Vermindering van afvalwater en afval bij galvanische bedrijven

Modelmatige aanpak maakt aanbevelingen voor vrachten mogelijk



DRS. J. P. M. ROS
Rijksinstituut voor
Volksgezondheid en
Milieuhygiëne



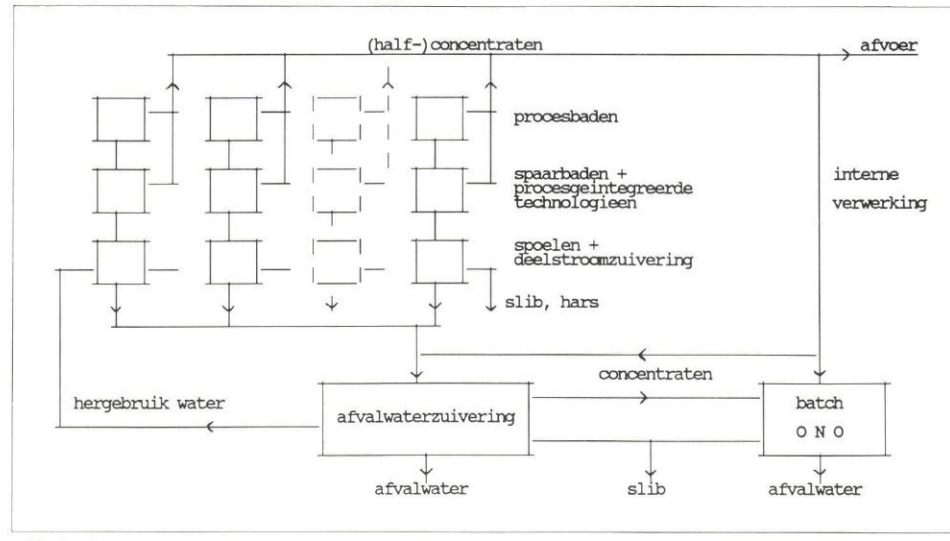
ING. J. VAN DER PLAAT
Rijksinstituut voor
Volksgezondheid en
Milieuhygiëne

Inleiding

Al jarenlang sleept de discussie over de invulling van de begrippen best uitvoerbare en beste bestaande technieken bij de galvanobranche zich voort. Bevredigende uitkomsten zijn er eigenlijk nog nooit gekomen of bleken snel achterhaald door nieuwe technieken. Bovendien was er altijd het struikelblok van het unieke karakter van elk bedrijf. Toch behoeft het feit, dat alle bedrijven specifieke kenmerken hebben niet de belemmering te vormen voor een invulling van met name het begrip best uitvoerbare technieken met een zekere algemene geldigheid.

Het RIVM heeft getracht voor deze invulling de basis te leggen met de ontwikkeling van een computermodel, waarmee voor willekeurig samengestelde modelbedrijven allerlei saneringsvarianten kunnen worden doorgerekend met als uitkomsten de restlozing van zware metalen, de hoeveelheid afval en de totale kosten.

Het model is ontwikkeld en operationeel en dit alleen al geeft aan, dat de basis van de milieuproblemen bij vrijwel alle galvanische bedrijven op identieke modelmatige wijze kan worden beschreven. De opzet is zelfs toepasbaar voor andere bedrijfstypen, met name met andere processen voor de oppervlaktebehandeling van metalen. In dit artikel wordt de opzet van het model nader toegelicht en worden tevens resulaten gepresenteerd voor groepen modelbedrijven. De programma's zijn geschreven in Pascal en het model draait bij het RIVM op een VAX-computer met als beheerssysteem UNIX.



Afb. 1 - Opzet model galvanisch bedrijf.

Opzet van het model

In afb. 1 is aangegeven, dat het hoofdprogramma eerst wordt gevormd met gegevens uit diverse databestandheden, alvorens het gaat rekenen en uitkomsten produceert. Het eerste databestand bevat de gegevens van het desbetreffende modelbedrijf, het tweede de gekozen saneringsvariant en het derde enkele algemene gegevens zoals spoelwaterkosten, de heffing, rendement van technieken en dergelijke.

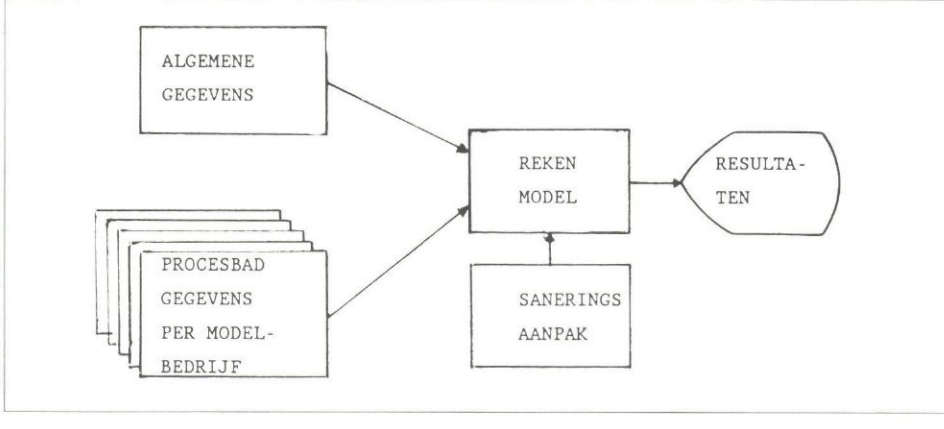
Een modelbedrijf moet men opgebouwd denken uit een serie van procesbaden. In zijn huidige vorm kan het model maximaal 24 procesbaden verwerken, inclusief voorbehandeling, zoals ontvetten en beitsen, en nabehandeling zoals passiveren.

Voor elk procesbad is het mogelijk afzonderlijk allerlei kenmerken vast te leggen. Bij de opbouw van een modelbedrijf dient men uiteraard wel rekening te houden met het feit, dat de meeste procesbaden niet op zich staan, maar dat er reeksen van behandelingsstappen zijn, waardoor bepaalde grootheden in relatie tot elkaar moeten staan. In tabel I zijn de procesbadparameters weergegeven.

Elke processtap kan in principe leiden tot verontreinigd spoelwater en/of verontreinigde concentraten. Er is dus één type bron voor zowel de verontreiniging met afvalwater als met afval. Dat deze ook sterk afhankelijk zijn van elkaar is eenvoudig te illustreren aan een procesbad, dat in die tijd verontreinigd raakt. Wanneer de oversleep, dat wil zeggen de hoeveelheid procesvloeistof, die met produkt uit het procesbad wordt gesleept, groot is, wordt het bad in feite regelmatig ververst, maar is de afvalwaterverontreiniging groot, omdat al die overgesleepte chemicaliën in het spoelwater terecht komen. Weet men de oversleep te beperken, dan zal het procesbad frequenter moeten worden ververst en dus de afvalstroom groter zijn. De verontreinigingen moeten immers ergens blijven.

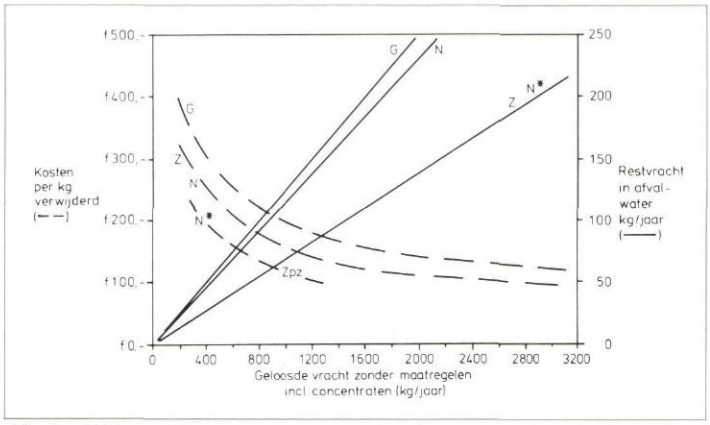
Gelukkig behoeven maatregelen in de

Afb. 2 - Schematisch overzicht van de werking van het rekenmodel.

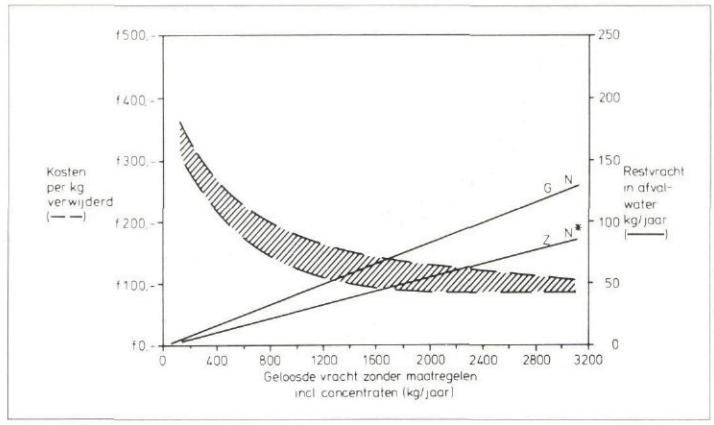


TABEL I – *Parameters, waarmee procesbaden in een modelbedrijf worden gekarakteriseerd.*

Parameter	Dimensie
Volume	l
Handmatig of geautomatiseerd bestuurd	
Oversleepdebiet	l/h
Verdampingsdebiet	l/h
Spoelwaterverdunningsfactor	
Aantal draai-uren	h/a
Afvoer concentraat uit procesbad	l/h
Afvoerkosten (half-)concentraten	Dfl/l
Morsverliezen	% van oversleepdebiet
Concentraties zware metalen/cyanide	g/l
Invoer verontreinigingen	g/h



Afb. 3 - ONO-continu.



Afb. 4 - ONO-continu met spaarbaden.

praktijk niet altijd in te houden het verschuiven van de problemen tussen afvalwater en afval. Er zijn ook diverse saneringsmogelijkheden om proceschemicaliën terug te winnen. De eindzuiveringssystemen voor afvalwater en concentraten behoren daar niet toe, omdat daarin de zware metalen slechts worden overgebracht van de waterige fase naar een slib. Procesgeïntegreerde maatregelen maken terugwinning wel mogelijk. Een aanpak gericht op het verminderen van zowel de afvalwaterverontreiniging als afval dient daarom procesgeïntegreerde maatregelen te omvatten.
In de titel van dit artikel wordt gesproken over de vermindering van afvalwater en afval.

TABEL II – *Mogelijke maatregelen en technieken.*

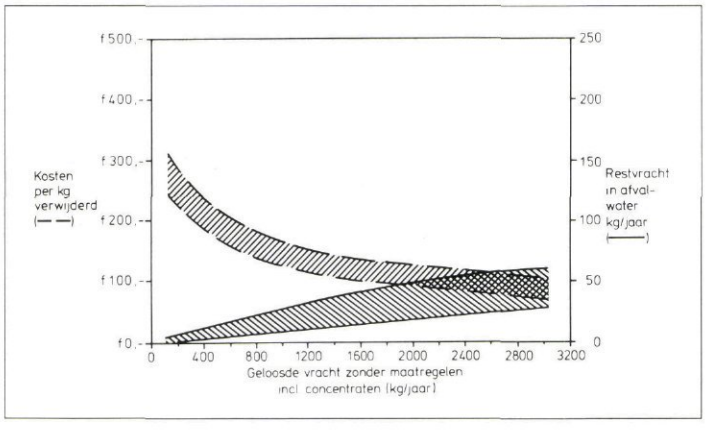
Procesgeïntegreerde maatregelen	Eindbehandeling
Spaarbaden	
(0,1 of 2, continu of	Afvalwaterzuivering
batch-gewijs ververst)	– geen
Cascade spoelen	– ionenwisseling
Terugwinningstechnieken	– ONO met sedimentatie
– elektrolyse	– ONO met ultrafiltratie
– omgekeerde osmose	– neutralisatie
– verdamping	Concentraatverwerking
– elektrodialyse	– afvoer voor behandeling elders
Spoelwaterbehandeling	– ONO (batch)
– ionenwisseling	– behandeling na dosering
– ultrafiltratie	aan het afvalwater
– chemisch spoelbad	

Het gaat natuurlijk om de vermindering van de verontreiniging in deze stromen. Toch geeft de titel wel weer, waar het in de praktijk om moet gaan. De procesgeïntegreerde maatregelen zijn er immers vooral op gericht, zoveel mogelijk chemicaliën tegen te houden, alvorens het produkt in het spoelwater komt. Dan is ook minder spoelwater nodig.
Een eventuele eindzuivering kan dan eenvoudiger en goedkoper zijn en minder slib produceren.
In afb. 2 is weergegeven, hoe een galvanisch bedrijf in het model is opgebouwd, welke stromen er zijn en op welke manier deze deelstromen of samengevoegde stromen kunnen worden aangepakt. In tabel II zijn de maatregelen gegeven, die in het model zijn opgenomen en in willekeurige combinaties kunnen worden gekozen in een saneringsvariant.
De invloed van procesgeïntegreerde maatregelen is mathematisch benaderd door massabalansen op te stellen over de spaarbaden [1, 2]. Voor de diverse maatregelen zijn rendementen in het model opgenomen en functies opgesteld, waarmee de kosten kunnen worden gerelateerd aan gegevens van het modelbedrijf. Dit is gebeurd op basis van literatuur (voor een overzicht zie [2]), leveranciersinformatie en gegevens, die bij bedrijfsbezoeken zijn verkregen [3]. Voor meer gedetailleerde gegevens wordt verwezen naar de desbetreffende RIVM-rapporten [2, 4]. Opgemerkt kan nog worden, dat voor het inpassen van extra baden in reeksen in het model rekening wordt gehouden met extra arbeidstijd of produktieverlies.

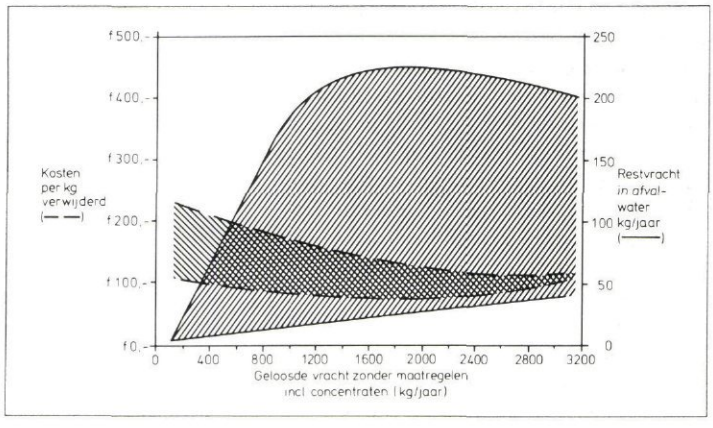
Berekeningsresultaten

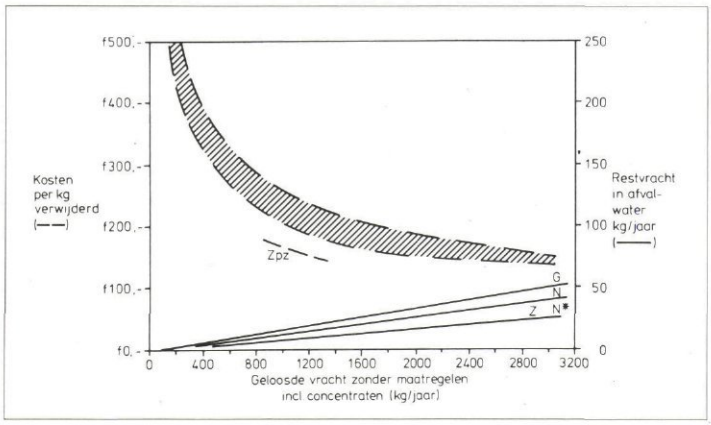
De doelstelling bij de tot nu toe uitgevoerde berekeningen was tot een algemeen inzicht te komen in de relatie tussen kosten en eindvrachten voor diverse typen bedrijven, zowel kleine als grote. Gerekend is daarom vooral met modelbedrijven, waarin de meest toegepaste processen, verzinken, vernikkelen, verchromen en verkoperen zijn opgenomen. Er zijn ruim 20 modelbedrijven doorgerekend, die in drie hoofdgroepen kunnen worden verdeeld, te weten verzinkerijen, nikkel/chroom-bedrijven en gemengde bedrijven. In tabel III zijn kenmerken van deze groepen weergegeven in een referentiesituatie, waarbij geen maatregelen zijn genomen. Daarbij dient overigens te worden opgemerkt, dat uitgegaan wordt van een situatie met good-housekeeping. Zo is beperking van het oversleepdebiet (bijvoorbeeld door langer uitdruipen) niet in het model meegenomen. Om dezelfde reden is in de referentiesituatie achter procesbaden

Afb. 5 - ONO-continu met terugwinningstechnologieën.

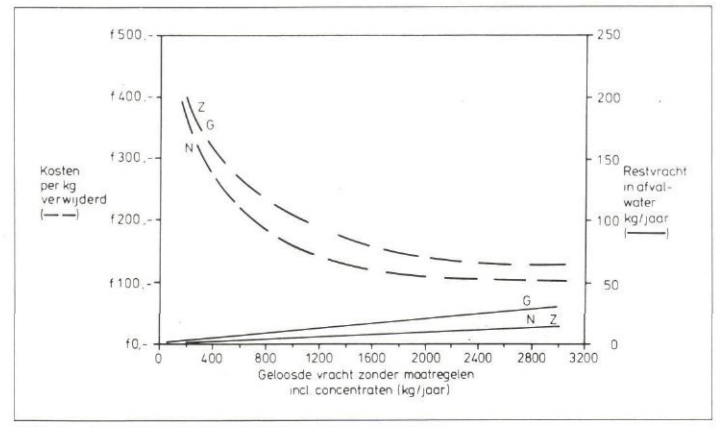


Afb. 6 - Neutralisatie met ONO-batch en terugwinningstechnologieën.





Afb. 7 - Ionenwisseling met ONO-batch.



Afb. 8 - Ionenwisseling met ONO-batch en spaarbaden.

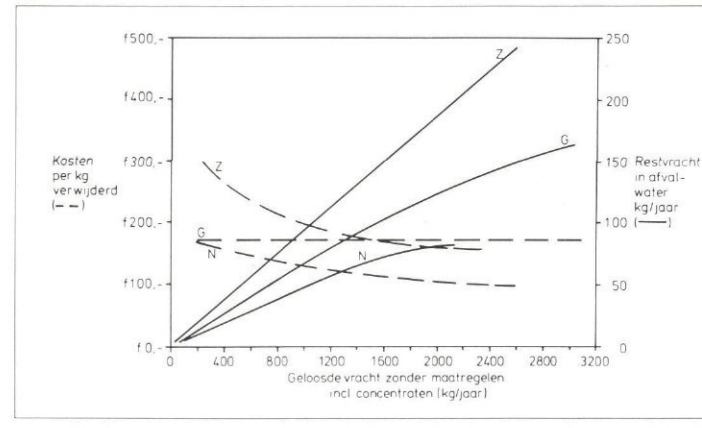
met veel verdampingsverliezen (nikkel- en chroombaden) ook één spaarbad geplaatst. Good-housekeeping bestaat dus uit over het algemeen vrij eenvoudige en soms organisatorische maatregelen, die meestal leiden tot aanzienlijke besparingen.
Voor de presentatie van de berekeningsresultaten zijn zeven pakketten van maatregelen onderscheiden. De afbeeldingen 3 tot en met 9 laten de gevonden waarden zien voor de restvrachten in afvalwater en de daarbij behorende kosten per verwijderde kg zwaar metaal, met daarbij inbegrepen de zware metalen uit de concentraten.
De saneringsvarianten, waarin slechts eindzuivering wordt toegepast, leveren een maximale hoeveelheid slib. De toepassing van spaarbaden kan dit beperken, maar dit is sterk afhankelijk van de mogelijkheden om opgespaarde oplossingen terug te voeren, dus van de verdampingsverliezen. Bij verzinkerijen is dit minimaal en kan niet van vermindering van de slibhoeveelheid worden gesproken.
Bij modelbedrijven met procesbaden met veel verdampingsverliezen (Ni, Cr) is bij de modelbedrijven een maximale beperking van 60% gevonden. Dit kan overigens meer zijn, bijvoorbeeld wanneer men meer dan twee spaarbaden inzet.
De varianten met procesgeïntegreerde terugwinningstechnieken beperken de hoeveelheid slib aanzienlijk. Dit varieert van 50% bij verzinkerijen tot bijna 90% bij nikkel/chroom of gemengde bedrijven.
Bij toepassing van procesgeïntegreerde maatregelen zonder eindzuivering anders dan neutralisatie, in het bijzonder de aanpak met terugwinningstechnieken (afb. 6), is er een aanzienlijke spreiding in de resultaten. Hieruit blijkt, dat het effect hiervan sterk afhankelijk is van specifieke procesparameters. In sommige gevallen is het voldoende en zijn de kosten relatief gering. In andere gevallen is het ondoenlijk bij alle procesbaden voldoende maatregelen te nemen. Vooral de bijdrage aan de eindvracht van spoelstromen achter zuurdips en

TABEL III – *Kenmerken van de groepen modelbedrijven in een situatie zonder maatregelen*

Code	Beschrijving	Geloosde zware metalen	Concentratie zware metalen in afvalwater (mg/l)	Zware metalen in concentraten (% van totaal)
Z	Verzinkerijen met cyanidische zinkbaden, passiveren met zeswaardig chroom	Zn, Cr	20-21	36-36
Zz	idem met zure zinkbaden		19-20	39
Zp	idem, met passiveren met driewaardig chroom		20-21	24-26
N	Nikkel/chroombedrijven, ook koper als basismateriaal	Ni, Cr Cu	21-22	6
N*	idem		26-35	6-35
G	Gemengde bedrijven met cyanidisch verkoperen en verzinken, alsmede vernikkelen en verchromen	Ni, Cr Zn, Cu	20-25	4-31

passiveerbaden kan dan relatief groot zijn. Een zekere spreiding in de resultaten is ook te herkennen, wanneer men slechts spaarbaden inzet. Hierbij zijn de resultaten het voordeligst, wanneer de verdampingsverliezen groot zijn, hetgeen sterk het geval is in nikkel/chroombedrijven en nauwelijks in verzinkerijen (afb. 9).
Toepassing van spaarbaden in combinatie met een ONO-batch voor de verwerking en neutralisatie van het afvalwater verwijdert in de meeste gevallen 80 à 90% van de zware metalen. Ver doorgevoerde toepassing van dit systeem in de vorm van zeer frequente verversing van de baden leidt er overigens toe, dat er nauwelijks meer sprake is van terugwinning. In het limietgeval is dit gelijk aan cascadespoelen. Voor kleine bedrijven zijn de kosten van een automatisch gestuurde neutralisatie sterk overheersend in deze variant, terwijl hiermee in feite geen zware metalen worden verwijderd.

Een vergelijking van de continu doorstroomde ONO-installatie, waarin ook concentraten worden verwerkt, en de ionenwisseling met daarbij een batch-gewijs werkende ONO geeft aan, dat de eerste in de meeste gevallen iets goedkoper is, maar de laatste betere resultaten geeft. Dit komt door een grote mate van hergebruik van water (aangehouden is 90%). Overigens wordt de kostenvergelijking mede bepaald door de spoelwaterkosten, waarvoor in deze berekeningen 50 cent per m^3 is genomen.
Bij hoge spoelwaterkosten kunnen ionen-



Afb. 9 - Neutralisatie met ONO-batch en spaarbaden.

wisselaars ook vanwege het kostenaspect attractief zijn.
Saneringsvarianten, waarin procesgeïntegreerde maatregelen en afvalwatereindzuivering worden gecombineerd, zijn duidelijk te verkiezen boven varianten met slechts eindzuivering. De restvrachten in afvalwater zijn minder, de slibproduktie is meestal geringer en de kosten zijn in dezelfde orde van grootte en in de meeste gevallen zelfs iets lager.
Een nadere analyse van de gevonden resultaten leidt tot de conclusie, dat voor alle modelbedrijven een variant is samen te stellen, waarbij tegen kosten van minder dan 300 gulden per verwijderde kg zware metalen een restvracht in afvalwater van minder dan 50 kg/jaar wordt verkregen. Voor een groot aantal bedrijven is dit zelfs tegen minder dan 150 per verwijderde kg te realiseren, mits er mogelijkheden zijn om procesgeïntegreerde maatregelen toe te passen. Een analyse van gegevens uit de praktijk voortkomende uit een enquête, die is uitgevoerd als onderdeel van de activiteiten van de betreffende CUWVO-VI subwerkgroep, bevestigt dit beeld [3].

Er is in deze berekeningen geen heffingsbedrag opgenomen. Aangezien de besparingen op vermeden heffingen ook per kg zwaar metaal worden berekend, kan dit eenvoudig worden toegevoegd door het bedrag van de heffing van de kosten per verwijderde kg af te trekken. Het is duidelijk, dat er dan in vele situaties, vooral bij middelgrote en grote bedrijven, zelfs sprake is van baten.
Er is niet getracht alle relaties en invloedsfactoren te analyseren. In het betreffende RIVM-rapport [4] staan meer detailgegevens en wordt hierop dieper ingegaan.

Conclusies
De gepresenteerde resultaten laten zien, dat er mogelijkheden zijn om voor het invullen van de best uitvoerbare technieken pakketten van maatregelen te benoemen en hierbij streefwaarden voor eindvrachten aan te geven. Zonder deze laatste toevoeging zou de procesgeïntegreerde aanpak erg vrijblijvend zijn. Juist die aanpak is belangrijk, niet alleen voor het beperken van de lozing van zware metalen, maar ook vanwege de verminderde afvalvracht, die onstaat in de vorm van metaalhydroxydeslib. De kosten behoeven hierbij niet de belemmerende factor te zijn. De streefwaarden kunnen worden gehanteerd bij de keuzebepaling van een totale aanpak en komen met uitzondering van zeer kleine en wellicht ook zeer grote bedrijven in dezelfde orde van grootte. De tijd is overigens nog niet rijp om op deze basis ook algemeen geldende vrachteisen aan te geven, mede gezien het feit, dat jaarvrachten in een vergunning uit het oogpunt van handhaving zinloos zijn.

Referenties
1. J. P. M. Ros. *Procesgeïntegreerde maatregelen in de galvano-industrie.* Pt-Procestechniek 39 (1984), 12, 48-52.
2. J. v. d. Plaat en J. P. M. Ros. *Opzet van het model galvanisch bedrijf.* RIVM-rapport nr. 851401001 (juli 1986).
3. W. H. Rulkens. *Onderzoek naar de afvalwaterproblematiek metaaloppervlaktebewerkende industrie.* TNO evaluatierapport (januari 1987).
4. J. P. M. Ros. *Berekeningsresultaten met het model galvanisch bedrijf.* RIVM-rapport nr. 851401002 (september 1986).

● ● ●

Afscheidssymposium ir. C. van der Veen

Ter gelegenheid van het afscheid van ir. C. van der Veen als president-directeur van de Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland, zal op 15 december a.s. in de Koepelzaal van het Sonestahotel te Amsterdam een symposium worden gehouden over 'Het verleggen van grenzen'. Sprekers zijn: J. Carlo Rietveld van de Wereldbank, prof. dr.-ing. G. Naber, president van de IAWR en prof. dr. ir. L. Huisman, TU Delft.
Het symposium zal worden besloten met een openbare les door ir. C. van der Veen.
Na het symposium is er gelegenheid de scheidende president-directeur de hand te drukken.
Nadere informatie over het symposium is verkrijgbaar bij het secretariaat van de WRK, Postbus 8614, 1005 AP Amsterdam, tel. 020 - 580 23 55.

BASF investeert twee miljard DM in milieubescherming

BASF zal de komende tien jaar voornamelijk voor het fabriekscomplex in Ludwigshafen twee miljard DM in milieubeschermende voorzieningen investeren. Dat is tweemaal zo veel als het bedrag dat hieraan de afgelopen tien jaar werd besteed. Deze stijging komt voort uit verdergaande maatregelen voor de zuivering van het koelwater en uit plannen voor het bouwen en verbeteren van opslagplaatsen.

Volgens schattingen zullen de BASF-bedrijfskosten voor milieubescherming, die dit jaar voor het fabriekencomplex in Ludwigshafen ca. 600 miljoen DM belopen, door de extra investeringen nog eens 400 miljoen DM vergen en in de loop van tien jaren jaarlijks tot 1,3 à 1,5 miljard DM kunnen oplopen.
Een steeds grotere rol speelt daarbij ook het onderzoek ten behoeve van de milieubescherming. Zo besteedde BASF het afgelopen jaar 250 miljoen DM aan de ontwikkeling van milieuvriendelijke produkten en procédés.

Dr. H. Albers, voorzitter van de Raad van Bestuur van BASF, die met de nieuwe investeringen is belast, zegt hierover: 'Een verantwoordelijke en vooruitstrevende bescherming van het milieu is slechts mogelijk met behulp van de chemische industrie en de kennis die zij kan inbrengen.' Als bewijs daarvoor voert BASF de volgende cijfers voor Ludwigshafen aan: vergeleken met 1972 liep de verontreiniging van de Rijn door chemische stoffen met 92 procent terug en de uitstoot van schadelijke gassen in de atmosfeer met 56 procent. De produktie van de BASF-fabrieken in Ludwigshafen steeg in diezelfde periode echter met 145 procent.

(Persbericht BASF Nederland BV)

Afvaltech wordt Ecotech

De Afvaltech-beurs, die half november voor de vierde maal in de Jaarbeurs te Utrecht is gehouden, heeft meer exposanten getrokken dan voorheen. Terwijl er in 1985 nog 138 bedrijven op 6.500 m² een plaats huurden, kwamen er dit jaar 200 exposanten die met elkaar 10.000 m² in beslag namen.
De beurs werd dit keer op een andere wijze geopend dan gebruikelijk: geen autoriteit uit overheids- of nijverheidskringen, maar oud-metaal-handelaar annex schilder Jopie Huisman uit Workum, die in een onderhoudende babbel zijn filosofieën ontvouwde.
In 1989 heet Afvaltech Ecotech. Dat is een internationaal bruikbaarder naam.

Hydrologische Kring

Op 26 november 1987 organiseert de Hydrologische Kring een themadag over het geohydrologisch onderzoek Oost-Utrecht in het pompstation Soestduinen van het WMN te Soestduinen (van Weerden Poelmanweg 2 en 7).
Inlichtingen: ir. H. Hiemstra, Provinciale Waterstaat van Drenthe, tel. 05920 - 5 55 44, tst. 327, of ir. G. J. Hey, RIVM, tel. 030 - 74 33 55.