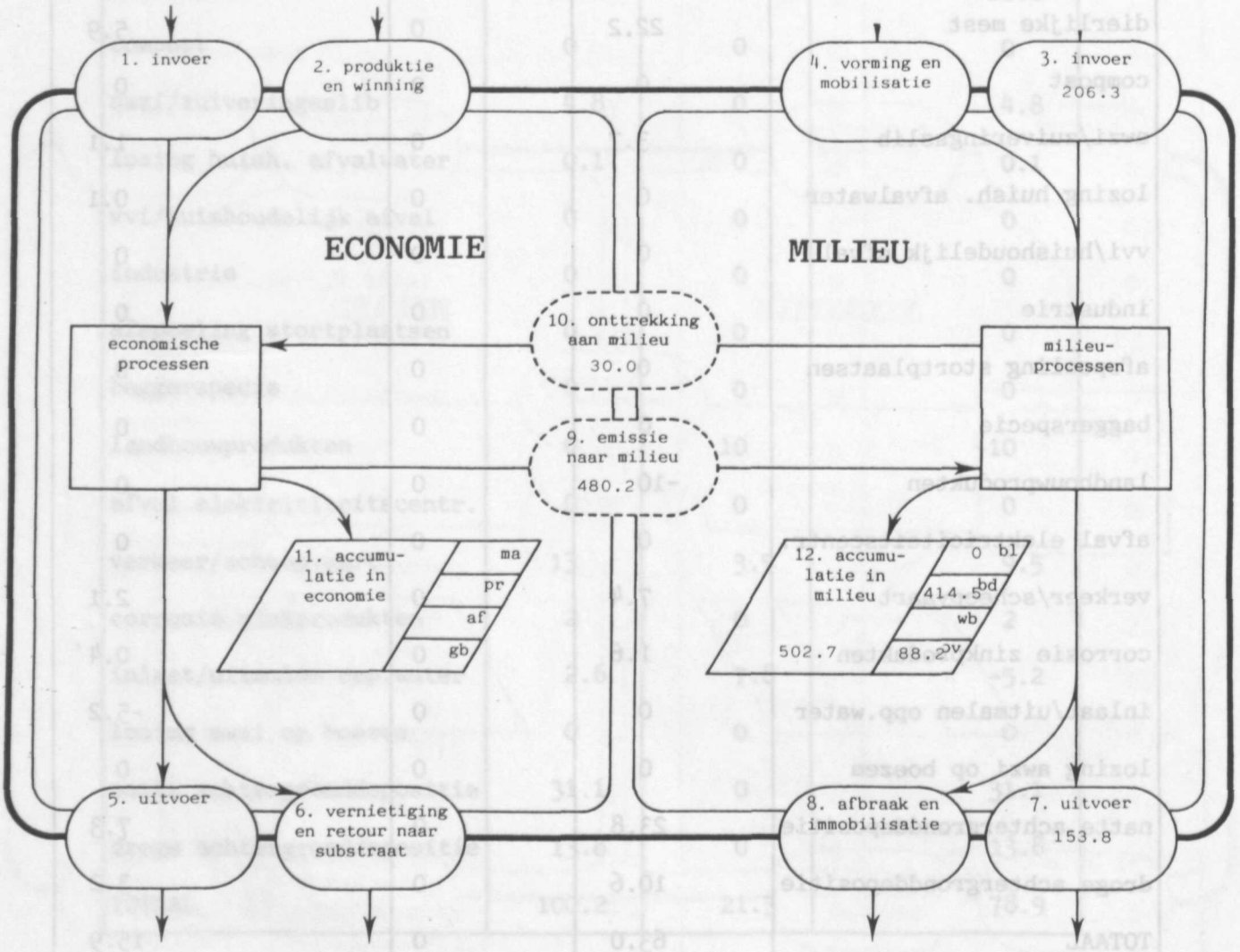
Cadmiumbalans voor de Krimpenerwaard (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	4.7	0	4.7
dierlijke mest	28.1	0	28.1
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	4.8	0	4.8
lozing huish. afvalwater	0.1	0	0.1
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	10	-10
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	13	3.5	9.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	2.6	7.8	-5.2
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	31.1	0	31.1
droge achtergronddepositie	13.8	0	13.8
TOTAAL	100.2	21.3	78.9

Cadmiumaccumulatie in de Krimpenerwaard (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater, water-bodem, grondwater
kunstmest	3.7	0	1.0
dierlijke mest	22.2	0	5.9
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	3.7	0	1.1
lozing huish. afvalwater	0	0	0.1
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-10	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	7.4	0	2.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-5.2
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	23.8	0	7.3
droge achtergronddepositie	10.6	0	3.2
TOTAAL	63.0	0	15.9

Cadmium-stroomschema voor Schie- en Delfland (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

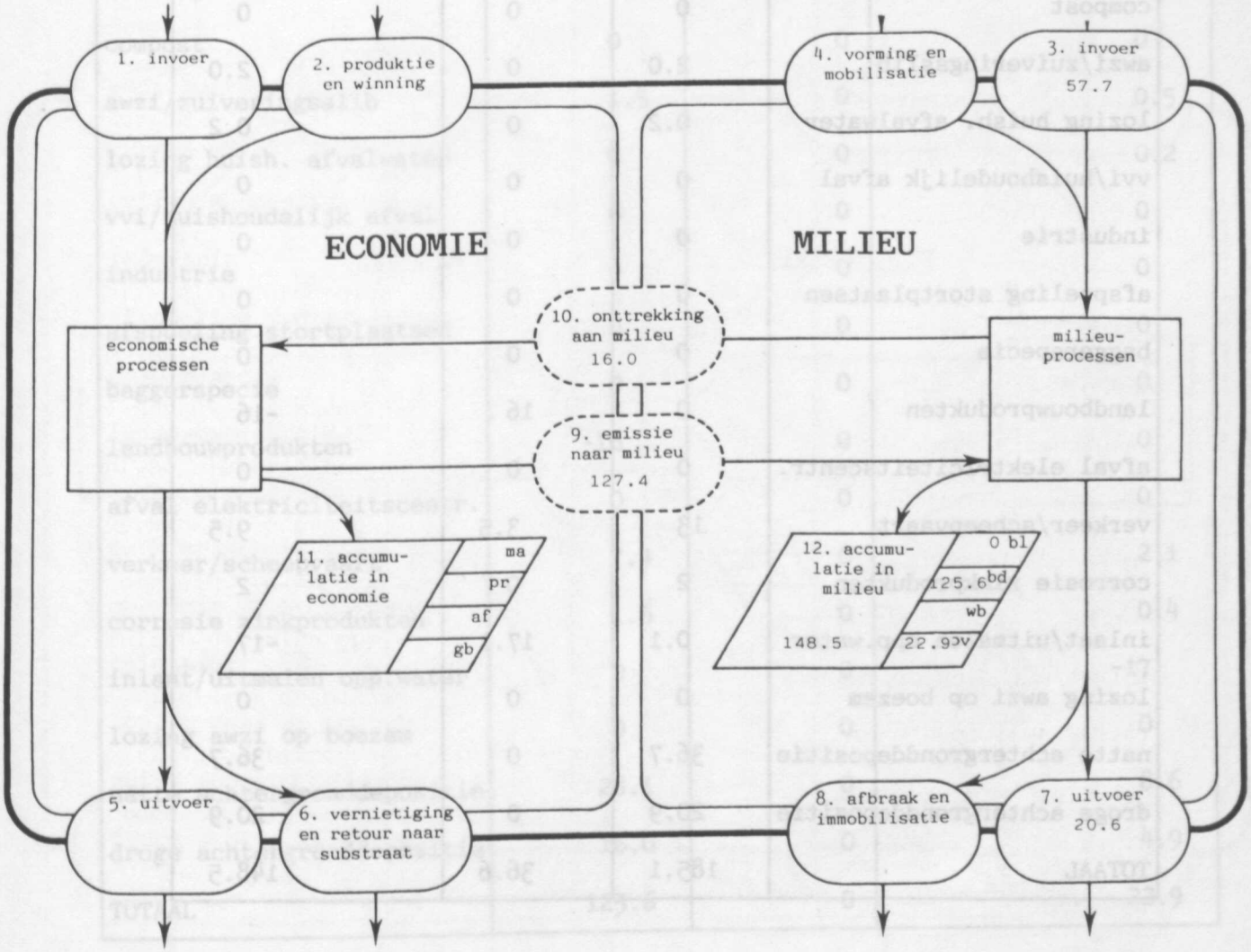
Cadmiumbalans voor Schie- en Delfland (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	178.4	0	178.4
dierlijke mest	42.7	0	42.7
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	22.8	0	22.8
lozing huish. afvalwater	1.3	0	1.3
vvi/huishoudelijk afval	137	68.5	68.5
industrie	51	25.5	25.5
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	30	-30
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	43	10	33
corrosie zinkprodukten	4	0	4
inlaat/uitmalen opp.water	8.6	45.2	-36.6
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	145.6	4.6	141
droge achtergronddepositie	52.1	0	52.1
TOTAAL	686.5	183.8	502.7

Cadmiumaccumulatie in Schie- en Delfland (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater, water-bodem, grondwater
kunstmest	140.9	0	37.5
dierlijke mest	33.7	0	9.0
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	16.5	0	6.3
lozing huish. afvalwater	0	0	1.3
vvi/huishoudelijk afval	52.5	0	16.0
industrie	19.5	0	6.0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-30	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	25.8	0	7.2
corrosie zinkprodukten	3.2	0	0.8
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-36.6
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	112.5	0	28.5
droge achtergronddepositie	39.9	0	12.2
TOTAAL	414.5	0	88.2

Cadmium-stroomschema voor Goeree-Overflakkee (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

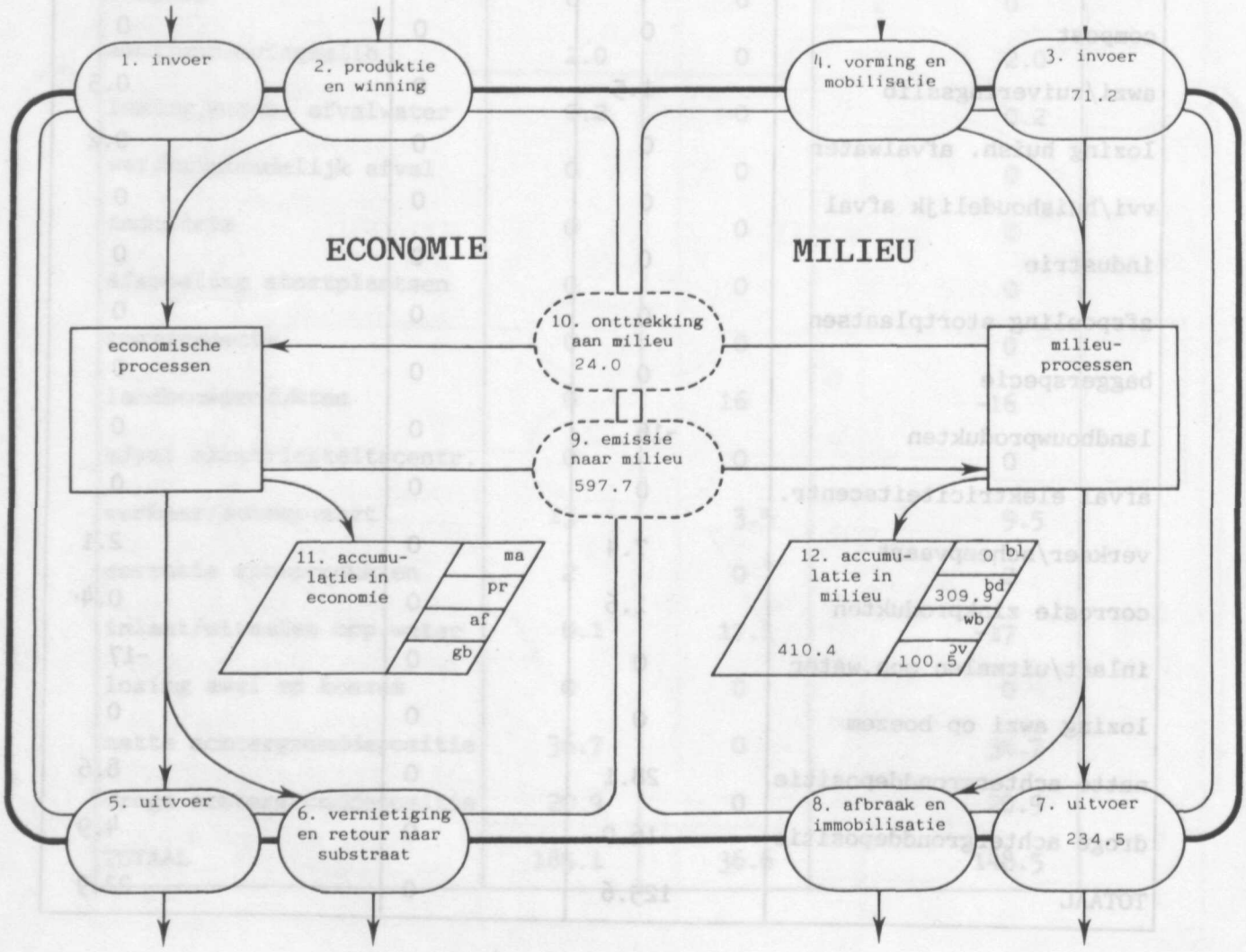
Cadmiumbalans voor Goeree-overflakkee (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	105.5	0	105.5
dierlijke mest	4.7	0	4.7
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	2.0	0	2.0
lozing huish. afvalwater	0.2	0	0.2
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	16	-16
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	13	3.5	9.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	0.1	17.1	-17
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	36.7	0	36.7
droge achtergronddepositie	20.9	0	20.9
TOTAAL	185.1	36.6	148.5

Cadmiumaccumulatie in Goeree-overflakkee (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater,water-bodem,grondwater
kunstmest	83.3	0	22.2
dierlijke mest	3.7	0	1.0
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	1.5	0	0.5
lozing huish. afvalwater	0	0	0.2
vvi/huishoudelijk afval	0	0	0
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-16	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	7.4	0	2.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-17
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	28.1	0	8.6
droge achtergronddepositie	16.0	0	4.9
TOTAAL	125.6	0	22.9

Cadmium-stroomschema voor de Groote Waard (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

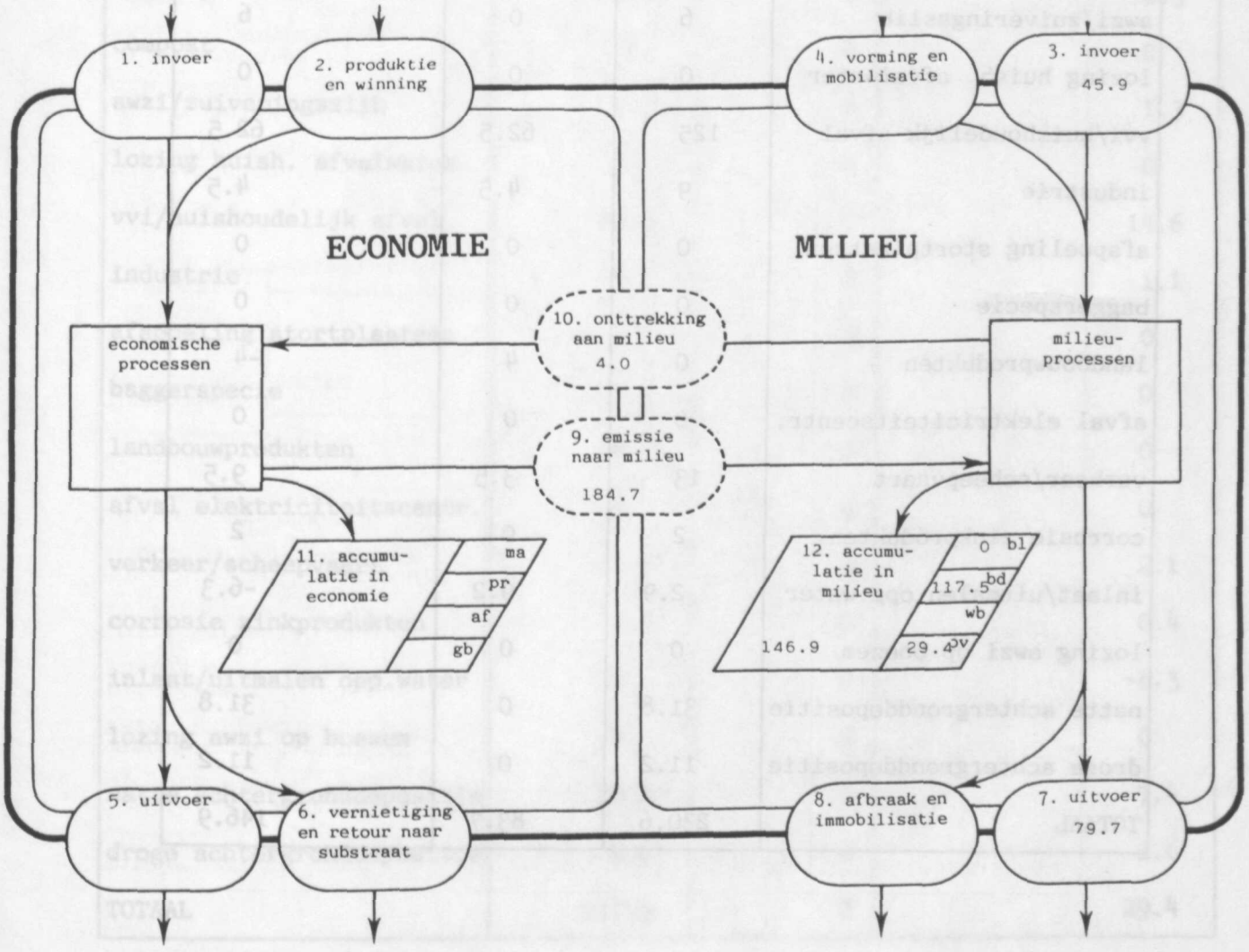
Tabel 22: Cadmiumbalans voor de Groote Waard (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	125.4	0	125.4
dierlijke mest	6	0	6
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	1.9	0	1.9
lozing huish. afvalwater	0.4	0	0.4
vvi/huishoudelijk afval	449	216	233
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	24	-24
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	13	3.5	9.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	0.2	15	-14.8
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	40.2	0	40.2
droge achtergronddepositie	30.8	0	30.8
TOTAAL	668.9	258.5	410.4

Tabel 23: Cadmiumaccumulatie in de Groote Waard (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater,water-bodem,grondwater
kunstmest	99.1	0	26.3
dierlijke mest	4.7	0	1.3
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	1.2	0	0.7
lozing huish. afvalwater	0	0	0.4
vvi/huishoudelijk afval	165.5	0	67.5
industrie	0	0	0
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-24	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	7.4	0	2.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-14.8
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	30.8	0	9.4
droge achtergronddepositie	23.6	0	7.2
TOTAAL	309.9	0	100.5

Cadmium-stroomschema voor de IJsselmonde (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

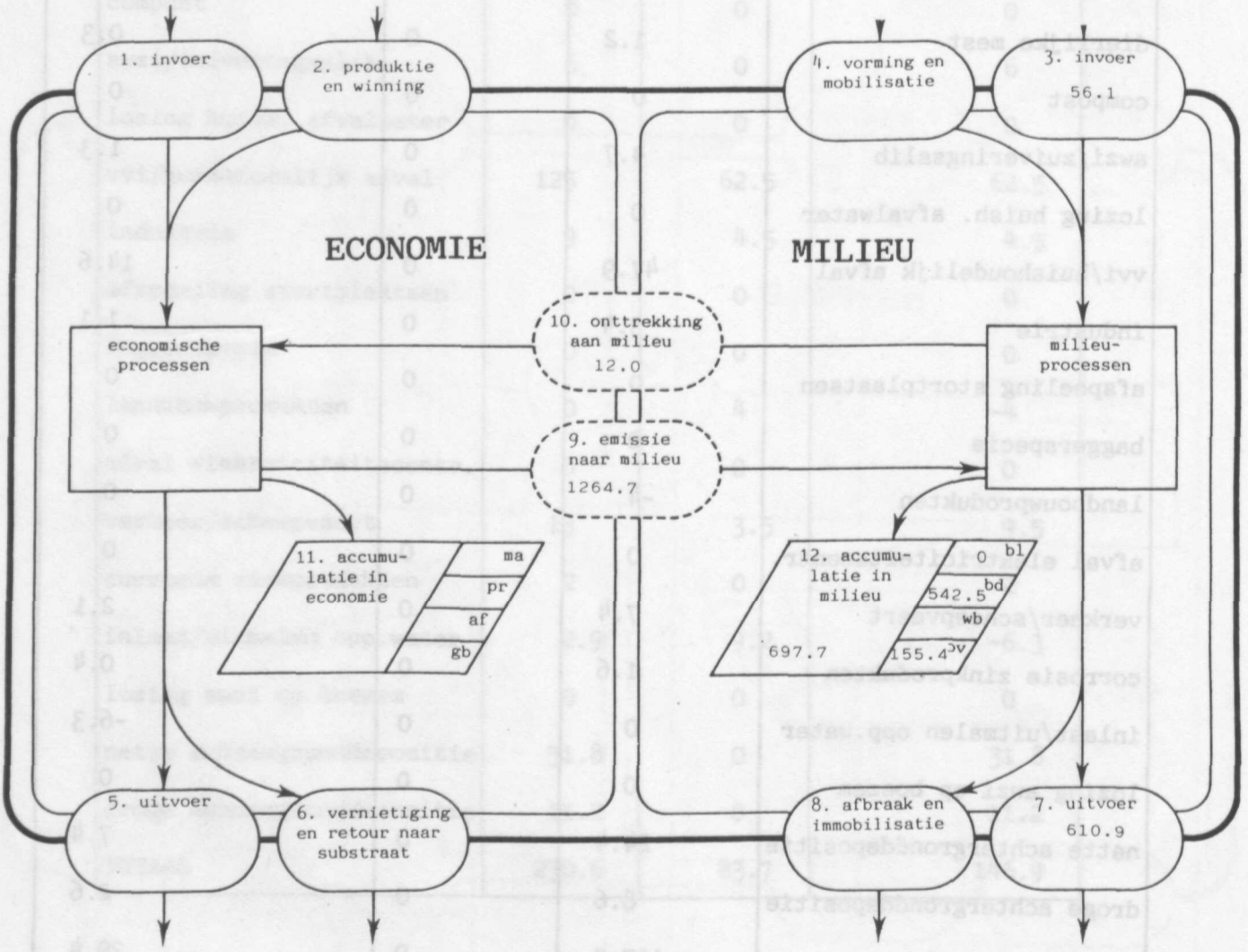
Tabel 20: Cadmiumbalans voor IJsselmonde (kg Cd/jaar)

	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	28.2	0	28.2
dierlijke mest	1.5	0	1.5
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	6	0	6
lozing huish. afvalwater	0	0	0
vvi/huishoudelijk afval	125	62.5	62.5
industrie	9	4.5	4.5
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	4	-4
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	13	3.5	9.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	2.9	9.2	-6.3
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	31.8	0	31.8
droge achtergronddepositie	11.2	0	11.2
TOTAAL	230.6	83.7	146.9

Tabel 21: Cadmiumaccumulatie in de IJsselmonde (kgCd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater,water-bodem,grondwater
kunstmest	22.3	0	5.9
dierlijke mest	1.2	0	0.3
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	4.7	0	1.3
lozing huish. afvalwater	0	0	0
vvi/huishoudelijk afval	47.9	0	14.6
industrie	3.4	0	1.1
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-4	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	7.4	0	2.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-6.3
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	24.4	0	7.4
droge achtergronddepositie	8.6	0	2.6
TOTAAL	117.5	0	29.4

Cadmium-stroomschema voor de Brielse Dijkring (kg Cd/jaar)



Legenda:

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

bl=bodem lokaal
bd=bodem diffuus

ov=overig

Cadmiumbalans voor de Brielse Dijkring (kg Cd/jaar)

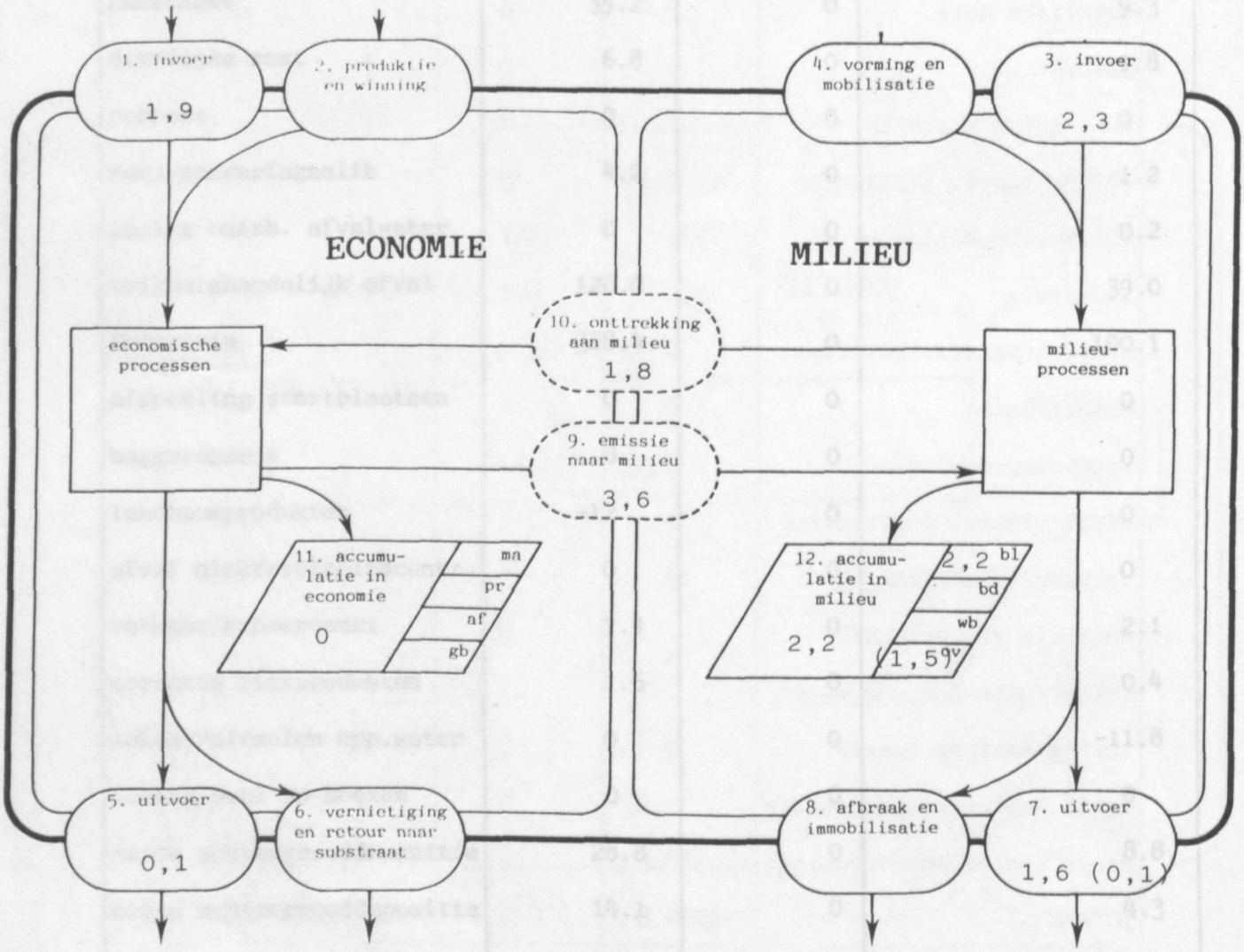
	milieu in	milieu uit	accumulatie milieu
kunstmest	44.5	0	44.5
dierlijke mest	8.6	0	8.6
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	5.4	0	5.4
lozing huish. afvalwater	0.2	0	0.2
vvi/huishoudelijk afval	334	167	167
industrie	857	428.5	428.5
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	0	12	-12
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	13	3.5	9.5
corrosie zinkprodukten	2	0	2
inlaat/uitmalen opp.water	0.1	11.9	-11.8
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	37.6	0	37.6
droge achtergronddepositie	18.4	0	18.4
TOTAAL	1320.8	622.9	697.9

Cadmiumaccumulatie in de Brielse Dijkring (kg Cd/jaar)

	bodem diffuus	bodem lokaal	oppervlaktewater,water-bodem,grondwater
kunstmest	35.2	0	9.3
dierlijke mest	6.8	0	1.8
compost	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	4.2	0	1.2
lozing huish. afvalwater	0	0	0.2
vvi/huishoudelijk afval	128.0	0	39.0
industrie	328.4	0	100.1
afspoeling stortplaatsen	0	0	0
baggerspecie	0	0	0
landbouwprodukten	-12	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0
verkeer/scheepvaart	7.4	0	2.1
corrosie zinkprodukten	1.6	0	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	-11.8
lozing awzi op boezem	0	0	0
natte achtergronddepositie	28.8	0	8.8
droge achtergronddepositie	14.1	0	4.3
TOTAAL	542.5	0	155.4

BIJLAGE 6: Cadmiumstroomschema's voor Zuidhollandse landbouwpercelen

Fig. 1: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-Hollands grasland, 1985
met een veebezetting van 3 GVE/ha
economische Cd-stromen in gram



Cadmiumbalans voor 1 hectare Zuid Hollands grasland, 1985 met een veebezetting van 3 GVE/ha.

Ad 1. Instroom door import	1,9 g Cd
krachtvoer	0,5 g[1]
aankoop ruwvoer	0,5 g[2]
kunstmest	0,9 g[3] (aanname: geen zuiveringsslib gebruikt voor bemesting)
Ad 3. Instroom via milieu	2,3 g Cd
atmosferische depositie	2,3 g[4]
Ad 5. Uitstroom door export	0,1 g Cd
dierlijk produkt	0,1 g[5] (aanname: koeien worden in hun geheel afgevoerd)
Ad 7. Uitstroom via milieu	1,6 g Cd
uitspoeling	1,5 g[6]
afspoeling	0,1 g[7]
Ad 9. Emissie naar het milieu	3,6 g Cd
kunstmest	0,9 g
dierlijke mest	2,7 g[8]
Ad 10. Winning uit het milieu	1,8 g Cd
geoogst gras (12 ton ds)	1,8 g[9]
Ad 12. Accumulatie in milieu	2,2 g Cd
bodem diffuus	2,2 g (sluitpost).

[1]4000 kg krachtvoer met een gehalte van 13 mg/kg (Handboek Rundveehouderij en Henkes, 1983)

[2]3600 kg ruwvoer; gehalte 0,15 mg/kg ds (Handboek Rundveehouderij en aanname)

[3]kunstmestgift gemiddeld voor Zuid Hollands grasland; zie bijlage

[4]voor Zuid Holland gemiddelde achtergronddepositie op de bodem

[5]retentie in koeien: 2-5% (Henkes, 1985); Cd in melk verwaarloosbaar.

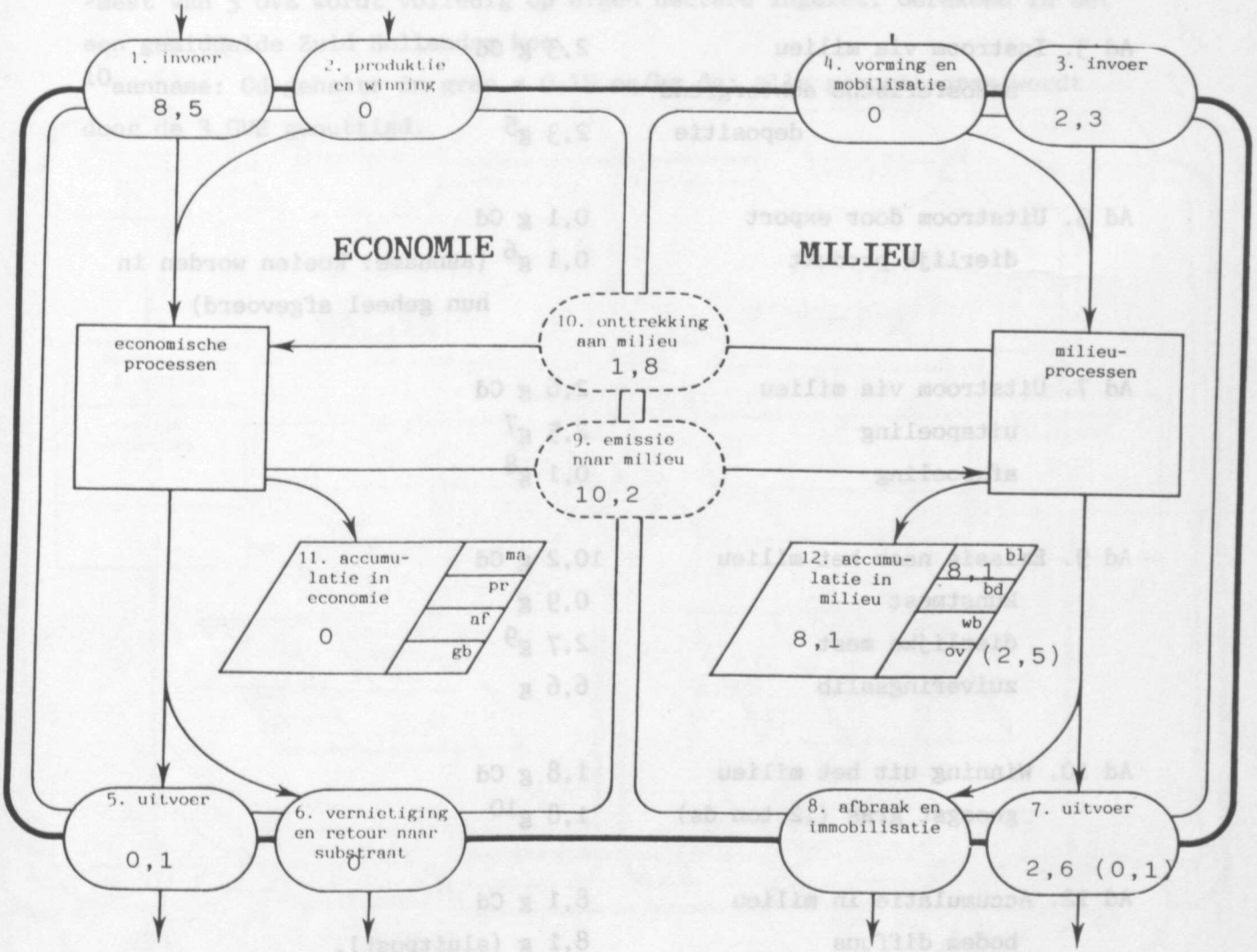
[6]20% van bodembelasting

[7]1% van bodembelasting

[8]mest van 3 GVE wordt volledig op eigen hektare ingezet. Gerekend in met een gemiddelde Zuid Hollandse koe.

[9]aanname: Cd-gehalte in gras = 0,15 mg/kg ds; alle geoogst gras wordt door de 3 GVE genuttigd.

Fig. 2: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-hollands grasland in 1985 waarop zuiveringsslib is aangewend, met een veebezetting van 3 GVE/ha. Cadmiumstromen in gram



Cadmiumbalans voor 1 hectare Zuid Hollands grasland in 1985 waarop zuiveringsslib is aangewend, met een veebezetting van 3 GVE/ha.

Ad 1. Instroom door import	8,5 g Cd
krachtvoer	0,5 g[1]
aankoop ruwvoer	0,5 g[2]
kunstmest	0,9 g[3]
zuiveringsslib	6,6 g[4]
Ad 3. Instroom via milieu	2,3 g Cd
atmosferische achtergrond-depositie	2,3 g[5]
Ad 5. Uitstroom door export	0,1 g Cd
dierlijk produkt	0,1 g[6] (aanname: koeien worden in hun geheel afgevoerd)
Ad 7. Uitstroom via milieu	2,6 g Cd
uitspoeling	2,5 g[7]
afspoeling	0,1 g[8]
Ad 9. Emissie naar het milieu	10,2 g Cd
kunstmest	0,9 g
dierlijke mest	2,7 g[9]
zuiveringsslib	6,6 g
Ad 10. Winning uit het milieu	1,8 g Cd
geoogst gras (12 ton ds)	1,8 g[10]
Ad 12. Accumulatie in milieu	8,1 g Cd
bodem diffuus	8,1 g (sluitpost).

[1]4000 kg krachtvoer met een gehalte van 0,13 mg/kg (Handboek Rundveehouderij en Henkes, 1983)

[2]3600 kg ruwvoer; gehalte 0,15 mg/kg ds (Handboek Rundveehouderij en aanname)

[3]kunstmestgift gemiddeld voor Zuid Hollands grasland; zie bijlage

[4]advies voor maximale toepassing: 1 ton zuiveringsslib/ha op grasland (Rapport Emissies Landbouw); gehalte 6,6 g Cd/ton (gemiddeld voor Hoogheemraadschap Rijnland, zie bijlage). NB: 1 ton zuiveringsslib $\triangleq$ 30 kg N; is dus nauwelijks vervangend.

[5]voor Zuid Holland gemiddelde achtergronddepositie op de bodem

[6]retentie in koeien: 2-5% (Henkes, 1985); Cd in melk verwaarloosbaar.

[7]20% van bodembelasting

[8]1% van bodembelasting

[9]mest van 3 GVE wordt volledig op eigen hectare ingezet. Gerekend in met een gemiddelde Zuid Hollandse koe.

[10]aanname: Cd-gehalte in gras = 0,15 mg/kg ds; alle geoogst gras wordt door de 3 GVE genuttigd.

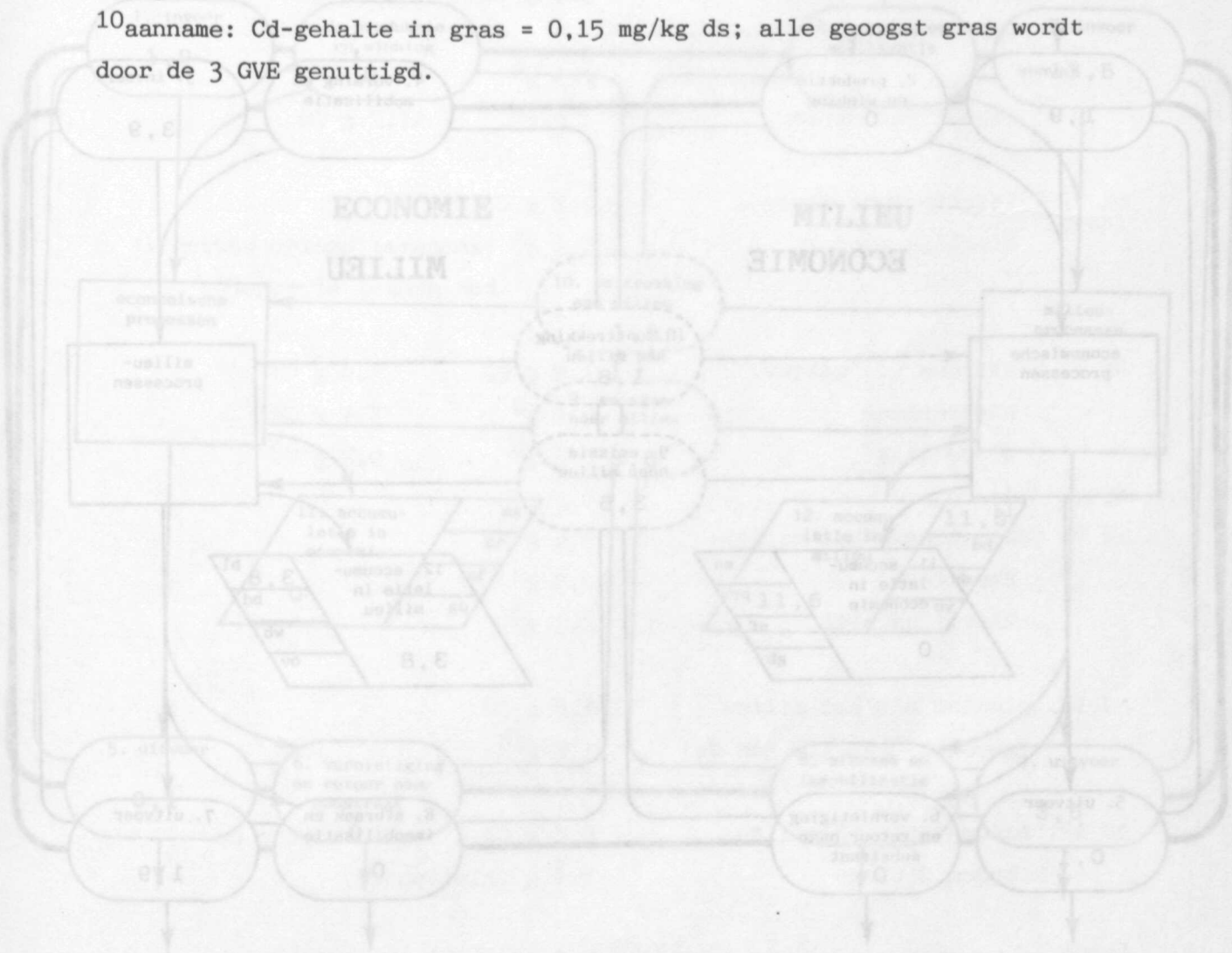


Fig. 3a: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-hollands grasland in 1985 nabij de VVI-Leiden, met een veebezetting van 3 GVE/ha. Cadmiumstromen in gram

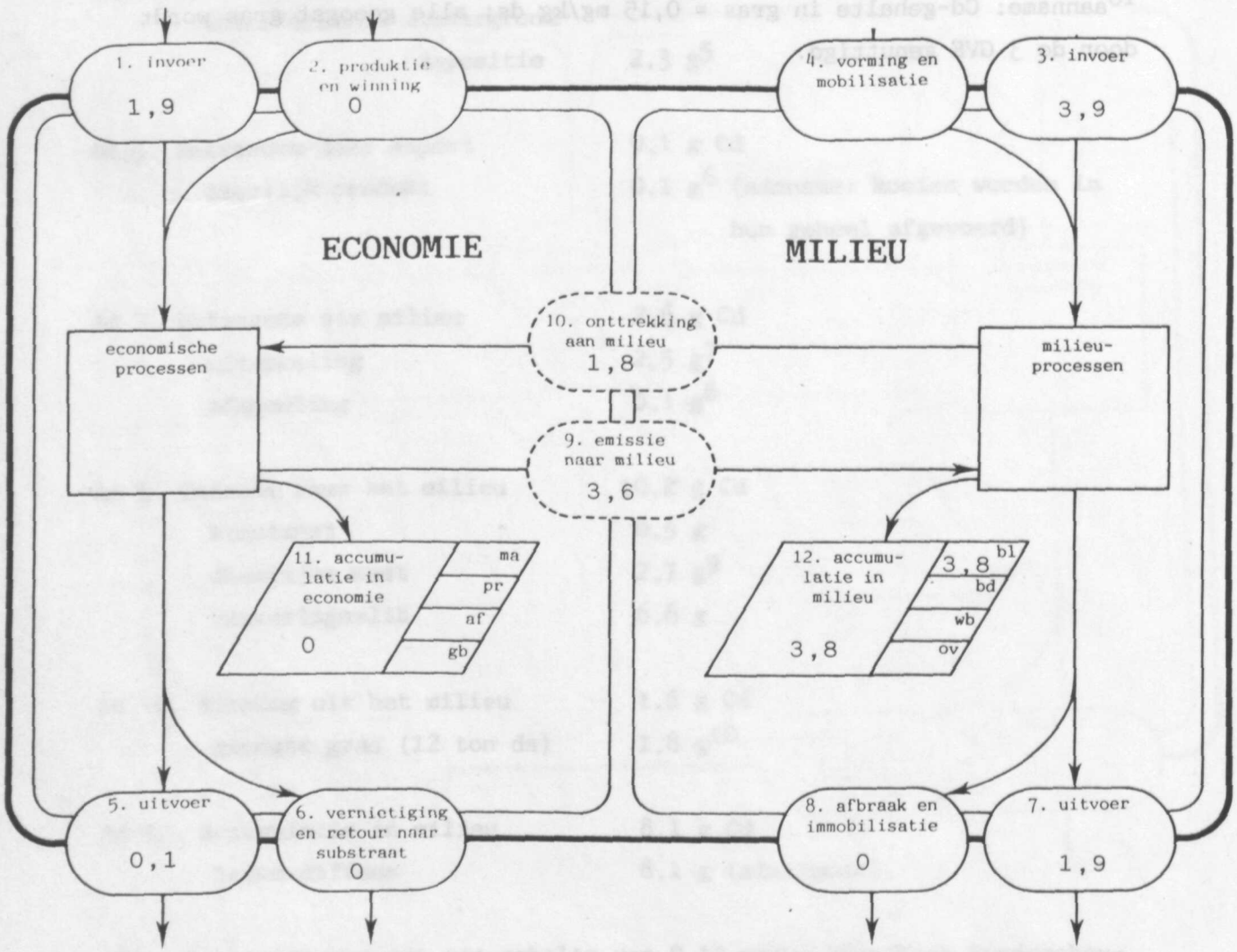
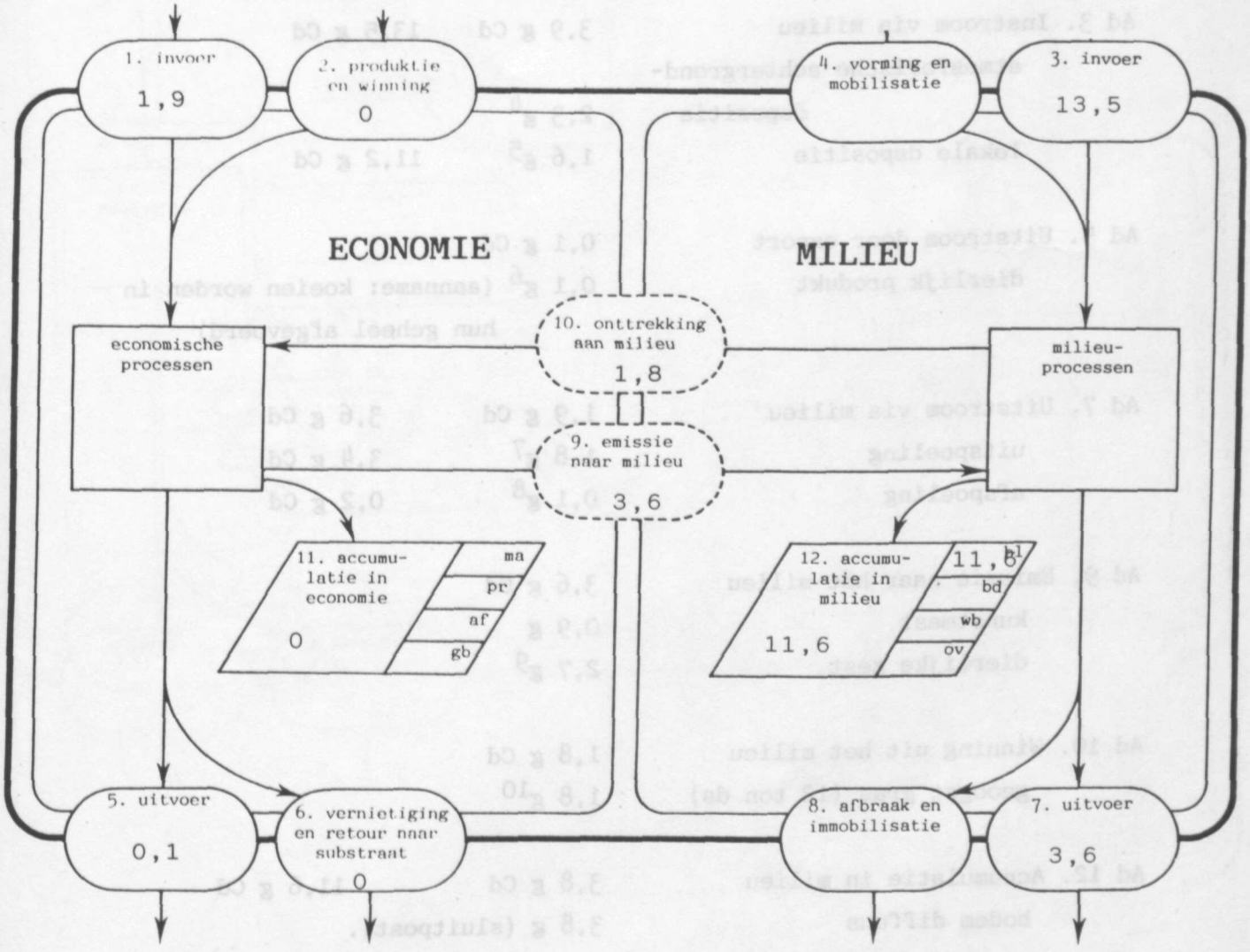


Fig. 3b: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-hollands grasland in 1985 nabij de VVI-Gevudo, met een veebezetting van 3 GVE/ha. Cadmiumstromen in gram



Cadmiumbalans voor 1 hectare Zuid Hollands grasland met grote luchtemissiebron in de nabijheid, 1985 met een veebezetting van 3 GVE/ha.

Ad 1. Instroom door import	1,9 g Cd	
krachtvoer	0,5 g[1]	
aankoop ruwvoer	0,5 g[2]	
kunstmest	0,9 g[3] (aanname: geen zuiveringsslib gebruikt voor bemesting)	
	VVI-Leiden	VVI-Dordrecht
Ad 3. Instroom via milieu	3,9 g Cd	13,5 g Cd
atmosferische achtergronddepositie	2,3 g[4]	
lokale depositie	1,6 g[5]	11,2 g Cd
Ad 5. Uitstroom door export	0,1 g Cd	
dierlijk produkt	0,1 g[6] (aanname: koeien worden in hun geheel afgevoerd)	
Ad 7. Uitstroom via milieu	1,9 g Cd	3,6 g Cd
uitspoeling	1,8 g[7]	3,4 g Cd
afspoeling	0,1 g[8]	0,2 g Cd
Ad 9. Emissie naar het milieu	3,6 g Cd	
kunstmest	0,9 g	
dierlijke mest	2,7 g[9]	
Ad 10. Winning uit het milieu	1,8 g Cd	
geoogst gras (12 ton ds)	1,8 g[10]	
Ad 12. Accumulatie in milieu	3,8 g Cd	11,6 g Cd
bodem diffuus	3,8 g (sluitpost).	

[1]4000 kg krachtvoer met een gehalte van 0,13 mg/kg (Handboek Rundveehouderij en Henkes, 1983)

[2]3600 kg ruwvoer; gehalte 0,15 mg/kg ds (Handboek Rundveehouderij en aanname)

[3]kunstmestgift gemiddeld voor Zuid Hollands grasland; zie bijlage

[4]voor Zuid Holland gemiddelde achtergronddepositie op de bodem

[5]lokale depositie nabij vvi Leiden (TNO no. 87.200, 1987)

[6]retentie in koeien: 2-5% (Henkes, 1985); Cd in melk verwaarloosbaar.

[7]20% van bodembelasting

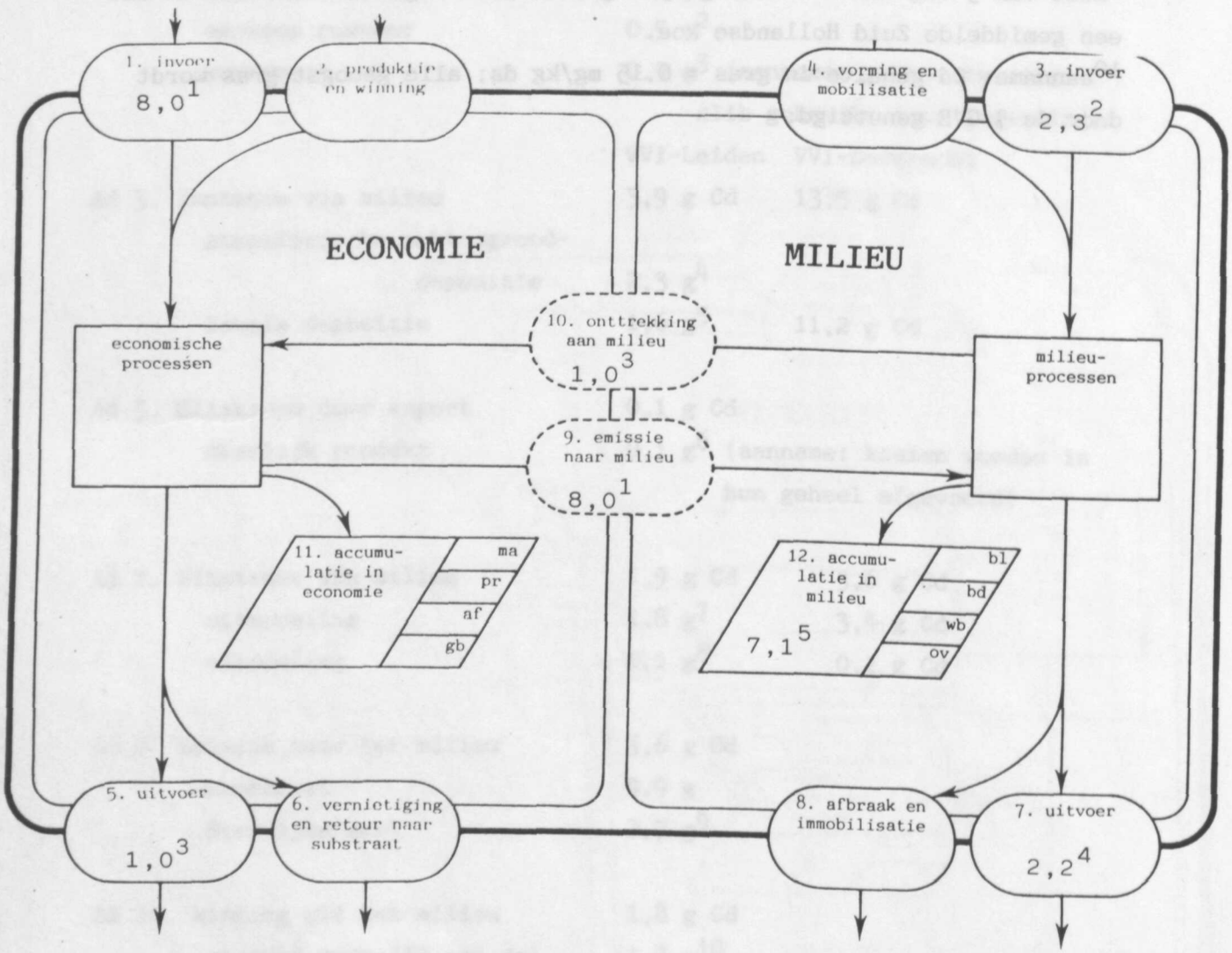
[8]1% van bodembelasting

[9]mest van 3 GVE wordt volledig op eigen hektare ingezet. Gerekend in met een gemiddelde Zuid Hollandse koe.

[10]aanname: Cd-gehalte in gras = 0,15 mg/kg ds; alle geoogst gras wordt door de 3 GVE genuttigd.

Fig. 4: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-Hollands bouwland (aardappelen), 1985

Cadmiumstromen in gram



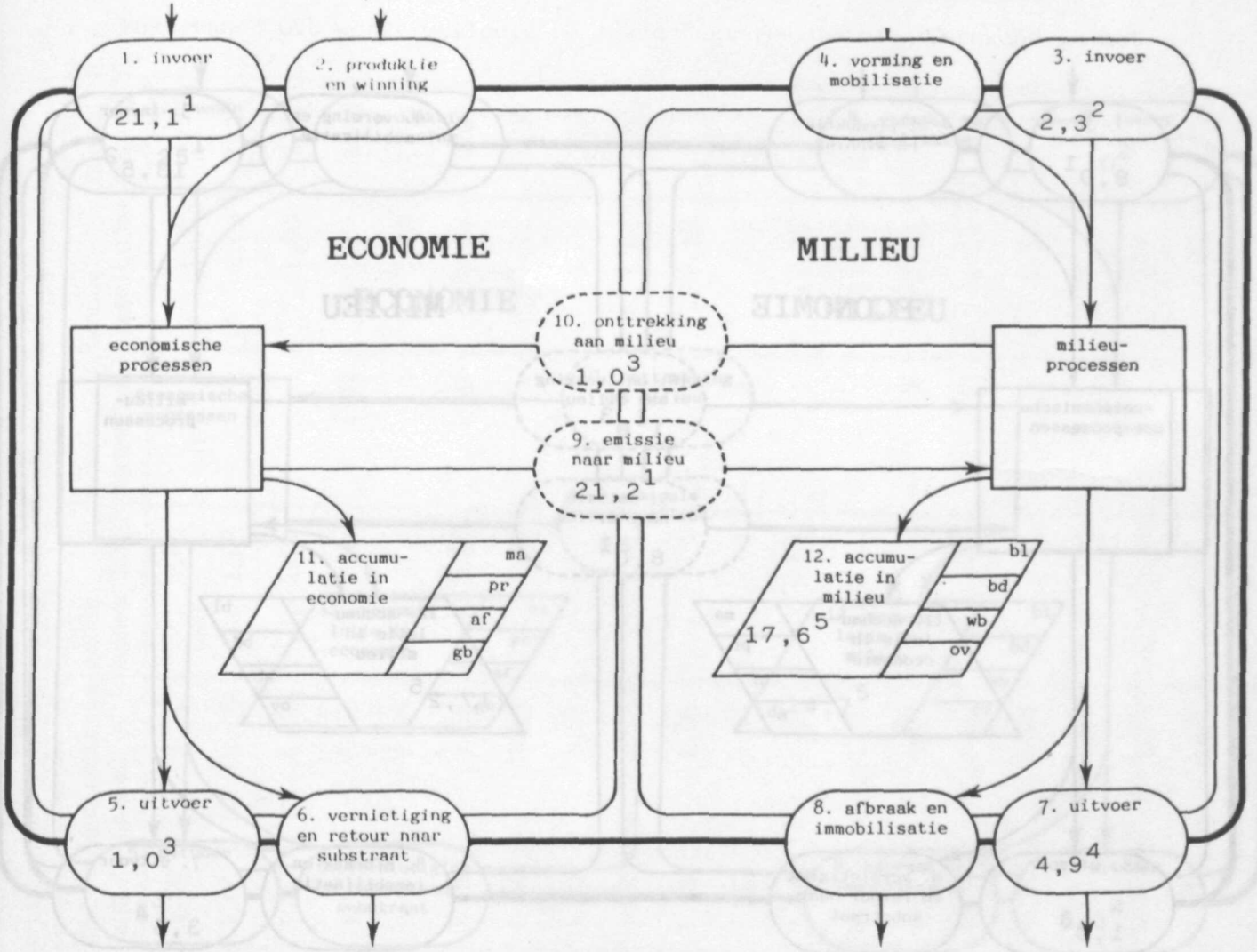
1 7,5 gram via kunstmest; 0,5 g via dierlijke mest (LEI), 1980; v.d. Voet en v.d. Naald, 1985

2 depositie (gemiddeld voor Zuid-Holland)

3 onttrekking via gewassen (CBS, 1986; Basisdocument cadmium, 1987)

4 20% van belasting; 1% van uitspoeling

Fig. 5: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-Hollands bouwland (aardappelen), 1985 met toepassing van zuiveringsslib
Cadmiumstromen in gram



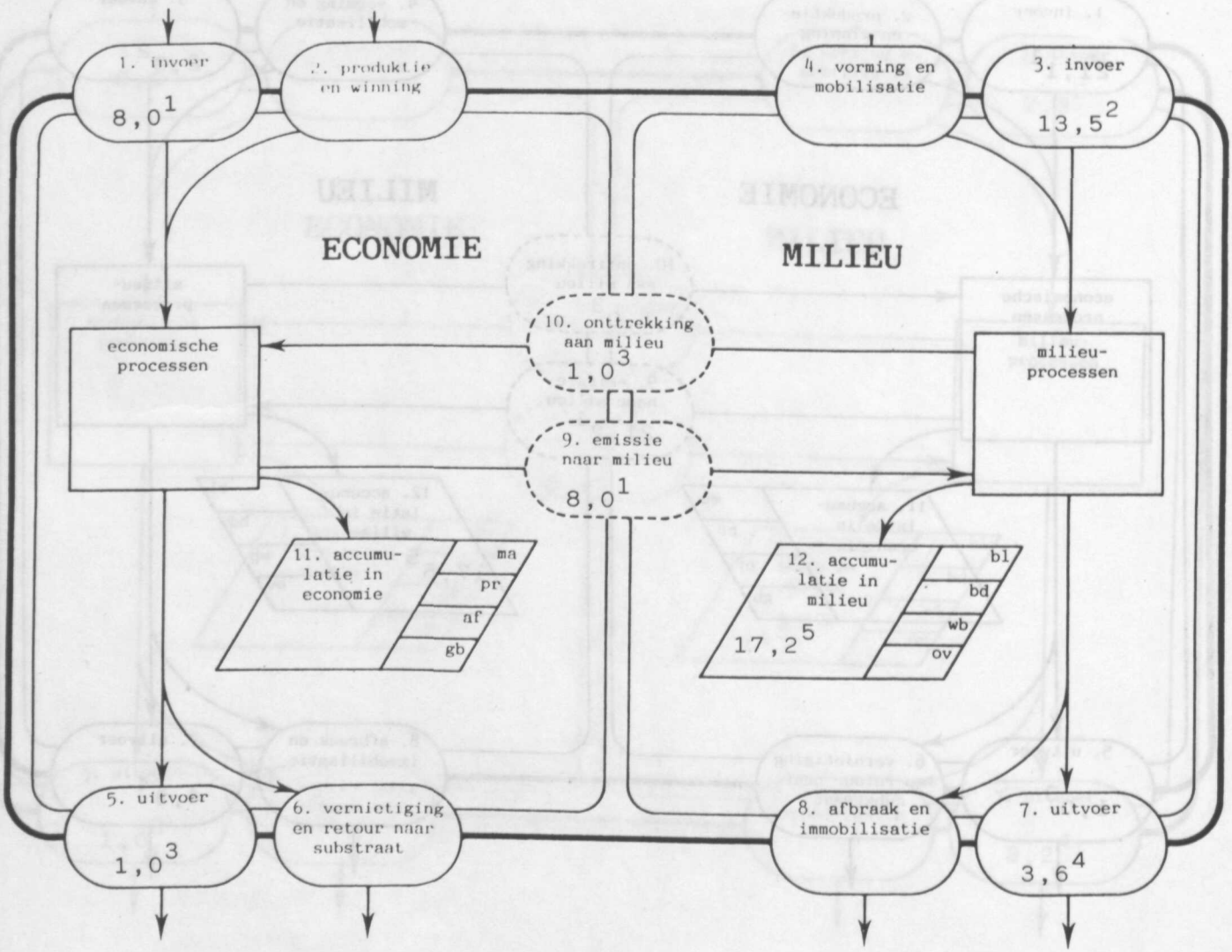
1 7,5 gram via kunstmest; 0,5 g via dierlijke mest en 13,2 g via zuiveringsslib (maximale gift op bouwland: 2 ton)

2 depositie (gemiddeld voor Zuid-Holland)

3 onttrekking via gewassen (CBS, 1986; Basisdocument cadmium, 1987)

4 20% van belasting; 1% van uitspoeling

Fig. 6: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-Hollands bouwland (aardappelen), 1985 met verhoogde depositie door nabijheid VVI
Cadmiumstromen in gram



1 7,5 gram via kunstmest; 0,5 g via dierlijke mest

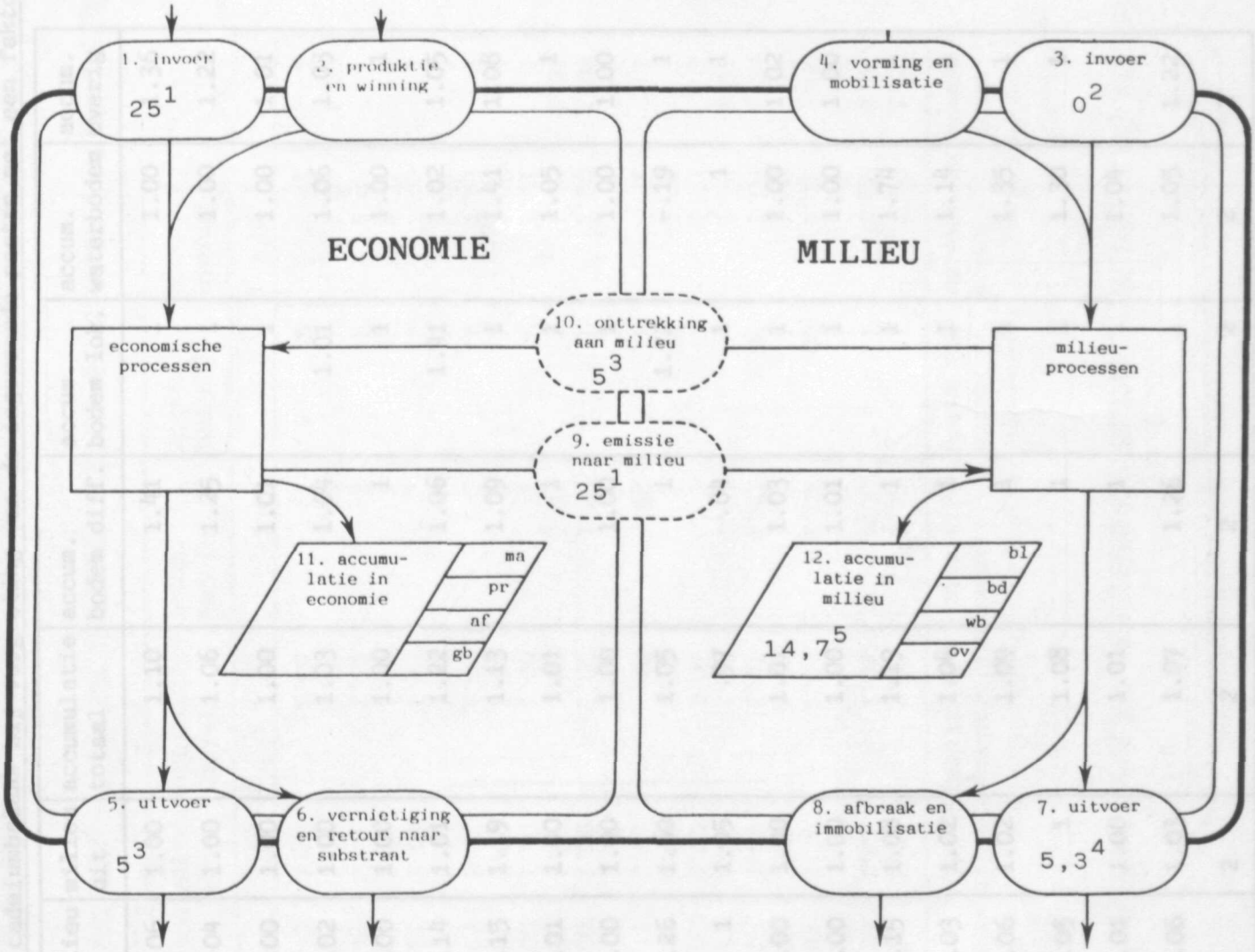
2 depositie (gemiddeld voor Zuid-Holland)

3 onttrekking via gewassen (CBS, 1986; Basisdocument cadmium, 1987)

4 20% van belasting; 1% van uitspoeling

Fig. 7: Cadmiumbalans voor 1 ha Zuid-Hollands glastuinbouwland (tomaten), 1985

Cadmiumstromen in gram



1 25 gram via kunstmest (LEI, 1980: gemiddeld voor Zuid-Holland);

2 geen depositie op bedekte bodem

3 onttrekking via gewassen (CBS, 1986; Basisdocument cadmium, 1987)

4 20% van belasting; 1% van uitspoeling

BIJLAGE 7: Gevoeligheidsanalyse

Gevoeligheidsanalyse nationale cadmiumbalans bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. waterbodem	accum. overig
kunstmest	1.06	1.00	1.10	1.41	1	1.00	1.36
dierlijke mest	1.04	1.00	1.06	1.25	1	1.00	1.22
compost	1.00	1.00	1.00	1.01	1	1.00	1.01
awzi/zuiveringsslib	1.02	1.00	1.03	1.04	1.01	1.06	1.03
lozing huish. afvalwater	1.00	1.00	1.00	1	1	1.00	1
vvi/huishoudelijk afval	1.14	1.01	1.22	1.06	1.41	1.02	1.05
industriele emissies	1.15	1.19	1.13	1.09	1	1.41	1.08
afspoeling stortplaatsen	1.01	1.00	1.01	1	1	1.05	1
afval electriciteitscentr.	1.00	1.00	1.00	1.00	1	1.00	1.00
baggerspecie	1.26	1.60	1.05	1	1.72	-.19	1
landbouwprodukten	1	1.05	.97	.84	1	1	1
verkeer/scheepvaart	1.00	1.00	1.01	1.03	1	1.00	1.02
corrosie zinkprodukten	1.00	1.00	1.00	1.01	1	1.00	1.00
Rijn	1.15	1.08	1.19	1	1	1.74	1
Maas	1.03	1.02	1.04	1	1	1.14	1
Schelde	1.06	1.02	1.09	1	1	1.35	1
Noordzee	1.05	1	1.08	1	1	1.30	1
kleine wateren	1.01	1.00	1.01	1	1	1.04	1
instroom lucht	1.06	1.03	1.07	1.26	1	1.05	1.22
TOTAAL	2	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse provinciale cadmiumbalans bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. waterbodem	accum. overig
kunstmest	1.01	1.00	1.03	1.22	1	1.00	1.20
dierlijke mest	1.00	1.00	1.01	1.08	1	1.00	1.07
compost	1	1	1	1	1	1	1
awzi's/zuiveringsslib	1.01	1.00	1.03	1.02	1.00	1.11	1.02
lozing huish. afvalwater	1.00	1.00	1.00	1	1	1.01	1
vvi/huishoudelijk afval	1.03	1.01	1.07	1.27	1.05	1.04	1.24
industrie	1.29	1.24	1.36	1.23	1	2.43	1.21
afspoeling stortplaatsen	1.00	1.00	1.01	1	1	1.03	1
baggerspecie	1.25	1.59	.77	1	1.95	-2.59	1
landbouwprodukten	1	1.01	.99	.89	1	1	1
afval elektriciteitscentr.	1	1	1	1	1	1	1
verkeer/scheepvaart	1.00	1.00	1.01	1.05	1	1.00	1.04
corrosie zinkprodukten	1.00	1.00	1.00	1.01	1	1.00	1.01
Oude Rijn	1.00	1.00	1.00	1	1	1.01	1
Hollandse IJssel	1.01	1.00	1.01	1	1	1.05	1
Lek	1.03	1.01	1.06	1	1	1.25	1
Linge	1.00	1.00	1.00	1	1	1.01	1
Waal (Merwede)	1.23	1.08	1.44	1	1	2.86	1
Bergse Maas	1.03	1.01	1.06	1	1	1.24	1
Noordzee	1.05	1	1.12	1	1	1.52	1
instroom lucht	1.04	1.00	1.09	1.23	1	1.03	1.20
TOTAAL	2	1.96	2.06	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Brielse Dijkring bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.03	1	1.06	1.06	0	1.06
dierlijke mest	1.01	1	1.01	1.01	0	1.01
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.00	1	1.01	1.01	0	1.01
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.00
vvi/huish.afval	1.25	1.27	1.24	1.24	0	1.25
industrie	1.65	1.69	1.61	1.61	0	1.64
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.02	.98	.98	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.01	1.01	1.01	1.01	0	1.01
corrosie zinken prod.	1.00	1	1.00	1.00	0	1.00
inlaat/uitmalen opp.water	1.00	1.02	.98	1	0	.92
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.03	1	1.05	1.05	0	1.06
droge achtergronddepos.	1.01	1	1.03	1.03	0	1.03
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Groote Waard bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.19	1	1.31	1.32	0	1.26
dierlijke mest	1.01	1	1.01	1.02	0	1.01
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.00	1	1.00	1.00	0	1.01
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.00
vvi/huish.afval	1.67	1.84	1.57	1.53	0	1.67
industrie	1	1	1	1	0	1
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.09	.94	.92	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.02	1.01	1.02	1.02	0	1.02
corrosie zinken prod.	1.00	1	1.00	1.01	0	1.00
inlaat/uitmalen opp.water	1.00	1.06	.96	1	0	.85
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.06	1	1.10	1.10	0	1.09
droge achtergronddepos.	1.05	1	1.08	1.08	0	1.07
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans IJsselmonde bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.12	1	1.19	1.19	0	1.20
dierlijke mest	1.01	1	1.01	1.01	0	1.01
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.03	1	1.04	1.04	0	1.04
lozing huish afv water	1	1	1	1	0	1
vvi/huish.afval	1.54	1.75	1.43	1.41	0	1.50
industrie	1.04	1.05	1.03	1.03	0	1.04
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.05	.97	.97	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.06	1.04	1.06	1.06	0	1.07
corrosie zinken prod.	1.01	1	1.01	1.01	0	1.01
inlaat/uitmalen opp.water	1.01	1.11	.96	1	0	.79
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.14	1	1.22	1.21	0	1.25
droge achtergronddepos.	1.05	1	1.08	1.07	0	1.09
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Krimpenerwaard bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.05	1	1.06	1.06	0	1.06
dierlijke mest	1.28	1	1.36	1.35	0	1.37
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.05	1	1.06	1.06	0	1.07
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.01
vvi/huish.afval	1	1	1	1	0	1
industrie	1	1	1	1	0	1
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.47	.87	.84	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.13	1.16	1.12	1.12	0	1.13
corrosie zinken prod.	1.02	1	1.03	1.03	0	1.03
inlaat/uitmalen opp.water	1.03	1.37	.93	1	0	.67
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.31	1	1.39	1.38	0	1.46
droge achtergronddepos.	1.14	1	1.17	1.17	0	1.20
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Alblasserwaard bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.03	1	1.06	1.05	0	1.08
dierlijke mest	1.15	1	1.25	1.23	0	1.36
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.03	1	1.05	1.04	0	1.07
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.00
vvi/huish.afval	1	1	1	1	0	1
industrie	1.45	1.58	1.36	1.32	0	1.58
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.17	.90	.88	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.05	1.04	1.06	1.06	0	1.09
corrosie zinken prod.	1.01	1	1.01	1.01	0	1.02
inlaat/uitmalen opp.water	1.00	1.22	.86	1	0	.06
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.18	1	1.29	1.26	0	1.46
droge achtergronddepos.	1.10	1	1.16	1.15	0	1.26
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Goeree-Overflakkee bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.57	1	1.71	1.66	0	1.97
dierlijke mest	1.03	1	1.03	1.03	0	1.04
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.01	1	1.01	1.01	0	1.02
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.01
vvi/huish.afval	1	1	1	1	0	1
industrie	1	1	1	1	0	1
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.44	.89	.87	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.07	1.10	1.06	1.06	0	1.09
corrosie zinken prod.	1.01	1	1.01	1.01	0	1.02
inlaat/uitmalen opp.water	1.00	1.47	.89	1	0	.26
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.20	1	1.25	1.22	0	1.38
droge achtergronddepos.	1.11	1	1.14	1.13	0	1.21
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Schie- en Delfland bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.26	1	1.35	1.34	0	1.43
dierlijke mest	1.06	1	1.08	1.08	0	1.10
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.03	1	1.05	1.04	0	1.07
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.01
vvi/huish.afval	1.20	1.37	1.14	1.13	0	1.18
industrie	1.07	1.14	1.05	1.05	0	1.07
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.16	.94	.93	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.06	1.05	1.07	1.06	0	1.08
corrosie zinken prod.	1.01	1	1.01	1.01	0	1.01
inlaat/uitmalen opp.water	1.01	1.25	.93	1	0	.58
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.21	1.03	1.28	1.27	0	1.32
droge achtergronddepos.	1.08	1	1.10	1.10	0	1.14
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Vijfheerenlanden bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.12	1	1.16	1.15	0	1.19
dierlijke mest	1.29	1	1.38	1.37	0	1.46
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.01	1	1.01	1.01	0	1.02
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.01
vvi/huish.afval	1	1	1	1	0	1
industrie	1	1	1	1	0	1
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.50	.83	.80	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.16	1.17	1.16	1.15	0	1.20
corrosie zinken prod.	1.03	1	1.03	1.03	0	1.04
inlaat/uitmalen opp.water	1.00	1.33	.89	1	0	.36
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.26	1	1.34	1.32	0	1.46
droge achtergronddepos.	1.14	1	1.19	1.18	0	1.26
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Gevoeligheidsanalyse cadmiumbalans Rijnland bij vergroting van de ingevoerde posten met een faktor 2

	milieu in	milieu uit	accumulatie totaal	accum. bodem diff.	accum. bodem lok.	accum. overig
kunstmest	1.17	1	1.26	1.24	0	1.33
dierlijke mest	1.12	1	1.18	1.17	0	1.24
compost	1	1	1	1	0	1
awzi/zuiv.slib	1.00	1	1.00	1	0	1.02
lozing huish afv water	1.00	1	1.00	1	0	1.02
vvi/huish.afval	1.29	1.43	1.21	1.20	0	1.31
industrie	1	1	1	1	0	1
afspoeling stortplaatsen	1	1	1	1	0	1
baggerspecie	1	1	1	1	0	1
landbouwprod.	1	1.18	.91	.90	0	1
afval elektr.centrales	1	1	1	1	0	1
verkeer/scheepvaart	1.05	1.03	1.06	1.06	0	1.08
corrosie zinken prod.	1.00	1	1.01	1.00	0	1.01
inlaat/uitmalen opp.water	1.04	1.36	.89	1	0	.30
lozing awzi op boezem	1	1	1	1	0	1
natte achtergronddepos.	1.19	1	1.28	1.26	0	1.41
droge achtergronddepos.	1.13	1	1.19	1.18	0	1.28
TOTAAL	2	2	2	2	2	2

Instroom van cadmium naar de waterbodem per deelgebied (kg Cd/jaar)

	INSTROOM WATERBODEM								
	Alblass	Brielse	Goeree O	Groote W	Krimpen	Rijnl	Schie-	vijfheer	IJsselm
kunstmest	0.1	0.4	1.0	1.1	≤0.1	0.9	1.6	0.1	0.3
dierlijke mest	0.3	0.1	<<0.1	0.1	0.3	0.6	0.4	0.2	<<0.1
compost	0	0	0	0	0	0	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	0.1	0.2	0.2	0.4	0.2	1.3	1.9	0.1	0.1
lozing huish. afvalwater	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	1.3	1.2	0.1	0
vvi/huishoudelijk afval	0	6.0	0	23.0	0	3.0	2.5	0	2.2
industrie	1.1	8.5	0	0	0	0	0.5	0	0.1
afspoeling stortplaatsen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
baggerspecie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
landbouwprodukten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer/scheepvaart	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.2	0.2
corrosie zinkprodukten	<<0.1	<<0.1	<<0.1	<<0.1	<<0.1	<<0.1	<<0.1	<<0.1	<<0.1
inlaat/uitmalen opp.water	0.1	0.1	0.1	0.2	2.3	21.9	7.7	0.1	2.6
lozing awzi op boezem	0	0	0	0	0	0	0	0	0
natte achtergronddepositie	1.6	1.3	1.3	1.4	1.1	3.9	5.2	0.7	1.1
droge achtergronddepositie	0.9	0.7	0.8	1.1	0.5	2.7	1.9	0.4	0.4
TOTAAL	4.5	17.6	3.7	27.8	4.7	35.9	23.4	1.9	7.0

Instroom van cadmium naar het grondwater per deelgebied (kg Cd/jaar)

	INSTROOM GRONDWATER								
	Alblass	Brielse	Goeree O	Groote W	Krimpen	Rijnl	Schie-	vijfheer	IJsselm
kunstmest	1.7	8.9	21.1	25.1	0.9	20.0	35.7	1.9	5.6
dierlijke mest	0.3	1.7	0.9	1.2	5.6	14.1	8.5	4.6	0.3
compost	0	0	0	0	0	0	0	0	0
awzi/zuiveringsslib	1.4	1.1	0.4	0.3	0.9	0	4.2	0.1	1.2
lozing huish. afvalwater	0	0	0	0	0	0	0	0	0
vvi/huishoudelijk afval	0	32.4	0	41.9	0	16.1	13.3	0	12.1
industrie	10.8	83.1	0	0	0	0	5.0	0	0.9
afspoeling stortplaatsen	0	0	0	0	0	0	0	0	0
baggerspecie	0	0	0	0	0	0	0	0	0
landbouwprodukten	0	0	0	0	0	0	0	0	0
afval elektriciteitscentr.	0	0	0	0	0	0	0	0	0
verkeer/scheepvaart	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	4.7	6.5	1.9	1.9
corrosie zinkprodukten	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	0.4	0.4
inlaat/uitmalen opp.water	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lozing awzi op boezem	0	0	0	0	0	0	0	0	0
natte achtergronddepositie	8.5	7.3	7.1	7.8	6.0	21.2	27.3	4.0	6.2
droge achtergronddepositie	4.9	3.6	4.1	6.0	2.7	14.5	10.1	2.2	2.2
TOTAAL	37.2	140.4	35.9	84.5	18.5	91.0	111.4	15.0	30.8

BIJLAGE 8: Baggerspecie in Nederland en Zuid-Holland

BIJLAGE 8: BAGGERSPECIE IN NEDERLAND EN ZUID HOLLAND

De voor Nederland relevante baggerspecielokaties zijn
1. de Rijnmond: havens en vaargeulen Nieuwe Waterweg
2. Haringvliet en Hollands Diep
3. de havens van IJmuiden en het Noordzeekanaal
4. de havens en vaargeulen van de Westerschelde
5. de havens van Antwerpen.

Vanzelfsprekend zijn er nog meer lokaties waar baggerwerkzaamheden worden verricht. Het gaat hier echter om relatief kleine hoeveelheden.

Ad 1 en 2. Verreweg het grootste gedeelte van de Nederlandse baggerspecie is afkomstig uit de Rijnmond. Volgens de DCMR (jaarverslag 1985) is er in 1985 23 miljoen ton specie opgebaggerd. Daarvan is 13 miljoen ton specie van klasse I en wordt in zee gestort; 10 miljoen ton is klasse II/III specie waarvoor in 1985 een opslag bestond op de Maasvlakte (de Slufterdam was op dat moment nog niet in gebruik). Klasse 4-specie is in 1985 niet opgebaggerd (mond. med. Nijssen, gemeente Rotterdam): deze baggerwerkzaamheden zijn opgeschort tot de gereedkomst van de Papegaaiebek, de stortlokatie op de Maasvlakte voor klasse 4-specie.

Voor de hoeveelheid cadmium die in baggerspecie wordt opgebaggerd bestaan verschillende schattingen, die nogal uiteenlopen. In tabel 1 zijn schattingen zoals die in het Basisdocument Cadmium en door DBW gemaakt zijn weergegeven.

	Basisdocument	Dienst Binnenwateren
Baggerspecie	10,7	5,3[1]
Cadmiumgehalte mg/kg d.s.	0,8 (klasse 1)	
	5 (klasse II en III)	7,1(id.)
Totaal (ton cadmium)	19,5[2]	37[1]

Deze schattingen lopen behoorlijk uit elkaar als gevolg van onzekerheden in de berekeningen en mogelijk als gevolg van verkeerde aannamen. In dit rapport is een eigen berekening uitgevoerd die gebaseerd is op de aanname dat alles wat in het Rijnmondgebied bezinkt ook weer wordt opgebaggerd. Gezien de frekwente baggeractiviteiten zal deze aanname niet erg ver afwijken van de werkelijke situatie (mondelinge mededeling DCMR). De bezinking in het Rijnmondgebied bedroeg in 1985 18,9 ton.

---

1 Het gaat hier alleen om klasse II, III en 4-specie; klasse I specie wordt buiten beschouwing gelaten. De Basisdocumentcijfers zijn wel inclusief klasse I specie. Hoeveelheid: $10{,}2 \times 10^6$ m^3 klasse 2,3 en 4 baggerspecie; dichtheid 1,160 kg/m^3; droge stofgehalte 44,6% (mondelinge mededeling A. Sheaeffer, DBW)

2 Exclusief 0,3 ton cadmium in baggerspecie uit het Haringvliet.

Voor het Haringvliet en Hollands Diep is aangenomen, dat vrijwel alle bezinking blijft liggen. Volgens DCMR is in 1985 $0{,}3.10^6$ ton slib opgebaggerd, bij een Cd-gehalte van 1,25 mg/kg is dat 375 kg ofwel 0,4 ton Cd. Voor Zuid Holland komen we dan op een totaal van 19,3 ton cadmium dat met slib wordt opgebaggerd. Dit getal komt redelijk overeen met de hoeveelheid die in het Basisdocument is berekend (totaal 19,8 ton uit Nieuwe Waterweg en Haringvliet).

Bij een dergelijke aanname is de verdeling van de bestemming van het slib niet duidelijk, omdat niet kan worden afgeleid wat klasse I slib is en wat niet. Volgens DCMR (jaarverslag 1985) bedroeg de hoeveelheid opgebaggerde klasse 1 specie in 1985 13×10^6 ton. Het cadmiumgehalte van de klasse 1 specie bedroeg volgens het Basisdocument cadmium 0,8 mg/kg droge stof. Dit komt ongeveer overeen met 0,4 g/m^3 natte specie. De afvoer van cadmium naar de Noordzee via klasse 1 specie zal dus ongeveer 5,2 ton hebben bedragen. De rest, 14,1 ton, wordt dan met het klasse II/III slib op het land gestort.

Ad 3. Voor het havengebied van IJmuiden wordt voor 1980 door Olsthoorn en Thomas (1985) een schatting gemaakt van 4,4 ton Cd dat met slib wordt opgebaggerd. Hiervan werd 4,0 ton in zee gestort en 0,4 ton op landlokaties geborgen. Voor 1985 zijn deze zelfde getallen aangehouden.

Ad 4. In het Westerscheldegebied wordt het uit havens en vaargeuelen opgebaggerd slib weer op andere plaatsen in de Westerschelde gestort. Netto gezien is er daarmee geen sprake van ontrekking aan de waterbodem.

Ad 5. In de Westerschelde wordt een hoeveelheid van 4 ton Cd met slib uit de Antwerpse havens gestort. In termen van het stroomschema is hier dus sprake van een instroom via de economie die in zijn geheel een emissie naar waterbodem wordt.

Afgezien van dit Antwerps slib ziet de baggerspeciebalans er dan als volgt uit:

	ton cadmium in specie	naar Noordzee	stort op land
-Rijnmond en Haringvliet	19,3	5,2	14,1
-IJmuiden	4,4	4,0	0,4
TOTAAL	23,7	9,2	14,5

BIJLAGE 9: Gebruik en verbruik van cadmium in Nederland

BIJLAGE 9: GEBRUIK EN VERBRUIK VAN CADMIUM IN NEDERLAND

Toepassing van cadmium in produkten

De meest recente gegevens betreffende de toepassing van cadmium in produkten zijn voor 1984. Het gaat hier om Cd-toepassing op wereldschaal (HGA,1987). Uit een vergelijking van deze cijfers voor 1984 met die voor 1980 blijkt er een sterke toename van het Cd- gebruik in Ni/Cd-batterijen, voor de overige toepassingsgebieden valt er een daling waar te nemen.(zie tabel 1) In hoeverre deze verschuiving in het cadmiumgebruik ook voor Nederland van toepassing is zal hier onder worden nagegaan.

tabel 1 Toepassing van cadmium op wereldschaal naar toepassingsgebied.

toepassingsgebied	wereld 1980 ton	(%)	1984 ton	(%)
Ni/Cd-batterijen en akku's	2490	(15)	6600	(37)
pigmenten	4120	(25)	3920	(22)
stabilisatoren	2490	(15)	2140	(12)
cadmeren	5470	(33)	3920	(22)
legeringen	1330	(8)	710	(4)
overig	660	(4)	530	(3)
totaal	16560		17820	

Nikkel/Cadmium-batterijen en -akku's

De toepassing in batterijen en akku's van cadmium op wereldschaal blijkt tussen 1980 en 1984 met 165 % te zijn toegenomen. Er worden twee belangrijke typen onderscheiden, de open akku's, deze vinden vooral toepassing op industriële schaal en de gesloten, gasdichte oplaadbare batterijen. In 1980 werd de verdeling van de Cd-toepassing over de beide typen geschat op 35% gesloten batterijen en 65 % open akku's. De Nefibat (1987) vermeldt voor 1985 op europese schaal eenzelfde verhouding. De toename blijkt dus voor beide typen te gelden.

Voor Nederland zou dit een Cd-gebruik ter omvang van 292 ton in akku's en batterijen betekenen. Dit komt volledig op rekening van de import, in Nederland zijn geen producenten van batterijen en akku's. Een gedeelte van de geïmporteerde batterijen worden door fabrikanten ingebouwd in oplaadbare elektronische apparatuur zoals scheerapparaten, rekenmachines en huishoudelijke en hobby-apparatuur en vervolgens geëxporteerd. Met de import van deze apparaten zullen ook vele batterijen geïmporteerd worden. De hoeveelheden die hiermee gemoeid zijn zijn onbekend, hier is aangenomen dat de import en export elkaar kompenseren. Op europese schaal zijn 75% van de oplaadbare batterijen ingebouwd en is 25% voor de losse verkoop (Nefibat,1987), voor Nederland kunnen globaal dezelfde vehoudingen aangehouden worden (Struik/Battrex, pers. med.)

Volgens de handelsstatistiek (CBS, 1985) werden in 1985 9,1 mln gesloten Ni/Cd-baterijen ingevoerd en 1,8 mln uitgevoerd, een netto import van 7,5 mln. Van de open Ni/Cd-akku's werden er 278 duizend ingevoerd en 128 duizend uitgevoerd, een netto invoer van 150 duizend stuks. Op basis van een gemiddeld Cd-gehalte van 6-7 gram per dichte batterij (Struik/Battrex, pers. med.) betekent dit een netto invoer van 45-53 ton Cd in de oplaadbare batterijen. De Nefibat houdt een gemiddeld gehalte van 4-5 gram Cd per batterij aan, hetgeen neerkomt op een hoeveelhied cadmium in oplaadbare batterijen van 30-38 ton. Voor de open Ni/Cd-akku's ligt de zaak onduidelijker, een schatting van de Cd- vracht hierin kan gemaakt worden op basis van het aandeel van ca.65% in de totale Cd-toepassing, dat komt dan uit op 55-98 ton Cd in deze typen akku's. Het totale Cd-gebruik in Ni/Cd-akku's en batterijen bedraagt dan 85-151 ton. Dit is aanzienlijk minder dan de 292 ton Cd die volgt uit de internationale tendens (tabel 1).

Als hier te gebruiken schatting zal 125 ton worden aangehouden (op basis van 6 g Cd per batterij), met de aantekening dat dit mogelijk hoger kan zijn door netto-invoer in oplaadbare elektrische apparatuur.

Tabel 2 Gebruik en verbruik van cadmium in Ni/Cd-batterijen en akku's in 1985 (ton Cd)

Produktie	0
Invoer batterijen	55
Invoer akku's	150
Gebruik	205
Uitvoer batterijen	- 11
Uitvoer akku's	- 69
Invoer ingebouwd	pm
Uitvoer ingebouwd	- pm
Verbruik	125

Naar algemeen aangenomen wordt, worden de Ni/Cd-akku's voor vrijwel 100% gerecupereerd, vooral de nikkel-recuperatie is financieel aantrekkelijk, maar door het stijgen van de cadmiumprijs (door sterk toegenomen toepassing in batterijen) wordt ook de cadmiumrecuperatie aantrekkelijk (Bäring,?).

De oplaadbare batterijen in elektrische apparatuur zijn in de meeste gevallen niet verwisselbaar, zij komen met het apparaat in het afvalstadium. De meeste kleine apparaten worden bij het huisvuil gevoegd. De verwisselbare batterijen worden ook bij het huisvuil gevoegd of kunnen via batterij-inzamelsystemen ingezameld worden. Het aandeel van alle batterijen in zakkenvuil is slechts 1%. Anno 1985 zullen daarbij nog weinig Ni/Cd- batterijen gezeten hebben gezien de gemiddelde levensduur van 7 jaar. Volgens opgave van Battrex, een batterij inzamelbedrijf, is het aandeel Ni/Cd-batterijen ook nu nog verwaarlossbaar. Wel worden al

steeds vaker grotere partijen door grootgebruikers aangeboden. De verwerking van de batterijen vindt plaats in Zweden, Frankrijk of Japan, de hoeveelheden waar het om gaat zijn niet bekend.

Battrex houdt er rekening mee dat op den duur een hoeveelheid Cd van 50 ton/jr met de dichte batterijen vrijkomt, waarvan 10-15 ton als losse batterijen. De Nefibat gaat uit van een hoeveelheid van 5 ton Cd in oplaadbare batterijen uit de losse verkoop die per jaar vrij gaat komen. De huidige hoeveelheid Cd in zakkenvuil is 16,1 ton. Bij het niet inzamelen van batterijen zal de hoeveelheid cadmium in zakkenvuil in de toekomst dus kunnen stijgen naar 21 - 30 ton.

Pigmenten

De toepassing van de cadmiumpigmenten vindt vrijwel volledig bij de kleuring van kunststoffen plaats. Van de grondstoffen bevatten PVC, polyetheen en polypropeen over het algemeen geen toevoegingen als pigmenten, polystyreen en ABS- plastic daarentegen wel. Van de kunststofprodukten bevatten voornamelijk klein-verpakkingsmaterialen van konsumentenprodukten pigmenten.

Cd-pigmenten worden niet meer in verf en inkt toegepast. Wellicht komt nog enig cadmium met verf (b.v. autolak en kunstenaarsverf) of met geverfde produkten (bv. auto's) het land in, het zal echter niet meer dan enkele tientallen kg betreffen.

Hetzelfde geld voor cadmium in glazuren. Ferro-Holland in Rotterdam verwerkt nog wel cadmium in glazuren (bij het bakken onstaat Cd-pigment) maar kan geen opgave over de omvang doen, die veel kleiner is dan bij de kunststoffen.

Het Cd-pigment gebruik en verbruik is dus afhankelijk van de kunststofproduktie en -verwerking en de im- en export van kunstof en -produkten.

Tabel 3 De produktie, in- en uitvoer en het verbruik van kunstoffen in 1985 (Kremers en Soons,1986)

(kton kunststof)	produktie	uitvoer	invoer	verbruik
PE, PP+ PVC	1418	1282	406	513
PS + ABS	304	277	101	101
totaal	1722	1559	507	614

Tabel 4 De Nederlandse in- en uitvoer van kunststofprodukten in 1985 (Kremers en Soons,1986)

(kton kunststof)	uitvoer	invoer
PVC produkten	91	55
PE produkten	61	125
dozen, potten, bakjes e.d.	18	30
flessen, flacons e.d.	15	20
totaal	185	230

Op basis van schattingen voor 1980 zou het Cd-pigment gehalte van kunststoffen exclusief PE, PP en PVC 70 - 100 mg Cd/kg bedragen (v. Vliet en Feenstra,1982).

Analyses van kunststofafval in huisvuil geven een gemiddeld Cd- gehalte van 53 mg Cd/kg aan, dit betreft dan Cd-pigmenten in voornamelijk verpakkingsmaterialen en flacons.

Op basis van 80 mgCd/kg in PS en ABS en de produktie en het verbruik van PS en ABS is het gebruik 24,3 ton Cd en het verbruik 8,1 ton Cd als Cd-pigment in kunststoffen.

Met de invoer van PS en ABS zou 8 ton Cd en met de uitvoer 22 ton Cd gemoeid zijn.

Met de invoer van kunststofprodukten (dozen, flessen e.d.) zou 2,7 ton Cd en met de uitvoer 1,8 ton Cd gemoeid zijn.

In Nederland werd 136 ton cadmiumpigmenten ingevoerd, dat bevat 60 ton Cd, de uitvoer was 34 ton Cd-pigment met 15 ton Cd, een netto invoer van 45 ton Cd.

In Nederland worden geen cadmiumpigmenten meer geproduceerd, het gebruik van Cd-pigmenten is dus gelijk aan de import, 60 ton Cd. Hiervan werd 24 ton Cd als pigment verwerkt bij de produktie van 304 kton PS en ABS, 15 ton Cd werd als pigment uitgevoerd, het restant van de pigment import, 21 ton Cd, zal dus bij de verwerking van kunststoffen tot produkt gebruikt zijn.

Op basis van internationale trend is een afname van 5 % van gebruik waarneembaar. Toegepast op Nederlands ge- en verbruik in 1980 van resp. 138 en 41 ton Cd (v. Vliet en Feenstra,1982),leidt dit tot een gebruik van 131 ton en een verbruik van 39 ton cadmium in stabilisatoren in 1985. Deze schatting van het verbruik komt redelijk overeen met de berekening op basis van de kunststoffen.

Tabel 5 Het gebruik en verbruik van cadmium als pigment in 1985 (ton Cd)

Invoer Cd-pigmenten	60
Produktie	0
Gebruik	60
Uitvoer Cd-pigmenten	- 15
Invoer in PS en ABS	8
Uitvoer in PS en ABS	- 22
Invoer in produkten	3
Uitvoer in produkten	- 2
Verbruik	32

Cadmium-stabilisatoren

Stabilisatoren worden voornamelijk aan PVC toegevoegd bij de verdere verwerking van de halffabrikaten tot produkten. Het gemiddeld Cd-gehalte bedraagt dan 800 mg/kg (v. Vliet en Feenstra,1982). In Nederland wordt 208 kton PVC verwerkt. In enkele PVC-produktgroepen worden Cd-stabilisatoren niet of nauwelijks toegepast. Buizen en fittingen (45% van het totale PVC gebruik) en hard en zacht folie (25%) worden meestal geproduceerd zonder toevoeging van Cd-stabilisatoren. De resterende 30% bevat mogelijk wel Cd-stabilisatoren, dat betekent maximaal 49,9 ton Cd gebruik bij verwerking PVC tot produkten.

De invoer van PVC-produkten bedroeg 54,5 kton en de uitvoer 90,3 kton (Kremers en Soons,1986). Aannemende dat zowel van de invoer als van de uitvoer maximaal 30% Cd-stabilisatoren bevat is de netto export als Cd-stabilisator in produkten maximaal 8,6 ton Cd (invoer: 13,1 ton, uitvoer: 21,7 ton).

In Nederland worden Cd-stabilisatoren geproduceerd door slechts één bedrijf, Haagen Chemie te Roermond, waardoor de produktie cijfers niet bekend gemaakt worden. De import is eveneens niet bekend. Voor een schatting van het verbruik kan uitgegaan worden van de de toepassing in PVC minus de netto export in PVC- produkten. Het gebruik wordt gedekt door de produktie en de import, wat niet verwerkt wordt , wordt onverwerkt geæxporteerd.
Het verbruik van Cd-stabilisatoren kan op grond van het PVC-verbruik geschat worden op maximaal 41 ton.

Op basis van internationale trend is een 14% afname van gebruik waarneembaar. Toegepast op Nederlands ge- en verbruik in 1980 van resp 117 ton en 23 ton cadmium in stabilisatoren (v Vliet en Feenstra,1982), leidt dit tot gebruik van 101 ton en een verbruik van 20 ton.

Deze twee schattingen lopen een faktor 2 uit elkaar. Volgens informatie van de producent was er een afname van het gebruik van Cd-stabilisatoren die de laatste tijd weer in een lichte stijging is omgebogen, hetgeen door de Amerikaanse markt veroorzaakt zou worden waar de acceptatie van cadmium veel groter is. Op basis hiervan wordt de voorkeur gegeven aan de lage schatting van 20 ton verbruik en een gebruik van 101 ton Cd als stabilisator.

Het percentage PVC dat Cd-stabilisatoren bevat zou dan 15% moeten bedragen. Dat betekent dat 25 ton Cd als stabilisator toegepast wordt bij de verwerking van PVC tot produkten, met de uitvoer van PVC produkten 10,8 ton Cd uitgevoerd wordt en met de invoer van PVC-produkten 6,5 ton ingevoerd.

Tabel 6 Het gebruik en verbruik van cadmium in stabilisatoren in 1985 (ton Cd)

Produktie	88
Invoer als stabilisator	13
Gebruik	101
Uitvoer als stabilisator	- 77
Invoer in PVC produkten	7
Uitvoer in PVC-produkten	- 11
Verbruik	88

Cadmium-legeringen

Recente gegevens over de produktie en toepassing van cadmiumlegeringen ontbreken. Daarom wordt het ge-en verbruik geschat op een halvering van het ge- en verbruik in 1980, analoog aan de internationale ontwikkelingen. Dat betekent een ge- en verbruik van 15 ton cadmium, waarvan 13 ton van importen afkomstig zou zijn aannemende dat daarvoor eveneens een halvering zou hebben plaatsgevonden.

Cadmeren

Corrosiebescherming van ijzer en staal vindt steeds minder plaats door het aanbrengen van een laagje cadmium. De alternatieven, met name alumineren, kunnen steeds beter voldoen aan dezelfde hoogwaardige korrosiebescherming als een laagje cadmium. De toepassing is echter nog niet geheel verdwenen doordat vooral in de vliegtuig-, elektronika- en optische sektor cadmiumcoating op grond van veiligheidsspecifikaties voorgeschreven zijn. Het ge- en verbruik kan daarom geraamd worden op 3 ton.

Overigen

Naast genoemde hoofdtoepassingen wordt cadmium nog gebruikt in een grote verscheidenheid aan produkten zoals halfgeleiders, fluorescentiepoeders, scintillatietellers, regelstaven voor kernreaktoren, lampen voor atomaire absorptiespectometrie, helium/cadmium-lasers, onderhoudsvrije loodakku's voor auto's, zilver/cadmium en kwik/cadmium akku's, papier van thermoprinters en fotografische materialen. Van deze toepassingen zijn geen kwantitatieve gegevens bekend. Wel is de laatste jaren een reduktie van cadmiumgebruik in fluorescentiepoeders voor beeldbuizen gerealiseerd, en is het gebruik in fotografische materialen beperkt tot zeer specifieke professionele doeleinden. Gelijk met de internationale trent kan ook hier een afname van 20% verondersteld worden, het 'overige cadmium'- verbruik zou dan minder dan 1 ton bedragen.

Gebruik en verbruik van cadmium in Nederland in 1985

Op basis van bovenstaande inventarisatie is de raming van het totale

cadmium ge- en verbruik in producten in Nederland als weergegeven in onderstaande tabel

tabel 7 Gebruik en verbruik van cadmium in produkten in Nederland in 1985.

toepassingsgebied	gebruik 10^3 kg	%	verbruik 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	

Deelbalansen

Enkele te onderscheiden deelbalansen van samenhangende cadmiumstromen zijn:
- metallisch cadmium
- cadmium in kunststoffen
- cadmium in fosfaaterts

Voor metallisch cadmium is de deelbalans:

Produktie ruw Cd	598 ton Cd	
Invoer ruw Cd	118	
Invoer bewerkt Cd	11	
Gebruik	727	
Uitvoer ruw Cd		569
Uitvoer bewerkt Cd		46
		615
Netto beschikbaar	112 ton ruw Cd	

Van de 112 ton ruw cadmium die beschikbaar is wordt maximaal 88 ton gebruikt om Cd-stabilisatoren te produceren (een gedeelte van de Cd-verbindingen voor deze produktie kan afkomstig zijn uit importen), 2 ton wordt verwerkt in legeringen zodat minimaal 22 ton als ruw cadmium voorraad geboekt moet worden.

Voor de deelbalans van cadmium in kunststoffen kan verwezen worden naar de cadmiumstromen van pigmenten en stabilisatoren die bij de vaststelling van het verbruik beschreven zijn.

De deelbalans van cadmium in fosfaaterts:

Invoer fosfaaterts	54,8	ton Cd	
Uitvoer fosfaaterts	1,2		
Beschikbaar fosfaaterts			53,6
Uitvoer fosfaat-mest (netto)	17,6		
Verbruik fosfaat-mest	7,6		
Polyfosfaat+fosfor	0,4		
Mengvoeders	2,0		
Emissie bij P-ertsverwerking	15,0	(afvalgips)	
	0,7	(lucht/water)	
	2,0	(opslag afval)	
	0,5	(gebruik afval)	
Totaal getraceerd			45,8
Restant			7,8

Uit bovenstaande blijkt dat niet al het cadmium uit het fosfaaterts getraceerd kan worden, het restant kan toegeschreven worden aan voorraad fosfaaterts.

Uit de deelbalansen komen twee voorraadposten naar voren van totaal 29,8 ton Cd. De overall benadering gaf een sluitende balans. Het verschil moet, naast de foutenmarges, verklaard worden uit een verbruik uit voorraad bij andere deelbalansen.

Ook op provinciaal nivo kunnen deelbalansen onderscheiden worden.
Voor metallisch cadmium is de deelbalans:

Invoer ruw cadmium	9.250	kg Cd
Invoer bewerkt cadmium	2.750	
Gebruik	12.000	
Uitvoer ruw cadmium	0	
Uitvoer bewerkt cadmium	11.500	
Netto beschikbaar	500	kg ruw Cd

De 500 kg ruw cadmium die beschikbaar is zou volledig verwerkt kunnen zijn in legeringen.

Voor de deelbalans van cadmium in kunststoffen kan weer verwezen worden naar inventarisatie van het verbruik van cadmium. De ophoping vindt alleen in produkten en materialen plaats, er is geen sprake van voorraad vorming van stabilisatoren en pigmenten.

De deelbalans van cadmium in fosfaaterts:

Netto invoer fosfaaterts	37200	kg Cd
Produktie mengvoeders	1500	
Netto uitvoer fosfaatmest	19600	
Verbruik fosfaatmest	610	
emissie afvalgips	15000	
	36700	
Voorraad	500	

BIJLAGE 10: Emissies naar het milieu van Zuid-Holland

BIJLAGE 10: EMISSIES NAAR HET MILIEU IN ZUID-HOLLAND

Afvalwaterzuiveringsinstallaties

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 technische jaarverslagen van de waterkwaliteitsbeheerders geven een gedetailleerd beeld van de cadmiumstromen door de awzi's. Op basis van de slibproduktie en het Cd-gehalte in het slib, is per awzi de Cd-vracht in het slib, influent en effluent berekend. Voor biologische afvalwaterzuiveringen is een zuiveringsrendement voor Cd genomen van 60% en voor mechanische installaties is 40% aangehouden, tenzij een afwijkend rendement opgegeven werd. In sommige gevallen waren gegevens bekend over de Cd-gehalten in influent en effluent, de Cd-balans bleek dan niet te kloppen, de resultaten op basis van de slibgegevens zijn in die gevallen aangehouden.

De totale slibproduktie 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 (tabel 2). Deze laatste is een export stroom voor Zuid-Holland. De verdeling naar waterkwaliteitsbeheerder en enige toelichting op de resultaten worden hieronder gegeven.

De bestemming van het geproduceerde slib staat in onderstaande tabel weergegeven.

tabel 1 Bestemming van het zuiveringsslib in Zuid-Holland in 1985

bestemming	slib ton DS	%	cadmium kg	%
landbouw	2500	6	7	1
landbouw + zw. grond	6100	15	24	5
zwarte grond/ kompost	6000	15	27	6
zw.grond(Rutte)	7600	19	48	10
storten	1100	3	3	1
Noordzee	12700	32	30	6
verbranden	4000	10	350	71
totaal	40000	100	489	100

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

De afzet naar landbouw en als zwarte grond wordt beschouwd als een diffuse emissie naar de bodem. Storten is een lokale emissie, er is vooralsnog aangenomen dat dit in Zuid-Holland gebeurd. De lozing van slib in de Noordzee door awzi Houtrust is een exportpost, evenals de afzet van zuiveringsslib in Rijnland naar het zwarte grond en komposteringsbedrijf Rutte in Noord-Holland. Het verbranden van slib geschiedt bij de vuilverbranding Dordrecht, de emissies daarbij zijn opgenomen in de totale emissie van deze vuilverbrandingsinstallatie.

tabel 2 Herkomst en verdeling van de Cd-stromen door de awzi's Zuid-Holland naar beheersgebied, 1985.

beheers-gebied	influent totaal		industrie		huishoudens		effluent		slib	
	kg	Cd	kg	Cd	kg	Cd	kg	Cd	kg	Cd
Delfland	152		13		50		100		49	
Schieland	9		0		5		4		5	
Rijnland	123		65		26		65		58	
Eilanden	902		449		50		529		374	
Woerden	5		0		2		2		3	
TOTAAL	1191		527		133		700		489	

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% .

Uit bovenstaande tabel blijkt verder 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 cadmiumemissiefaktor van 100 mg/i.e./jaar vastgesteld, dat betreft huishoudelijk afvalwater en regenwater. Ook met deze factor blijft nog van 34% de herkomst onverklaard.

tabel 3 Verdeling van emissies van Cd in effluent naar rijkswater en provinciaal water en emissies van Cd in slib naar bodem lokaal en diffuus.

beheers-gebied	water		bodem	
	provinciaal kg Cd	rijks kg Cd	lokaal kg Cd	diffuus kg Cd
Delfland	1	27	-	19
Schieland	1	3	3	2
Rijnland	65	-	-	10
Eilanden	6	523	-	24
Woerden	2	-	-	3
TOTAAL	75	553	3	58

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. Lokale berging van zuiveringsslib vindt zeer beperkt plaats. 58 kg cadmium werd diffuus verspreid voornamelijk op landbouwgrond door bemesting met awzi-slib maar ook middels zwarte grond en kompost bereiding en toepassing bijvoorbeeld bij groenvoorzieningen en sportvelden.

Hoogheemraadschap Delfland (technisch jaarverslag 1985)
Delfland heeft 5 awzi's, het gemiddelde Cd-gehalte in het influent is berekend op 1,3 mg/m^3, hetgeen relatief laag is. De Cd-vracht in het influent bedroeg 152 kg op een verontreinigingsvracht van 1,1 mln inwoner equivalent (i.e.). De gemiddelde Cd-lozing bedroeg dus 142 mg/i.e., vergeleken met de cadmium emissiefactor voor huishoudelijk afvalwater van 50 mg/i.e. blijkt dus een aanzienlijk deel van de Cd-vracht van de industrie of afspoeling afkomstig. Volgens de emissieregistratie werd 4 kg Cd door de industrie geloosd. Het hoogheemraadschap heeft in het kader van de vergunningverlening en heffingcontrole lozingen ter omvang van 13 kg Cd geregistreerd. Hiervan werd 3,5 kg door 14 metaal- en galvano bedrijven geloosd en 9,6 kg door 23 andere bedrijven (pers.med. Delfland).

Met het effluent werd 27 kg Cd op rijkswater geloosd (Nieuwe Waterweg), 1 kg op provinciaal water en 73 kg in de Noordzee.

Van de 49 kg Cd in het zuiveringsslib (16,7 kton d.s., gemiddeld Cd-gehalte 2,9 mg/kg) werd 18 kg Cd (3,9 ton d.s.) tot zwarte grond en kompost verwerkt en 30 kg Cd in de Noordzee geloosd (12,7 kton d.s.), minder dan 1 kg Cd (0,1 ton d.s.) werd naar de landbouw afgezet.

In de awzi Houtrust te Scheveningen worden de vaste stoffen uit het rioolwater afgescheiden door een eenvoudige bezinking. Zowel het effluent als het bezonken slib worden in de Noordzee geloosd. Hiermee werd 103 kg Cd geloosd. Deze posten zijn in de balansen als export opgenomen. In 1988

wordt een uitbreiding met een biologische zuivering gerealiseerd, waardoor meer cadmium in zuiveringsslib zal worden opgenomen.

Volgens een ruwe schatting werd er maximaal 15000 i.e. rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd, dat zou minder dan 1 kg Cd zijn.

Hoogheemraadschap Schieland (opgave Schieland)
Schieland is een klein hoogheemraadschap met in 1985 slechts 4 kleine en 2 middelgrote awzi's. De Cd-vracht in het influent bedroeg 9 kg. Hiervan werd 3 kg met effluent op rijkswater (Hollandse IJssel) geloosd en 1 kg op provinciaal water. In het zuiveringsslib, 1862 ton droge stof, kwam 5 kg Cd terecht. Hiervan werd 2 kg Cd naar de landbouw afgezet en 3 kg gestort.

Binnen Schieland zijn geen substantiële industriële cadmiumlozingen bekend. Op basis van de huishoudelijke inwoner equivalenten kan in het huishoudelijk afvalwater 4 kg Cd verwacht worden.

In de tweede helft van 1985 werd de awzi Kralingse Veer in gebruik genomen. Uit latere gegevens blijkt de Cd-belasting hiervan 35 kg Cd/jaar, deze hoeveelheid werd voorheen op het oppervlakte water geloosd (rijkswater) en is voor 1985 geboekt als een direkte lozing. De slibproduktie zal ca. 4400 ton /jaar bedragen waarin 20 kg Cd zit opgenomen. De emissie naar het oppervlaktewater is hierdoor dus afgenomen tot 15 kg/jaar.

Hoogheemraadschap Rijnland (technisch jaarverslag 1985)
Rijnland ligt gedeeltelijk in Noord-Holland, in Zuid-Holland heeft Rijnland 31 awzi's. Het influent bevatte 123 kg Cd, een gemiddeld gehalte van 2,1 mg/m^3. Van deze cadmiumvracht werd 90% geloosd op zes installaties. De totale vervuilingsbelasting bedroeg 0,7 mln i.e., waarvan 0,5 mln i.e. van huishoudens afkomstig waren. Met voor huishoudens een Cd-lozing van 50 mg/i.e. zou 26 kg Cd van de huishoudens afkomstig zijn en moet dus 97 kg Cd door de industrie geloosd zijn en met regenwater meegespoeld zijn. Volgens opgave van Rijnland komt 65 kg van deze lozing op rekening van een metaalbedrijf en is de lozing inmiddels aanzienlijk gereduceerd hetgeen de slibkwaliteit van Leiden-Zuidwest ten goede zal komen.

Het effluent van de awzi's, dat 65 kg Cd bevatte, werd vrijwel volledig op provinciaal water geloosd. De awzi's Leiden-Noord en Leiden Zuidwest moeten met resp. 25 en 15 kg Cd-lozing als grote puntbronnen aangemerkt worden.

Van het geproduceerde zuiveringsslib (11020 ton d.s., gemiddeld Cd-gehalte 5,3 mg/kg) werd 7620 ton afgezet naar een komposterings/zwarte grond bedrijf in Noord Holland (Rutte, Halfweg), dit is een exportpost van 48 kg cadmium. Daarnaast werd nog eens 1660 ton slib (6 kg Cd) tot zwarte grond verwerkt. Naar de landbouw werd 1560 ton slib (4 kg Cd) afgezet en naar de bollenteelt 190 ton slib (0,6 kg Cd). De totale Cd-vracht in het slib bedroeg 58 kg.

Hoge Cd-gehalten in het zuiveringsslib werden waargenomen bij de awzi's Leiden-Noord en -Zuidwest en Voorschoten. Voor Leiden-Noord kan dat zijn oorzaak hebben in de lozing van het koelwater van de vuilverbranding. Op de installatie Leiden-Zuidwest werd door een galvanisch bedrijf geloosd,

deze lozing is inmiddels aanzienlijk gereduceerd. Het slib uit de installatie in Voorschoten heeft een lange verblijftijd waardoor een grote kontaminatie kan plaatsvinden, bovendien werden tot 1987 zware metalen geloosd door een keramisch bedrijf.

De rechtstreekse lozing van ongezuiverd afvalwater bedroeg naar schatting 3 kg Cd (60000 i.e. niet op riool aangesloten).

Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden (techn. jaarverslag 1985)
Het zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden (HEW) omvat 54 zuiveringsinstallaties, veelal kleine installaties. De Cd-vracht in het influent bedroeg 902 kg, op een totale verontreinigingslast van 1,3 mln. i.e.. Hiervan was 1 mln i.e. afkomstig van huishoudens, hetgeen een Cd-vracht van 50 kg zou zijn. Door industrie en afspoeling werd dus 852 kg Cd aangevoerd.

De oorzaak voor deze hoge Cd-vracht moet gezocht worden bij de vuilverbranding Dordrecht (Gevudo), die het waswater van de rookgasreiniging op de awzi Dordrecht loost. Dit waswater bevat een aanzienlijke hoeveelheid cadmium, gegevens hierover lopen uiteen van 200 tot 450 kg/jr, mede doordat in de vuilverbranding het zuiveringsslib van de awzi verbrand wordt. Door deze praktijk heeft er een ophoping van cadmium in het zuiveringsslib plaatgevonden gezien de extreem hoge concentratie van 127 mg/kg.

Echter ook in het overige influent van de awzi Dordrecht werd een hoge Cd-concentratie waargenomen, 6 mg/m^3, dat zou ca. 60 kg Cd betekenen. Andere onderzoekingen komen tot ca. 15 kg Cd. Er is verder gerekend met de hoge Cd-vracht (zie: bijlage 15).

Uit opgave van het zuiveringsschap blijkt één grote industriële bron in Rotterdam-Noord bekend te zijn. Sinds 1987 loost dit keramisch bedrijf het afvalwater met ca. 30 kg Cd op de nieuwe zuiveringsinstallatie Dokhaven, daarvoor werd rechtstreeks op rijkswater geloosd. Tot medio '85 loosde een vestiging van het bedrijf in Maasdam eveneens cadmium, deze vestiging is inmiddels opgeheven.

Met het effluent werd in het zuiveringsschap 523 kg Cd op rijkswater geloosd (501 kg door Dordrecht) en 6 kg Cd op provinciaal water.

De slibproduktie bedroeg 10123 ton droge stof, waarin 374 kg Cd zat. Daarvan kwam 348 kg Cd voor rekening van awzi Dordrecht met een slibproduktie van 2740 ton droge stof. Het overige slib bevatte 26 kg Cd, een gemiddeld gehalte van 3,5 mg/kg. Naast het slib van Dordrecht werd nog ca 1300 ton verbrand zodat ca 4000 ton slib verbrand werd waarin ca 350 kg Cd zat. Het overige slib, ca. 6100 ton met ca 24 kg Cd werd afgezet naar de landbouw en als zwarte grond.

De rechtstreekse lozingen van huishoudens op provinciaal water (27000 i.e.) bedroegen naar schatting 1 kg Cd.

awzi Woerden (opgave prov. Zuid-Holland)
Deze afvalwaterzuiveringsinstallatie valt niet onder een van de schappen. In het influent zat 5 kg Cd, hiervan resteerde 2 kg in het effluent dat

op provinciaal water geloosd werd en 3 kg Cd kwam terecht in 460 ton d.s. slib, dat verwerkt werd tot zwarte grond.

Huishoudelijk afval en andere afvalstromen

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.

storten

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.

VAM-afvoer

Vanuit Zuid-Holland wordt het afval van Delft, Schiedam en Voorhout naar de VAM in Drente afgevoerd, dit betrof 130 kton, een Cd-vracht van 0,52 ton. Dit is een exportstroom uit de provincie.

vuilverbranding

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.

In 1983 is een uitgebreid meetprogramma uitgevoerd bij de Zuidhollandse vuilverbrandingsinstallaties in Den Haag, Dordrecht (Gevudo), Leiden, Rotterdam (Roteb) en Rozenburg (AVR).
Uit de resultaten van dat onderzoek zijn voor de vvi's emissiefaktoren voor cadmium af te leiden (WEV,1984). Met de in 1985 verbrandde hoeveelheden afval (Siemons,1987) kan de emissie naar de lucht berekend worden. De resultaten hiervan staan in onderstaande tabel.

tabel 4 Cadmiumemissies en reststoffen in 1985 van de vuilverbrandingsinstallaties in Zuid-Holland.

vvi	verbrand afval	cadmium		reststoffen	
		e.faktor	emissie	vliegas	slak
	kton	kg/kton	kg	kton	kton
Den Haag	273	0,5	137	6	8
Dordrecht	108	4	432	2	29
Leiden	83	2	166	*	31
Rotterdam	250	0,5	125	7	65
Rozenburg	834	0,4	334	27	220
TOTAAL	1548		1194	42	417

* inbegrepen in slakken

De Cd-emissie van de vvi's bedroeg 1,2 ton. Met de reststoffen vliegas en bodemslak vindt eveneens een potentiële emissie naar het milieu plaats.

Deze reststoffen worden ofwel direkt afgezet naar de wegenbouw of de bouwmaterialen sektor, ofwel tijdelijk op eigen terrein opgeslagen totdat er een bestemming voor is.

De cadmiumgehalten in deze reststoffen kunnen aanzienlijk variëren, afhankelijk van het cadmiumgehalte in het verbrandde afval en de vorm waarin cadmium daarin voorkomt, verder is het cadmium niet homogeen verdeeld. De range van cadmiumgehalten is daarom vrij breed. Uit de literatuur volgt voor slakken een globaal gehalte van 10 mg/kg (1-50 mg/kg), onderzoek in Nederland wijst op 7 mg/kg en voor de Zuidhollandse vvi's zijn gehalten van 1,5-7,3 gevonden. Voor vliegas volgt uit de literatuur een globaal gehalte van 140 mg/kg (10-300 mg/kg) en onderzoek in Nederland geeft een gemiddelde van 192 mg/kg. Het vliegas van de Zuidhollandse vvi's bevat 99-207 mgCd/kg (TAUW,1983).

Een berekening van de cadmium-vracht in de reststoffen per verbrandingsinstallatie leidt tot een Cd-vracht van 8,9 ton waarvan 6,9 in vliegassen en 2,0 ton in slakken. Uitgaande van het gemiddelde voor Nederland zou er 12 ton Cd in de reststoffen zitten, 9,2 ton in vliegassen en 2,8 ton in slakken. Volgens literatuurgegevens is Cd in vliegas voor 94% uitloogbaar, uitloogproeven met vliegas van de Nederlandse vvi's bleek echter minder dan 1% uitloogbaar (TAUW,1983), de uitloogbaarheid van slakken bleek 20% te zijn, terwijl uit de literatuur naar voren komt dat de uitloogbaarheid matig tot slecht is.

Uit balansberekeningen over de VVI's blijkt in de reststoffen steeds meer cadmium te zitten dan uit de aangenomen cadmiumvracht in het verbrandde afval verklaard kan worden. De konklusie 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.

AVR-Rozenburg
Voor de AVR is deze situatie het meest opmerkelijk. Volgens opgave van de AVR was het Cd-gehalte van de slakken 50 mg/kg en van het vliegas 340 mg/kg! Dit leidt tot Cd-vrachten van resp. 10,2 en 10,6 ton Cd, waarmee er 6 keer zoveel uitgaat dan erin. Op basis van de lagere Cd- gehalten uit het TAUW onderzoek (resp. 6,3 en 119 mg/kg) overtreft de uitgaande stroom de ingaande met ruim 50%. Hoewel de analyse resultaten van de AVR zeker betrouwbaar lijken (ook voor 1986 en 1987 worden vergelijkbaar hoge gehalten opgegeven) zou dat beteken dat de cadmiumvracht in het verbrandde afvalpakket zeer hoog moet zijn. Dat zou eventueel veroorzaakt kunnen worden door de 44 kton industrieel afval (niet chemisch) en de 19 kton verontreinigde grond. Gegevens over Cd-gehalten hierin zijn niet bekend.

De AVR stort het vliegas (ca. 30 kton/j) op een gecontroleerd stortterrein. De slakken (ca. 200 kton/j) worden op eigen terrein in deponie gehouden totdat er een bestemming voor is. In 1986 is ca. 600 kton slakken gebruikt in de windwal langs het Calandkanaal.

Gevudo-Dordrecht

De hoge Cd-emissiefaktor voor Dordrecht is te verklaren door het slechte afvangrendement voor vliegas van de natte gaswasser en door de verbranding van zuiveringsslib. In 1985 werd 4 kton slib verbrand met een Cd-inhoud van 350 kg, dit kwam vrijwel volledig voor rekening van 2,7 kton slib afkomstig van de afvalwaterzuiverings- installatie Dordrecht. Op deze awzi wordt het waswater van de gaswasser van de vuilverbranding geloosd, nadat het vliegas als vliegasslib bezonken is. Hierdoor wordt de awzi zwaar met cadmium belast dat voor 40 % (op basis van het overall rendement van deze awzi) in het slib komt. Dit slib wordt op zijn beurt weer verbrand in de vuilverbranding waar het voor meer dan 90% in de rookgassen komt waaruit het door de natte gaswasser wordt gewassen met een laag rendement van 60% . Door deze situatie wordt het cadmium dat via het riool op de awzi geloosd wordt en met het afval in de vvi komt gedeeltelijk opgehoopt in een tussen awzi en vvi rondlopend systeem van slib en waswater en gedeeltelijk geëmitterd naar lucht en water, hetgeen als netto resultaat sterk verhoogde emissies tot gevolg heeft, omdat er nauwelijks cadmium in vaste afvalstoffen (slib, slak, vliegas) onttrokken wordt (zie bijlage 15). Het vliegasslib wordt als chemisch afval afgevoerd, en de slakken worden op een eigen afvalstort gestort.

De slibverbrandingscapaciteit is in 1987 verhoogd tot 7,5 kton droge stof per jaar waardoor meer slib van awzi's uit de regio verbrand kan worden. Met de huidige rookgasreiniging zal dit een verhoogde belasting van de awzi met cadmium tot gevolg hebben waardoor ophoping in het slib en emissies naar water en lucht toenemen. Eind 1988 wordt begonnen met de installatie van een nieuw gaswassingssysteem en een verbeterde voorzuivering van het waswater. Hierdoor zal de luchtemissie van de vuilverbranding afnemen doordat er meer vliegas afgevangen wordt. De belasting van de awzi zal eveneens verminderen doordat meer vliegas als vliegasslib afgescheiden gaat worden.

VVI-Leiden

In Leiden wordt het rendement van de elektrostatische vliegasfilters negatief beïnvloed door de natte koeling van de afgassen. Volgens opgave van de vuilverbranding bedraagt de huidige cadmiumemissie ca. 60 kg/j door rendementsverbeteringen van de elektrofilters. De slakken en vliegassen worden afgezet naar de wegenbouw.

VVI-Den Haag

De vuilverbranding Den Haag zet de slakken af naar de wegenbouw en de vliegassen worden afgevoerd voor opslag en voor toepassing als toeslagstof in bakstenen.

Industriële emissies en afvalstoffen

In onderstaand overzicht staan de industriële emissies naar lucht, water en bodem samengevat. In de kolom staan alleen afvalstoffen met de bestemming, emissies naar bodem komen officieel niet voor.

tabel 5 Industriële emissies naar lucht, water en bodem en afvalstoffen in Zuid-Holland per emissiebron in 1985.

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

fosforzuurproduktie
De cadmiumlozing door de fosforzuurproducenten Windmill te Vlaardingen en DSM (voorheen UKF, nu Kemira) 15 ton per jaar. Beide bedrijven lozen op de Nieuwe Waterweg (rijkswater). De emissie is afhankelijk van de verwerkte hoeveelheid fosfaaterts en het gehalte daarin. Op dit moment zou de emissie van Windmill 12 ton/jaar en van DSM 2,2 ton/jaar. Per 1 juli 1988 zouden de lozingen per bedrijf nog slechts 1,8 ton cadmium mogen bedragen. Om dat te realiseren zou er een opslag van gips op land gecreëerd moeten worden, met name voor Windmill; opslag in de Slufterdam wordt ongewenst geacht. In 1994 zou de emissie nog verder gereduceerd moeten zijn (2 x 0,6 ton Cd) door invoering van een nieuw fosforzuurproces. Hierbij komt zowel in het gips als in het fosforzuur minder cadmium terecht, het wordt dan geconcentreerd in een kleine (chemisch) afvalstroom waarin dan zo'n 14 ton Cd zit. Deze hoeveelheid kan (bij behoud van produktie) alleen teruggebracht worden door cadmium-arme fosfaatertsen te gebruiken, deze zijn echter slecht beschikbaar.

overslag fosfaaterts
Daar het grootste deel van de fosfaaterts bij Windmill en DSM verwerkt wordt, kan aangenomen worden dat van de luchtemissie bij overslag zeker 45 kg Cd in Zuid-Holland plaatsvindt.

elektrostaalproces
Elektrostaal wordt gemaakt bij Nedstaal te Alblasserdam. De luchtemissie met ovenstof bedraagt 110 kg Cd. In het afgevangen ovenstof zat 510 kg Cd, dit werd in Frankrijk gestort. Het huidige stofafvangrendement is vergroot tot 92 % door centrale afzuiging van de lucht in de fabriekshal. De luchtemissie is daarmee teruggebracht tot 60 kg Cd, de vaste afvalstroom is daardoor met 50 kg Cd toegenomen (Nedstaal, pers.med.).

olieraffinage
De landelijke luchtemissie bij olieraffinage werd geschat op 840 kg Cd. Deze zou vrijwel volledig in Zuid-Holland plaatsvinden omdat in het

Rijnmondgebied vrijwel de volledige raffinage capaciteit van Nederland opgesteld staat. De Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond maakte voor 1981 een emissie-schatting van 0,5 - 6 ton Cd/jaar op basis van emissie-koncentraties van 0,4 - 5 ppm (DCMR, pers.med). Het stookolieverbruik ligt nog steeds omstreeks 1200 kton/jaar, zodat de schatting van 840 kg luchtemissie aan de lage kant kan zijn.

Verbrandingsresiduën met naar schatting 500 kg cadmium (Ros en Sloof,-1987) worden over het algemeen geëxporteerd naar het buitenland (o.a. Frankrijk) om daar gestort te worden (Badger,1985).

metaalprodukten- en elektro-industrie
De geregistreerde luchtemissie in Zuid-Holland door deze bedrijfstak bedraagt 23 kg. De wateremissies vonden voornamelijk op het riool plaats, in totaal 70 kg cadmium, waarvan 65 kg op naam van een metaalbewerkings-bedrijf kwam (Rijnland,pers.med.). Van de lozing op het riool zal 40 % door de awzi's geloosd worden, deze emissie naar het milieu is opgenomen in de awzi emissies. Rechtstreekse lozingen op het oppervlakte water bedroegen 3 kg, waarvan 2 kg op provinciaal water in Delfland.
De hoeveelheid Cd in afvalstoffen (hydroxide-slibs) kan naar rato van de wateremissie provinciaal/landelijk geschat worden, hetgeen op 200 kg Cd neerkomt. Aangenomen moet worden dat deze afvalstoffen naar het buiten-land werden afgevoerd wegens ontbreken van stortmogelijkheden in de provincie.

chemie en overige industrie
Voor deze categorie is de uitstoot 7 kg Cd voor de chemische industrie naast AVR-Chemie die ca. 3 kg cadmium uitstootte (AVR-chemie, pers.med.). Inmiddels is de capaciteit bij AVR-Chemie opgevoerd door uitbreiding met een extra verbrandingsoven. De rookgassen hiervan worden gewassen, waardoor er een wateremissie optreedt van ca. 1 kg/jaar en een luchtemis-sie van minder dan 3 kg/jaar (TAUW,1987).

Bij AVR-Chemie ontstaan slakken en vliegassen waarin, op basis van een lucht en wateremissie van slechts 1%, naar schatting 300 kg Cd is opgeno-men, deze stoffen worden in eerste instantie op het eigen terrein opge-slagen.

Gegevens omtrent wateremissies betreffen 1 kg directe lozing voor de chemische, 25 kg door een titaandioxide producent (Rijkswaterstaat,1984) en 30 kg door een keramisch bedrijf, deze lozing vindt inmiddels plaats op de awzi Dokhaven (ZHEW, pers.med.). Delfland maakt melding van 10 kg Cd-lozingen op het riool door 23 bedrijven (Delfland, pers.med.).

Diffuse bronnen

De landelijke emissies door korrosie 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 luchtemissie) omdat de meeste en intensiefst bevaren vaarwegen in Zuid-Holand liggen.
De directe lozingen op het oppervlaktewater zijn op 40 kg cadmium geraamd op basis van gegevens van de waterkwaliteitsbeheerders.

BIJLAGE 11: Cadmium in dierlijke produkten

BIJLAGE 11. CADMIUM IN DIERLIJKE PRODUKTEN

De wat betreft hoeveelheden belangrijkste dierlijke produkten zijn: melk, vlees, vis en eieren.

De melkproduktie voor 1985 bedroeg 12.10^9 kg melk[1]; het (gemiddeld) Cd-gehalte 0,015 mg/kg[2]. Daarmee komt de totale hoeveelheid cadmium die met melk aan het milieu wordt onttrokken op:
$12.10^9 * 0{,}015 * 10^{-6}$ = **180 kg** Cd.

Voor vlees is de produktiehoeveelheid in 1985 2.10^9 kg[1] geweest, en het Cd-gehalte 0,03 mg/kg[2]. (NB Voor bepaalde soorten vlees, met name lever en nier, is dat gehalte hoger. Hiermee is geen rekening gehouden.)
De Cd-onttrekking via vlees is dan
$2.10^9 * 0{,}03 * 10^{-6}$ = **60 kg** Cd.

Voor de onttrekking aan het Nederlandse milieu via vis is alleen de zoetwatervis relevant. De vangst in 1985 bedroeg $2{,}3.10^6$ kg[1], het Cd-gehalte 0,01 mg/kg[2], zodat de Cd-onttrekking heeft bedragen
$2{,}3.10^6 * 0{,}01 * 10^{-6}$ = **0,023 kg** Cd,
een vergeleken met de voorgaande posten te verwaarlozen hoeveelheid.

De produktie van eieren tenslotte bedroeg in 1985 $0{,}5.10^9$ kg[1]. Een Cd-gehalte voor eieren is niet bekend. Een aanname is gemaakt van 0,01 mg/kg. De Cd-onttrekking via eieren zou dan worden:
$0{,}5.10^6 * 0{,}01 * 10^{-6}$ = **50 kg** Cd.

De totale onttrekking via dierlijke produkten komt dan uit op 290,023 kg, ofwel 0,3 ton cadmium. Onderstaande tabel vat dit nogmaals samen.

Tabel 1 Onttrekking van cadmium aan het Nederlandse milieu via dierlijke produkten in 1985.

	produktie kg/j	Cd-gehalte mg/kg	Cd-onttrekking kg/j
melk	12.10^9	0,015	180
vlees	2.10^9	0,030	60
vis	$2{,}3.10^6$	0,010	0,023
eieren	$0{,}5.10^9$	0,010	50
TOTAAL			290,023 (0,3 ton)

[1]CBS Statistisch Zakboek, 1986
[2]LAC jaarverslag 1985.

BIJLAGE 12: Cadmium in de mens

BIJLAGE 12: ACCUMULATIE VAN CADMIUM IN DE MENS

De gemiddelde mens in Nederland nuttigt dagelijks 25 µg cadmium[1]. Bij een inwonertal van 14 miljoen betekent dat voor het compartiment mens een dagelijkse inname van 127,75 kg Cd. Bij een retentie van 2%[2] betekent dit, dat er 2,56 kg/jaar achterblijft in de mens; de overige 125,19 kg belast het milieu via de awzi's.

Jaarlijks stervan 200.000 mensen. Bij een gemiddeld gewicht van 65 kg en een gemiddeld Cd-gehalte van 0,03 mg/kg lichaamsgewicht[3] betekent dat een toevoeging van 0,39 kg Cd aan het milieu via kerkhoven.

De netto accumulatie in de mens als compartiment bedraagt dan:

2,56 - 0,39 = 2,17 kg cadmium/jaar.

[1]Gewogen gemiddelde van de onderscheiden kategorieën, Basisdocument (1987).

[2]Aanname: retentie mens = retentie koe (Henkens, 1983)

[3]Aanname: Cd-gehalte mens = Cd-gehalte vee (LAC-jaarverslag, 1985)

BIJLAGE 13: Cadmiumgehalten in grondstoffen, produkten en afvalstoffen

BIJLAGE 13: CADMIUMGEHALTEN IN GRONDSTOFFEN, PRODUKTEN EN AFVALSTOFFEN

GRONDSTOFFEN		
zinkerts	1700 mg/kg	(basisdoc.)
ijzererts	0,15 mg/kg	(gem. aardkorst)
ruwe aardolie	0,15 mg/kg	(basisdoc.)
steenkool	0,15 mg/kg	(KEMA)
fosfaaterts	8-50 mg/kg	(Henkens,1983)
PRODUKTEN		
zink (elektrolytisch)	1 mg/kg	(basisdoc.)
cadmium	99,95%	(Cadmium Association)
Cd-pigmenten	44%	(idem)
Ni/Cd-batterijen	4 - 5 gram/stuk	(Nefibat)
	6 - 7 gram/stuk	(Battrex)
	6 gram/stuk	(gemiddeld)
Ni/Cd-accu's	360 - 630 gr/st	(afgeleid)
	540 gram/stuk	(gemiddeld)
(kunstmest)super-	60 - 100 mg/kgP205	(Henkens)
fosfaat	80 mg/kgP205	(gemiddeld)
(wasmiddel)polyfosfaat	2 mg/kgP205	(basisdoc.)
aardolieprodukten:		
stookolie	0,5 mg/kg	(basisdoc.)
zware stookolie	1,5 mg/kg	(basisdoc.)
sigaretten	1-2 microgr/sig.	(basisdoc.)
tabak	1-2 microgr/g	(afgeleid)
AFVALSTOFFEN		
schroot	3 mg/kg	(o.b.v. Nedstaal)

BIJLAGE 14: Sedimentatie en uitstroom van cadmium in Nederlandse oppervlaktewateren

BIJLAGE 14 SEDIMENTATIE EN UITSTROOM VAN CADMIUM IN OPPERVLAKTEWATEREN

A. Bezinking vanuit grensoverschrijdende instroom

De bezinking van cadmium als percentage van de instroom is afhankelijk van de hoedanigheid van het cadmium: opgelost, of gebonden aan zwevend slib.

Voor de instroom van cadmium via Rijn en Maas is de verdeling over opgelost of aan zwevend slib gebonden cadmium als volgt:

INSTROOM	ton Cd totaal	Cd aan zw.slib	opgelost Cd
Rijn	18,8[1]	12,4 (67%)[2]	6,4 (33%)[2]
Maas	3,7[1]	3,2 (87%)[3]	0,5 (13%)[3]
TOTAAL	22,5	15,6 (70%)	6,9 (30%)

[1]Zie tabel 2.6 bij § 2.2.2
[2]RIZA notanr. 86.21: Resultaten van het waterkwaliteitsonderzoek in de Rijn in Nederland, 1987
[3]Ontwerp Basisdocument Cadmium, 1987

Voor cadmium aan zwevend stof worden de volgende bezinkingspercentages gegeven[4], als percentage van de instroom van Cd aan zwevend slib:

Rijn/Maastakken	7%
Ketelmeer/IJsselmeer	10%
Holl.Diep?Haringvliet	33%
Nieuwe Maas/havens	42%

[4]Coordinatie Commissie Berging Baggerspecie: Verwerking van baggerspecie uit havens en vaarwegen van Zuid Holland, 1983.

Hieruit blijkt dat slechts 8% van de instroom ook uitstroomt in de Noordzee, ofwel 0,08 * 15,6 = 1,2 ton Cd. De overige 14,4 ton bezinkt:

Rijn/Maastakken	1,1 ton
IJsselmeer	1,5 ton
Holl.Diep/H.vliet	5,2 ton
Nwe Maas/havens	6,6 ton.

Voor cadmium in opgeloste vorm worden de volgende retentiepercentages genoemd:

Hollands Diep/Haringvliet:	58%[5]
Ketelmeer/IJsselmeer	80%[5]

[5]TNO/IB/WL/RIZA: Zware metalen in aquatische systemen; overzicht van het onderzoek en conclusies, 1984.

Aangenomen is, dat ook voor de Nieuwe Maas en de havengebieden een retentiepercentage van 58 geldt.

De Zuid Hollandse sedimentatiegebieden krijgen gezamelijk ca. 80% van de instroom te verwerken, IJsselmeer en Ketelmeer ca. 10% (V & W: De waterhuishouding van Nederland, 1987). De retentie in beide gebieden kan dan als volgt berekend worden:

Zuid Hollands sedimentatiegebied: 0.8 * 6,9 * 0,58 = 3,3 ton,
waarvan 1,4 ton in Holl.Diep/Haringvliet en 1,9 ton in het havengebied;
Ketelmeer/IJsselmeer: 0,1 * 6,9 * 0,80 = 0,6 ton.

De totale retentie van opgelost cadmium is daarmee 3,9 ton.
De uitstroom is dan 6,9 - 3,9 = 3,0 ton Cd.

De totale sedimentatie en uitstroom van ingestroomd cadmium kan dan als volgt berekend worden:

	aan zwevend slib		opgelost		TOTAAL
INSTROOM (ton Cd)		15,6		6,9	22,5
SEDIMENTATIE					
-IJsselmeer/Ketelmeer	1,5		0,6		2,3
-Holl.Diep Haringvliet	5,2		1,4		7,0
-Nwe Maas/Havens	6,6		1,9		9,0
TOTAAL		14,4		3,9	18,3
UITSTROOM		1,2		3,0	4,2.

De totale uitstroom bedraagt daarmee 18,7% van de instroom. Hiermee is gerekend in de spreadsheet waarmee de milieustromen van cadmium zijn gekwantificeerd.

Voor de instroom vanuit de Schelde is aangenomen, dat 10% ervan uitstroomt in de Noordzee en dus 90% bezinkt in de Westerschelde. Dit is in overeenstemming met de schatting van de Dienst Getijdewateren van RWS (notitie GWWS-87.663: Jaarvrachtberekeningen verontreinigende belastingen Westerschelde).

B. Bezinking vanuit lozingen op oppervlaktewateren

Bij gebrek aan gegevens zijn hiervoor de volgende aannamen gemaakt:

-lozingen vlak bij zeemondingen: 50% bezinking
50% uitstroom
-lozingen meer landinwaarts: 90% bezinking
10% uitstroom.

De categorie van de meer landinwaarts gedane lozingen bedraagt overigens bij elkaar minder dan 10% van het totaal.

BIJLAGE 15: Gevudo en zuiveringsslib

BIJLAGE 15: GEVUDO DORDRECHT EN ZUIVERINGSSLIB

Bij de Gevudo in Dordrecht vindt de verbranding van huisvuil en aanverwante afvalstoffen plaats in drie roosterovens. Verder wordt zuiveringsslib verbrand in een etage-oven die geplaatst is in het afvoerkanaal van de verbrandingsgassen van de roosterovens. De rookgassen worden gezuiverd door midddel van een natte gaswassing. Het waswater uit de gaswasser wordt voorgezuiverd in een bezinkbassin, waarmee vliegasslib uit het waswater wordt afgescheiden. Het aldus gezuiverde waswater wordt geloosd op de afvalwaterzuiveringsinstallatie (awzi) van Dordrecht (zie schema).

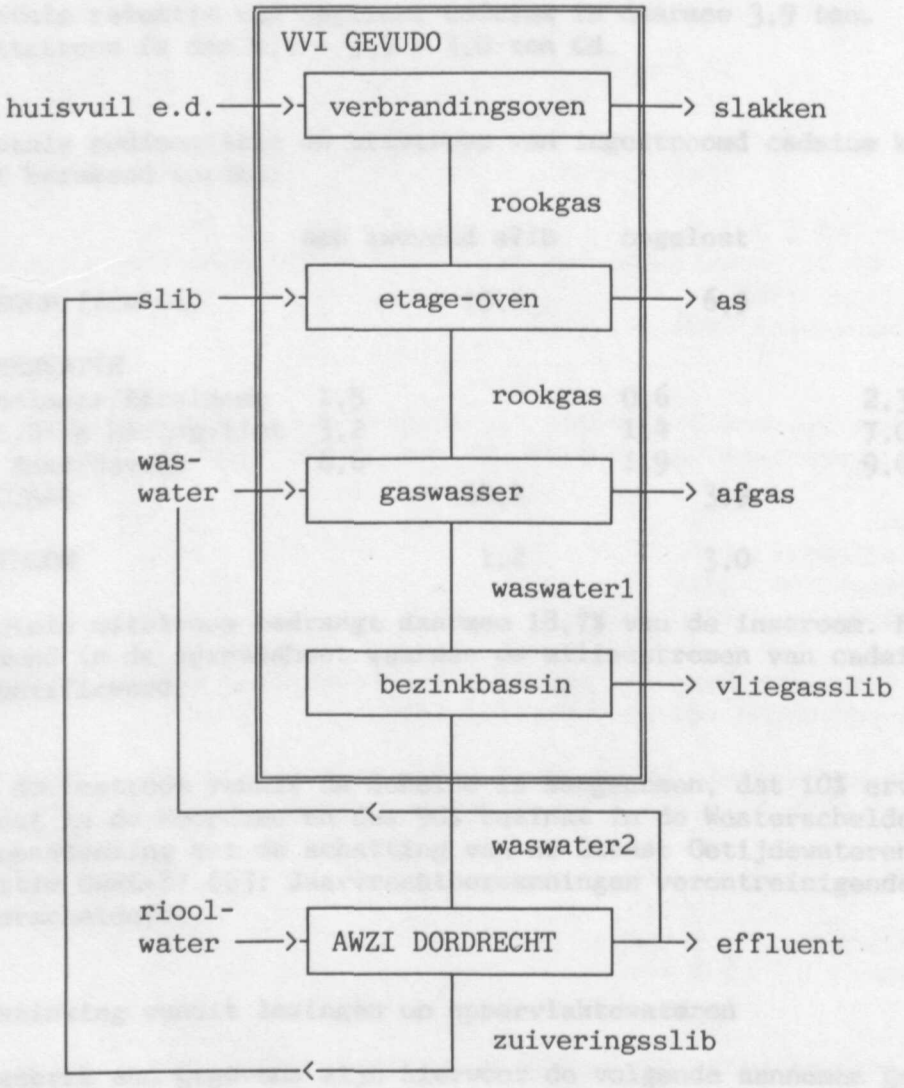


fig.1 processchema afvalwaterzuiveringsinstallatie Dordrecht en vuilverbrandingsinstallatie Gevudo.

Uit het processchema komt duidelijk naar voren dat er sprake is van een interne circulatie van cadmium in waswater en zuiveringsslib: cadmium in het waswater van de gaswasser komt gedeeltelijk in het zuiveringsslib dat

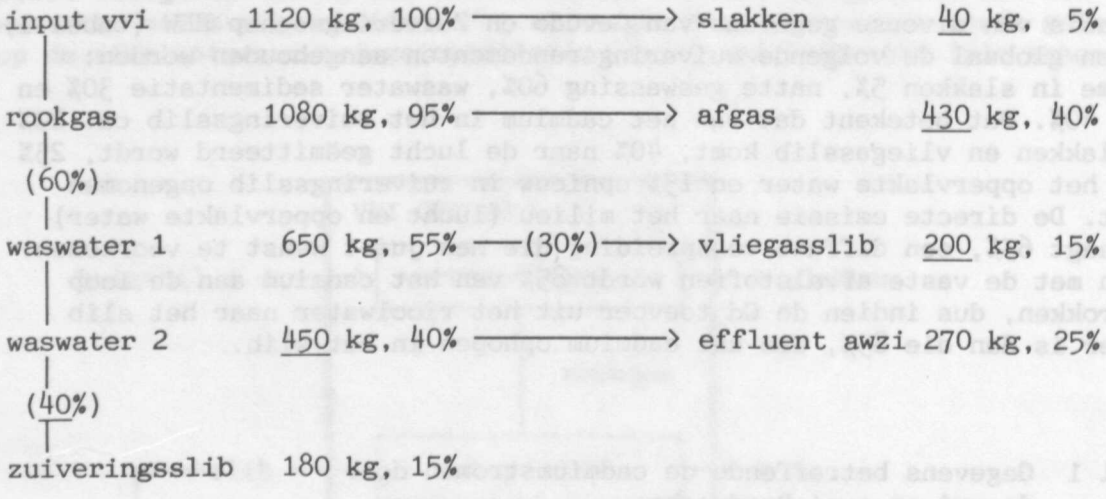
verbrand wordt waardoor weer een deel van het cadmium in het waswater komt. De externe input stromen zijn het rioolwater op de awzi en het huisvuil in de vuilverbrandings-installatie (vvi). De output stromen zijn zijn de verbrandingsslakken, het slib-as, het afgas, het vliegasslib en het effluent van de awzi. Afhankelijk van de input-output balans vindt er ophoping plaats in de Cd-loop, die met name zichtbaar wordt in de Cd-vracht in het zuiveringsslib.

Op basis van diverse gegevens van Gevudo en Zuiveringsschap HEW (tabel 1) kunnen globaal de volgende zuiveringsrendementen aangehouden worden: opname in slakken 5%, natte gaswassing 60%, waswater sedimentatie 30% en awzi 40%. Dat betekent dat van het cadmium in het zuiveringsslib ca. 20% in slakken en vliegasslib komt, 40% naar de lucht geëmitteerd wordt, 25% naar het oppervlakte water en 15% opnieuw in zuiveringsslib opgenomen wordt. De directe emissie naar het milieu (lucht en oppervlakte water) bedraagt 65%, een diffuse verspreiding die men juist wenst te voorkomen. Samen met de vaste afvalstoffen wordt 85% van het cadmium aan de loop onttrokken, dus indien de Cd toevoer uit het rioolwater naar het slib groter is dan die 85%, dan zal cadmium ophopen in het slib.

tabel 1 Gegevens betreffende de cadmiumstromen door de vvi en awzi Dordrecht.

stofstroom	kg Cd per jaar	gegevensjaar en -bron
huisvuil e.d.	430	[Cd]=4mg/kg (aanname)
		108 kton huisvuil (1985,Gevudo)
slakken	40	[Cd]=1,5mg/kg, 29,3 kton slakken (1985,Gevudo)
vliegasslib	200	[Cd]=90-100mg/kg, 1952 ton vliegasslib (1985,Gevudo)
afgas	430	(1982,WEV)
waswater	450	[Cd]=0,22mg/l, 300 m^3/u waswater (1984,Gevudo)
	210	(?,ZHEW)
zuiveringsslib	350	[Cd]=127mg/kg, 2740 ton zuiveringsslib (1985,ZHEW)
effluent	500	rendement awzi 40% (1985,ZHEW)
	24	(?,ZHEW)
rioolwater	400	balans awzi
	76	(1985,ZHEW)
	15	(?,ZHEW)

schema 1 Berekening massastromen Cd in vvi en awzi. De onderstreepte waarden zijn de uitgangsgegevens, de overige waarden zijn daaruit berekend.(de waarden tussen () zijn het rendement van de desbetreffende zuiveringsstap)



Bovenstaande is afgeleid uit gegevens die zoveel mogelijk betrekking hebbben op het jaar 1985. Dit jaar geldt echter niet voor elk gegeven. Bekend is reeds uit pogingen stofbalansen op te stellen over waterzuiveringsinstallaties, dat deze erg moeilijk kloppend te maken zijn. Er is namelijk een ruime tijdspanne tussen het moment dat stoffen de installatie inkomen en weer verlaten. Hetzelfde probleem doet zich voor bij vuilverbrandingsinstallaties. Hoewel de tijdspanne tussen input en output moment hier kleiner is dan bij awzi's, treedt hier het grootste probleem op bij de bepaling van de omvang van de cadmiumstromen. De bepaling van cadmium in het totale pakket verbrand afval wordt in het geheel niet uitgevoerd. Het in dit rapport aangenomen Cd-gehalte van 4 mg/kg is een aanname op grond van metingen aan huishoudelijk zakkenvuil en is een landelijk gemiddelde. De output met de slakken en vliegassen is wel gebaseerd op direkte metingen, maar met name de monstername is problematisch, zodat een grote spreiding in de resultaten kan optreden.

De instroom in de vvi (huisvuil + zuiveringlib bedraagt 780 kg Cd) blijkt uit bovenstaande berekening op basis van de uitstroom gegevens (1120 kg Cd) te laag te zijn. Dit is een algemeen voorkomend verschijnsel dat al bij de behandeling van de vuilverbrandingsinstallaties gesignaleerd werd. De aanname betreffende de Cd-vracht in huisvuil en verwante afvalstoffen blijkt niet te kloppen, wellicht dat een of meerdere cadmiumbronnen in het afval onbekend zijn.

Een ander punt van discussie is het zuiveringsrendement van de awzi. Volgens opgave van het zuiveringsschap is deze 40%, het is evenwel mogelijk dat het vliegasslib met een hoger rendenment verwijderd wordt.

Deze overwegingen nopen tot enige terughoudendheid betreffende de berekening van de verdelingspercentages over de diverse stromen. Uit het opstellen van massabalansen over de vvi, awzi en beide met de tot nu toe gebruikte gegevens en alternatieve gegevens, blijkt dat niet een set van gegevens tot een sluitende balans leidt.

		I	II	III
massabalans vvi				
IN : huisvuil + zuiveringsslib	=	780	780	780
UIT: afgas + slak + vliegasslib + waswater	=	1120	880	880
NETTO UIT:	=	340	100	100
massabalans awzi				
IN : rioolwater + waswater	=	850	850	260
UIT: effluent + zuiveringsslib	=	850	850	375
NETTO:	=	0	0	115
	(rioolwater is berekend uit balans!)			
massabalans vvi + awzi				
IN : huisvuil + rioolwater	=	830	1070	480
UIT: afgas + slak + vliegasslib + effluent	=	1170	1170	695
NETTO UIT:	=	340	100	215

De massabalans van de awzi klopt door de berekening van het effluent en influent uit het zuiveringsslib en het rendement. Metingen aan het rioolwater echter wijzen Cd-vrachten uit van 76 en 15 kg Cd (1985 resp. ?,ZHEW) en metingen aan het effluent komen tot 24 kg Cd daarin (?,ZHEW). Deze discrepantie is ontoelaatbaar groot, de massabalans zou daardoor een sterk instroom overschot gaan vertonen van 150 tot 90 kg Cd.

De gekombineerde massabalans vvi + awzi vertoont net als de vvi een uitstroom overschot dat minder wordt (190 tot 250 kg Cd) indien de alternatieve rioolwater en effluent vrachten genomen worden.

Een derde belangrijk verschil in de beschikbare gegevens betreft de waswaterlozing op de awzi. Volgens opgave van ZHEW bedraagt deze 210 kg cadmium (jaar onbekend). Dit heeft gevolgen voor de de berekening van de rendementen van de gaswassing en de sedimentatie van vliegasslib. Met dit gegeven zou het rendement van beide 50% zijn, doordat de hieruit berekende Cd-vracht in ongezuiverd rookgas lager is, verschilt de procentuele verdeling van de cadmiumvracht uit de vuil- en slibverbranding niet zoveel van de voorgaande. Naar slakken en vliegasslib gaat 25%, in het afgas komt 50%, met het effluent van de awzi wordt 15% geloosd en retour naar het zuiveringsslib gaat 10%. De Cd-balansen (II) op basis van een waswaterlozing van 210 kg Cd vertonen een kleiner overschot, maar de Cd-vracht in het rioolwater zou 640 kg Cd moeten bedragen , hetgeen onwaarschijnlijk hoog is.

Tenslotte kan gekeken worden naar de cadmiumverdeling en de massabalansen uitgaande van de lage influent (50 kg), effluent (25 kg) en waswater (210 kg) gegevens (III). Naar slakken en vliegas gaat dan 25%, in het afgas komt 40%, in het effluent zou nauwelijks iets van het cadmium uit het waswaterkomen, zodat 35% opnieuw in het zuiveringsslib terecht komt. Voor

de awzi vertoont de massabalans op basis van deze in- en uitstroomgegevens een uitstroom overschot van 115 kg Cd.

tabel 2 Rendementen en verdeling van cadmiumstromen uit awzi-slib voor de drie alternatieven.

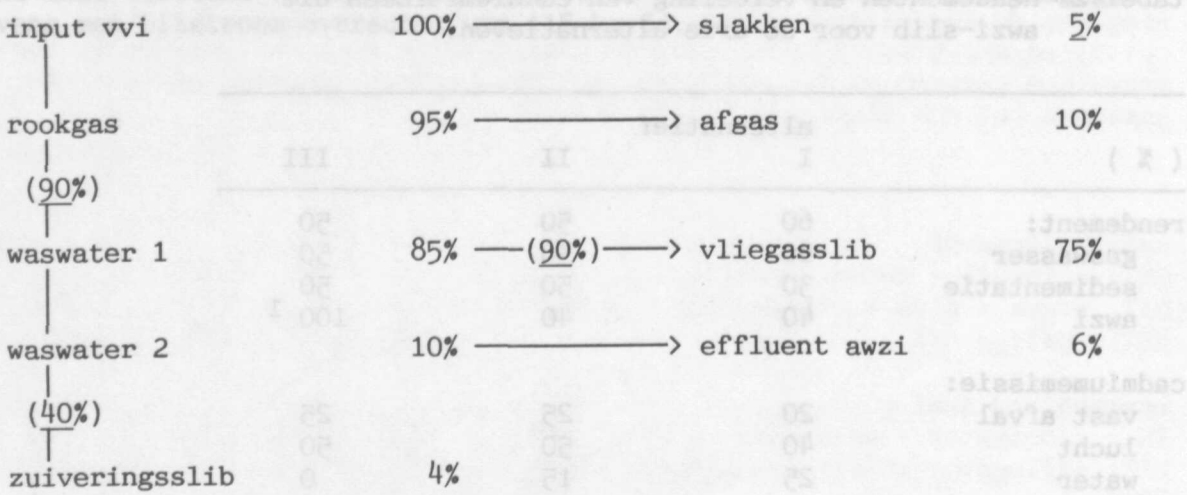
(%)	alternatief I	II	III
rendement:	60	50	50
gaswasser	60	50	50
sedimentatie	30	50	50
awzi	40	40	100 [1]
cadmiumemissie:			
vast afval	20	25	25
lucht	40	50	50
water	25	15	0
recirculatie	15	10	25

[1] t.a.v. Cd in het wawater.

Uit bovenstaande tabel blijkt in alle drie de alternatieven een zeer beduidende emissie naar lucht en water (50-65%) ,en daardoor diffuse verspreiding, van cadmium uit zuiveringsslib plaatsvindt. De concentrering in vaste afvalstoffen bedraagt slechts 20-25%. Voor de beoordeling van de milieuhygiënische implicaties van de slibverbranding is een keuze tussen de drie alternatieven niet van belang. De volledige ontlasting van het effluent in alternatief III lijkt echter niet reëel, als is het denkbaar dat door de grote verblijftijd in de bezinkbassins meer dan 40% van het vliegasslib bezinkt. Dat zou betekenen dat de retourstroom naar het slib groter wordt, hetgeen vooral gevolgen heeft voor de ophoping van Cd in het awzi-slib.

De slibverbranding bij Gevudo is daarom een zeer bezwaarlijke praktijk en een schoolvoorbeeld van "de wet van behoud van ellende" door middel van het verplaatsen van milieuvervuiling. Het verdient daarom ten sterkste aanbeveling dat de afgaszuivering verbeterd wordt. Hierbij dient niet alleen het rendement van de natte gaswasser vergroot te worden maar eveneens de sedimentatie van het vliegasslib uit het waswater.

Gevudo heeft inmiddels plannen ontwikkeld om verbeteringen aan te brengen. De gaswassing wordt vernieuwd waardoor aan de emissienormen voor stof voldaan kan worden. Geschat wordt dat het zuiveringsrendement voor cadmium hiermee op 80-90% komt. De sedimentatie zal verbeterd worden door middel van chemische flokkulatie, waardoor ook hiervan het zuiveringrendement 80-90% zal bedragen en de verdeling van het cadmium in het zuiveringslib zal globaal volgens onderstaand schema plaatvinden. De sanering begint eind 1988.



Door de zeer hoge cadmium koncentratie in het awzi-slib moet echter nog vele jaren rekening gehouden worden met verhoogde Cd-emissies naar water en lucht en in afvalstoffen. Door de verbeterde zuiveringsrendementen zal de Cd-vracht in de vaste afvalstoffen toenemen. Met name de verhoogde lucht- en wateremissies kunnen voorkomen worden door een éénmalige slibsanering uit te voeren.

Verdeling cadmiumstromen op basis van waswater 2 is 210 kg Cd:

input	880 kg, 100%	slakken	40 kg, 5%
rookgas	840 kg, 95%	afgas	430 kg, 50%
waswater 1	410 kg, 45%	vliegasslib	200 kg, 20%
waswater 2	210 kg, 25%	effluent	130 kg, 15%
zuiveringsslib	80 kg, 10%		

Verdeling Cd-stromen op basis van waswater 2 is 210, effluent is 25 en influent is 50 kg Cd:

input	880 kg,100%	slakken	40 kg, 5%
rookgas	840 kg, 95%	afgas	430 kg, 50%
waswater 1	410 kg, 45%	vliegasslib	200 kg, 20%
waswater 2	210 kg, 25%	effluent	0 kg, 0%
zuiveringsslib	210 kg, 25%		