

Microverontreinigingen in (gezuiverd) stedelijk afvalwater: de feiten op basis van metingen door beheerders van rwzi's, uitgewerkt voor de zware metalen koper, zink en kwik

Inleiding

Uit onderzoek [1, 2, 3, 4] blijkt, dat (gezuiverd) stedelijk afvalwater een belangrijke bijdrage levert aan de belasting van het oppervlaktewater met microverontreinigingen. De geschatte bijdrage aan de verontreiniging van het oppervlaktewater met zware metalen is weergegeven in afbeelding 1. Sinds 20-25 jaar meten beheerders van rioolwaterzuiverings- inrichtingen (rwzi's) zware metalen in slib om de afzet te bepalen. Sommige beheerders bepalen ook een aantal organische



J. RIENKS
RIZA



C. M. BAAS
CBS



P. GOMMERS
RIZA, thans Brokke milieu-adviesburo

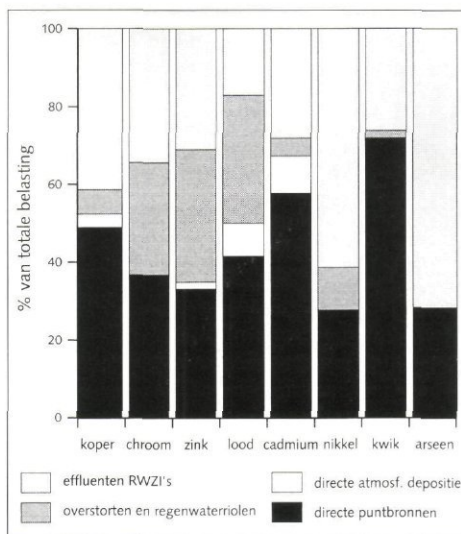
microverontreinigingen in slib, vooral pak, pcb en organochloorpesticiden. Het afgelopen decennium zijn steeds meer beheerders in de waterlijn metingen naar microverontreinigingen gaan uitvoeren. Tot peiljaar 1993 vroeg het CBS alleen de meetcijfers voor slib op, sindsdien vraagt CBS ook naar de metingen in de waterlijn. RIZA heeft eenmalig een enquête gehouden in 1995. De meerderheid van de verkregen meetgegevens heeft betrekking op zware metalen. Daarom zijn allereerst deze gegevens uitgewerkt. Doel van dit artikel is om beknopt in te gaan op de verwerking en interpretatie van gehalten, verwijderingsrendementen en berekening van vrachten aan de hand van de zware metalen koper, zink en kwik in influent, effluent en slib van rwzi's. Daarbij wordt ingegaan op de soort en kwaliteit van de meetgegevens, verwerkingsmethoden en de gevolgen voor de uitkomsten. Afgesloten wordt met conclusies en aanbevelingen.

Gebruikte gegevens

De gebruikte gegevens zijn afkomstig van de CBS-enquêtes 'Openbare zuivering van afvalwater' voor de jaren 1993 en 1994, aangevuld met een RIZA-enquête uit 1995, die vooral cijfers voor 1993 opleverde.

Samenvatting

Dit artikel is bedoeld voor iedereen die betrokken is bij het waterkwaliteitsbeheer en in het bijzonder bij de invloed van stedelijk afvalwater op de oppervlaktewaterkwaliteit. Aan de hand van gehalten zware metalen in influent, effluent en slib van rwzi's zijn volgens verschillende methoden vrachten naar oppervlaktewater en zuiveringsrendementen berekend, zowel per rwzi als voor geheel Nederland. De berekende landelijke vrachten blijken voor koper en zink een factor 1,5 te variëren, afhankelijk van de gevolgde methode; voor kwik zelfs een factor 3. De massabalans als $\text{influentvracht} - \text{effluentvracht} = \text{slibvracht}$, blijkt voor een aantal rwzi's af te wijken, waarbij meestal het verschil tussen influent- en effluentvracht groter is dan de slibvracht. Het verwijderingsrendement voor koper blijkt hoger te liggen dan door de CUWVO gepubliceerd in 1986, terwijl dat van kwik lager ligt. Aanbevolen wordt uniforme methoden voor bemonstering en analyse toe te passen alsook de aanlevering van gegevens naar CBS te standaardiseren. Voor het kiezen van een berekeningsmethode voor de vrachten blijkt nader onderzoek noodzakelijk.



Afb. 1 - Bijdrage van diverse bronnen aan de belasting van het oppervlaktewater met zware metalen [1].

Voor een deel betreft het dezelfde rwzi's: van de rwzi's van de RIZA-populatie zit 66% ook in de CBS-populatie (influent); voor effluent is de overlap zelfs 90%. In tabel I staat vermeld welke gegevens met deze enquêtes verkregen zijn. Belangrijk verschil is dat met de RIZA-enquête meetcijfers van afzonderlijke bemonsteringen in de waterlijn zijn verkregen, terwijl in de CBS-enquête bewerkingen van meetcijfers zijn verkregen. In afbeelding 2 is weergegeven welke beheerders meetcijfers voor zware metalen

in de waterlijn hebben opgegeven en of de metingen effluent alsook influent betreffen.

Uit deze afbeelding blijkt dat 27 van de 31 rwzi's behorende instanties gegevens hebben verstrekt over zware metalen, waarbij 16 beheerders zowel influent als effluent hebben bemonsterd. Het aantal bemonsterde rwzi's alsook de bemonsteringsfrequentie kan overigens per beheerder nogal verschillen. De bemonsteringsfrequentie bedraagt voor influent gemiddeld zeven keer per jaar, terwijl effluent gemiddeld tien maal per jaar wordt bemonsterd. Bij vrijwel alle rwzi's is het zware metaalgehalte in slib gemeten.

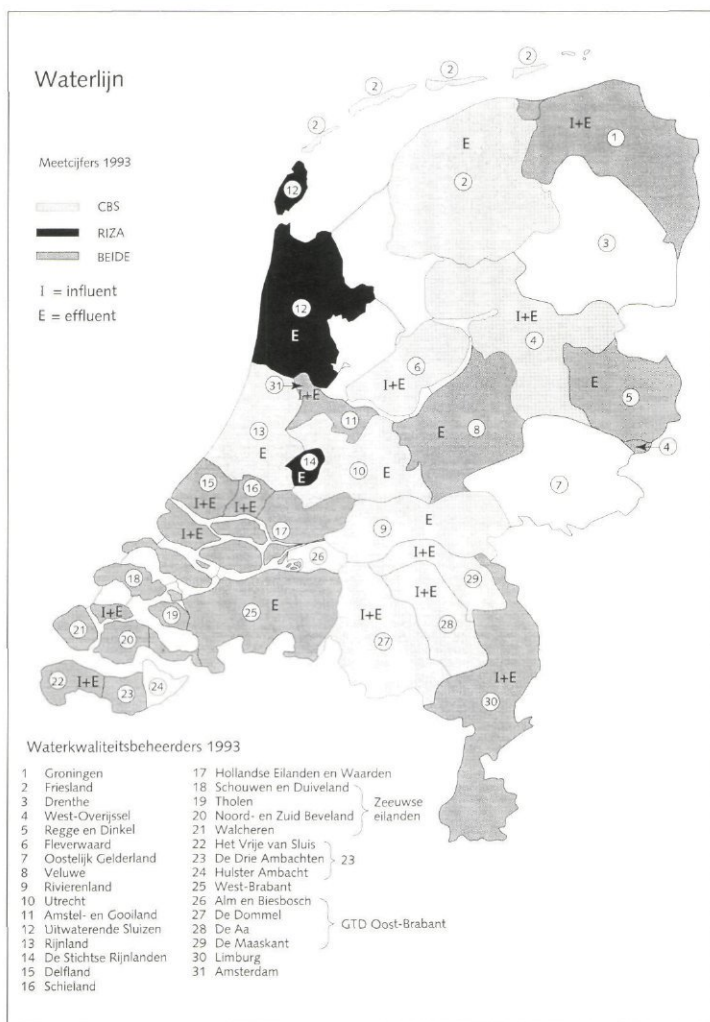
In tabel II is de respons van de enquêtes voor 1993 weergegeven voor het metaal koper. De respons voor de overige metalen ligt in dezelfde orde van grootte. In tabel II valt op, dat de respons qua aangevoerde m³ afvalwater en inwonerequivalenten hoger is dan die voor het aantal rwzi's. Dit komt doordat er in verhouding meer grotere rwzi's in het bestand vertegenwoordigd zijn dan kleine.

Verwerkingsmethoden

De verwerking van de gegevens heeft tot doel een landelijk beeld te verkrijgen wat betreft concentraties, vrachten en rendementen voor zware metalen bij rwzi's. Het CBS heeft dit voor de stromen influent, effluent en slib voor alle metalen uitgewerkt, terwijl de RIZA-gegevens voor

TABEL I - Verkregen basisgegevens uit enquêtes CBS resp. RIZA.

Soort gegeven	Enquête CBS	Enquête RIZA
Datum bemonstering	-	X
Debiet	X	X
	(gemiddelde en jaardebiet)	(debiet tijdens bemonstering)
Concentratie waterlijn	-	X
Concentratie sliblijn	X	X
Vracht in water	X	
	(gemiddelde als g/dag)	soms
Drogstof geproduceerd slib	X	soms
Volume slib	X	soms



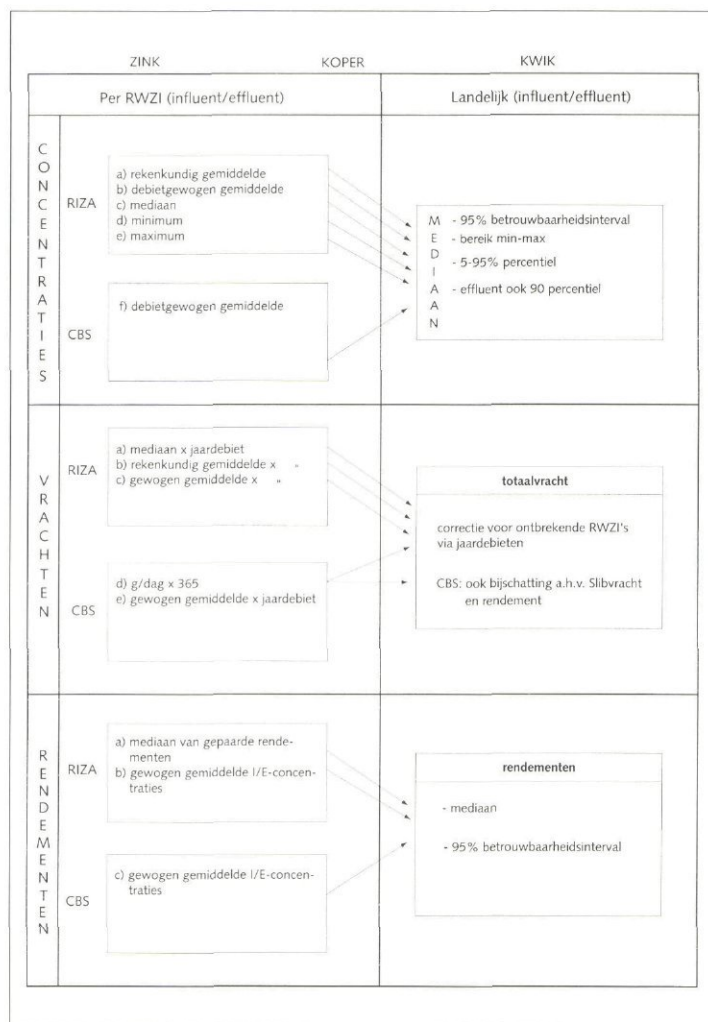
Afb. 2 - Respons enquêtes CBS en RIZA.

de metalen koper, zink en kwik in influent en effluent zijn uitgewerkt. Afbeelding 3 toont schematisch welke bewerkingen er op de gegevens van influent en effluent per rwzi zijn uitgevoerd (linkerkolom). De bewerkingen zijn onderverdeeld aan de hand van het soort uitkomst (drie vakken van boven naar beneden), te weten concentraties, jaarvrachten en rendementen. In de rechterkolom staan de bewerkingen die zijn uitgevoerd om het landelijk beeld te verkrijgen. Voor het berekenen van landelijke vrachten in influent en effluent zijn de gegevens voor ontbrekende rwzi's bijgeschat. Dit is gedaan door extrapolatie

TABEL II - Respons CBS- en RIZA-enquêtes voor 1993.

	Nederland	CBS-enquête	RIZA-enquête
Influent			
Aantal rwzi's	100% (446)	21%	15%
Aangevoerde m ³ afvalwater	100%	37%	28%
Aangevoerde i.e.	100%	36%	27%
Effluent			
Aantal rwzi's	100% (446)	49%	34%
Aangevoerde m ³ afvalwater	100%	69%	49%
Aangevoerde i.e.	100%	70%	48%

met jaarlijks behandelde m³ afvalwater. Het CBS heeft ook geëxtrapoleerd aan de hand van vrachten in slib en een verondersteld zuiveringsrendement volgens [5]. Voor de berekening van het 95%-betrouwbaarheidsinterval van een mediaan wordt verwezen naar bijlage 1 van [6]. De berekening van de rendementen voor de RIZA-gegevens wordt toegelicht in tabel III. De rendementen in het CBS-bestand zijn berekend met de gewogen gemiddelde concentraties, die uit de gemiddelde dagvracht en het rwzi-debiet tijdens bemonstering zijn berekend. Bij de berekening van rendementen zou eigenlijk rekening moeten worden



Afb. 3 - Bewerkingsschema enquêtegegevens.

TABEL III - Voorbeeld berekening mediaan gepaard rendement RIZA-gegevens.

Influent-concentratie (µg/l)	Effluent-concentratie (µg/l)	Rendement (%)
80	20	75
90	10	89
60	5	92
Mediaan gepaard rendement		89

gehouden met de hydraulische verblijftijd en eventuele verschillen tussen influent- en effluentdebiet. Bij de meeste rwzi's worden influent en effluent echter gelijktijdig bemonsterd en is er één waarde opgegeven voor het debiet.

Tenslotte is een massabalans opgesteld met als uitgangspunt dat koper, zink en kwik zich in een rwzi verdelen over water en slib door sortatieprocessen: influentvracht = effluentvracht + slibvracht.

Resultaten

Concentraties

In tabel IV zijn de landelijk mediane concentraties koper, zink en kwik volgens de RIZA-enquête voor 1993 weergegeven

TABEL IV – Landelijke mediane influent en effluentconcentraties (RIZA-enquête); tussen haakjes de bijbehorende 95% betrouwbaarheidsintervallen. Peiljaar 1993.

Metaal	Mediane influentconcentratie (µg/l)		Mediane effluentconcentratie (µg/l)	
	M ¹⁾	GG ²⁾	M ¹⁾	GG ²⁾
Koper	80 (71–89)	76 (71–88)	7,5 (6,5–9)	10 (9–12)
Zink	185 (170–205)	232 (222–270)	52 (46–57)	61 (55–65)
Kwik	0,17 (0,13–0,20)	0,20 (0,16–0,24)	0,01 (0,008–0,025)	0,04 (0,024–0,05)

¹⁾ M = berekend op basis van mediane concentratie per rwzi (mediaan van medianen)

²⁾ GG = berekend op basis van gewogen gemiddelde concentraties per rwzi (mediaan van gewogen gemiddelden). Weegfactor gewogen gemiddelde = rwzi-debiet tijdens bemonstering.

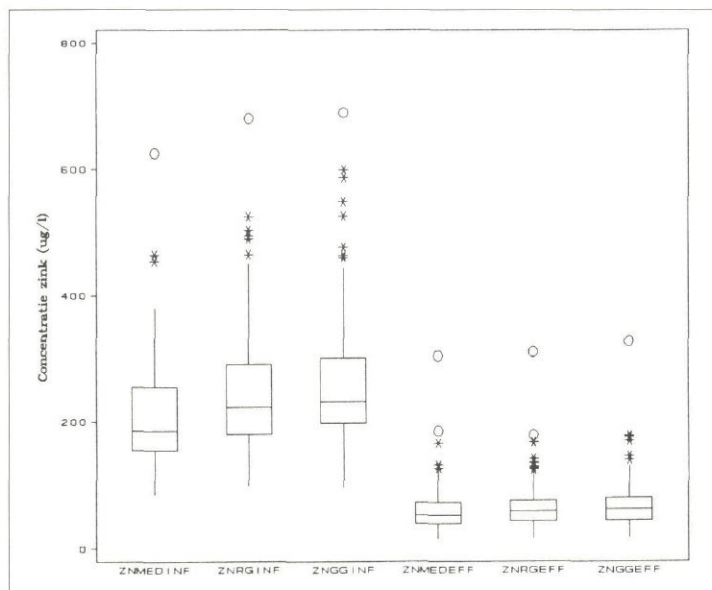
voor influent en effluent. Deze mediaan is berekend voor zowel de mediane als de debietgewogen gemiddelde concentratie van afzonderlijke rwzi's. De landelijke mediaan van de gewogen gemiddelde concentraties ligt bijna altijd hoger dan de corresponderende landelijke mediaan voor mediane concentraties. Met uitzondering van koper en kwik in influent blijkt dat de landelijke mediaan voor mediane concentraties niet binnen het betrouwbaarheidsinterval van die voor gewogen gemiddelden valt. Kennelijk zijn het verschillende getalswaarden. De oorzaak van dit verschil kan worden afgeleid uit de vorm van de verdeling van de concentraties, bijvoorbeeld door weergave in boxplots. Dit is voor zink gedaan in afbeelding 4. Te zien is, dat de verdeling voor mediane concentraties per rwzi lager ligt en minder extremen vertoont. De vorm van de verdeling van de concentraties duidt op een minimum constante diffuse belasting, terwijl er enkele rwzi's zijn (de extremen)

met een verhoogde (industriële) belasting aan zware metalen.

De landelijk mediane gewogen gemiddelde concentraties koper, zink en kwik in influent, effluent en slib volgens de CBS-enquêtes 1993 en 1994 staan in tabel V. De influentconcentraties zijn voor 1993 en 1994 identiek. De effluentconcentraties verschillen 20 tot 50%, waarbij natuurlijk geldt dat er een verschil is in de respons-populatie. Voor kwik geldt bovendien dat het verschil kan worden verklaard uit chemisch-analytische feiten: de meetnauwkeurigheid neemt af in het onderste meetgebied en de stof is niet altijd in aantoonbare concentraties aanwezig. Daarbij komt nog, dat waterbeheerders detectiegrenzen verschillend interpreteren: de één rekent met 0, de ander met de helft van de detectiegrens en de derde met de detectiegrens. Alleen de uitkomsten voor zink en kwik (alleen influent) zijn met 95% betrouwbaarheid identiek aan die van de RIZA-enquête.

TABEL V – Landelijke medianen van gewogen gemiddelde concentraties zware metalen in influent, effluent en slib volgens CBS-enquêtes 1993 en 1994.

Metaal	Influent (µg/l)		Effluent (µg/l)		Slib (mg/kg ds)	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Koper	94	83	13	9,0	366	360
Zink	234	230	64	55	954	959
Kwik	0,23	0,22	0,11	0,05	1,2	1,2



Afb. 4 – Verdeling mediane, rekenkundige gemiddelde en rwzi-debiet gewogen gemiddelde zinkconcentraties in influent en effluent. RIZA, peiljaar 1993.

Toelichting meest gebruikte statistische termen in dit artikel

Rekenkundig gemiddelde:

De som van de metingen gedeeld door het aantal metingen.

Gewogen gemiddelde:

Gemiddelde van een aantal metingen, rekening houdend met het aandeel in de totale verzameling van de deelverzameling waartoe ieder der metingen behoort. Bijvoorbeeld: bij een debietgewogen gemiddelde concentratie tellen concentraties die gemeten zijn bij een hoog debiet zwaarder mee dan concentraties die gemeten zijn bij een laag debiet.

Mediaan of 50-percentiel:

De middelste van een reeks naar grootte gerangschikte waarnemingen. Er liggen dus evenveel waarnemingen boven als onder de mediaan.

95% betrouwbaarheidsinterval voor een gemiddelde of mediaan van een verzameling waarnemingen:

Dit interval bevat alle waarden, die gegeven het resultaat van een steekproef, bij tweezijdige toetsing met onbetrouwbaarheidsdrempel (1–0,95 =) 0,05 niet worden verworpen als gemiddelde of mediaan.

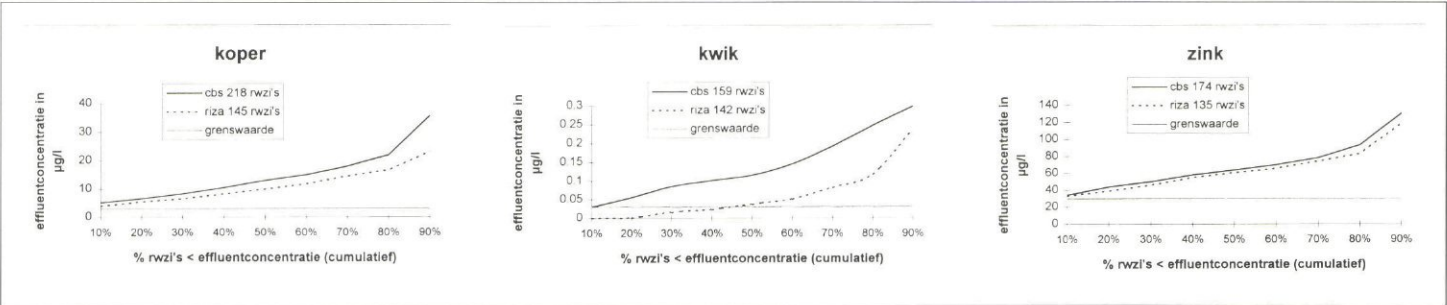
- extreem waarnemingen > 75-p + 3xboxlengte
- * uitschieter waarnemingen tussen 75-p en 1,5-3xboxlengte
- whisker max. 75-p + 1,5xboxlengte of tot meetwaarde
- box { 75-percentiel
mediaan of 50-percentiel
25-percentiel

Afb. A – Toelichting boxplot.

De gehalten in slib zijn voor 1993 en 1994 identiek. Daarom mag verwacht worden, dat dit ook geldt voor de influent- en effluentconcentraties, mits de slibproductie en de hoeveelheid afvalwater vergelijkbaar zijn.

Vergelijking effluentkwaliteit met grenswaarden voor oppervlaktewaterkwaliteit

In afbeelding 5 kan voor koper, zink en kwik worden afgelezen welk percentage rwzi's een gewogen gemiddelde effluentconcentratie heeft kleiner dan de afgebeelde concentraties. Ruim 90% van de rwzi's uit de enquêtes heeft een effluentconcentratie koper en zink groter dan de grenswaarde voor oppervlaktewaterkwaliteit. De grafieken voor koper en zink vertonen hetzelfde verloop: op het punt 80% van de rwzi's kleiner zit een knik in de curve. De grafiek voor kwik laat een verschil zien tussen CBS en RIZA: dit wordt veroorzaakt door eerder genoemde verschillen in interpretatie van detectiegrenzen. Bij de



Afb. 5. - Cumulatieve frequentieverdeling voor gewogen gemiddelde effluentconcentraties koper, zink en kwik.

TABEL VI – Verwijderingsrendementen rwzi’s voor koper, zink en kwik berekend met influent- en effluentconcentraties vergeleken met die volgens CUWVO 1986.

Zwaar metaal	Mediaan gepaard rendement (RIZA 1993) ¹⁾	Rendement op basis van GG-concentraties (RIZA 1993) ¹⁾	Rekenkundig gemiddeld rendement (CBS 1993) ¹⁾	Gemiddeld rendement volgens CUWVO 1986	Beoordeling
Koper	87 (85-91)	82 (79-87)	78 (74-82)	70	>
Zink	74 (70-77)	75 (71-79)	71 (68-75)	70	=
Kwik	62 (-44-75)	65 (23-80)	62 (55-69)	70	<

¹⁾ Tussen haakjes is het 95%-betrouwbaarheidsinterval vermeld.

TABEL VII – Vergelijking rekenkundig gemiddelde verwijderingsrendementen afgeleid uit verschillende enquêtes.

Metaal	RG rendement RIZA-enquête ± 1981 12 beheerders	RG rendement CUWVO-enquête ± 1984, ruim 50 rwzi’s	RG rendement CBS 1993 53-89 rwzi’s
Koper	71 ± 15	67	78 ± 18
Zink	65 ± 18	65	71 ± 14

NB ± geeft standaardafwijking aan

RIZA-curve is de detectiegrens 0 verondersteld als tenminste 75% van de waarnemingen onder de detectiegrens was.

Verwijderingsrendementen van rwzi’s voor zware metalen

In tabel VI, kolommen 1 en 2 staan de verwijderingsrendementen voor koper, zink en kwik vermeld op basis van het RIZA-bestand. Te zien is, dat de twee berekeningswijzen voor zink en kwik met 95% betrouwbaarheid identieke resultaten opleveren; voor koper is dit net niet het geval. Door de genoemde meetproblemen met kwik zijn de 95% betrouwbaarheidsintervallen relatief breed. Vooral in effluent ligt de concentratie kwik rond de analytische detectiegrens. Wanneer we de rendementen berekenen met het CBS-bestand (kolom 3 van tabel VI), geeft dit vrijwel identieke uitkomsten voor koper, zink en kwik. De verdeling van de gemiddelde verwijderingsrendementen per rwzi voor koper, zink en kwik volgens het CBS-bestand (1993) zijn weergegeven in afbeelding 6. Rwzi’s met rendementen kleiner of gelijk aan nul zijn weggelaten. De rendementen blijken voor koper en zink niet normaal te zijn verdeeld (Wilks-Shapiro/rankit test). Dit komt doordat drie tot zes rwzi’s extreem lage verwijderingsrendementen vertonen voor deze metalen, waarschijnlijk door hydraulische overbelasting

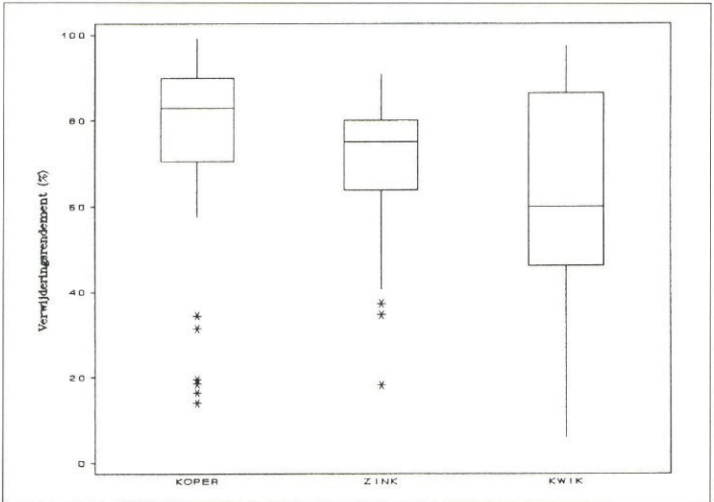
of door meetfouten c.q. niet representatieve bemonstering. Dit komt vooral bij koper en zink tot uiting aangezien rwzi’s juist voor deze metalen de hoogste verwijderingsrendementen kennen. De zojuist besproken rendementen, berekend uit de CBS- en RIZA-bestanden van 1993 zijn in tabel VI vergeleken met rendementen door de CUWVO gerapporteerd in 1986 [6]. Uit de tabel blijkt (kolommen 4 en 5), dat het rendement voor zink gelijk is. Het rendement voor koper is hoger, terwijl het voor kwik lager ligt. Een mogelijke verklaring hiervoor is,

Afb. 6 - Verwijderingsrendementen voor koper, zink en kwik op basis van rwzi-debiet gewogen gemiddelde concentraties. CBS, peiljaar 1993.

dat de CUWVO op basis van uiteenlopende gegevens (metingen en literatuur) een arbitrair rendement per metaal heeft vastgesteld. Wanneer we de gemiddelde rendementen voor koper en zink uit de basisgegevens van begin jaren tachtig vergelijken met de huidige gemiddelden (tabel VII), blijkt dat een RIZA-enquête uit 1981 beter vergelijkbare uitkomsten geeft met de rekenkundig gemiddelde rendementen volgens CBS voor 1993. Uit de huidige gegevens blijkt, dat lagere rendementen samen kunnen hangen met het type rwzi, vooral mechanische rwzi’s en oxidatiebedden geven lagere rendementen te zien. Daar 10-15 jaar geleden deze typen rwzi’s ruimer vertegenwoordigd waren, kan dit de verklaring zijn voor de gevonden lagere rendementen. Het bleek echter niet meer te achterhalen welke rwzi’s destijds zijn onderzocht. Een meer speculatieve verklaring voor verhoogde rendementen is de afname van lozing van complexvormers uit bijvoorbeeld wasmiddelen. Complexvormers gaan sorptie aan slib tegen door metalen in oplossing te houden.

Aangevoerde metaalvracht per inwoner per jaar

De jaarlijks met het influent aangevoerde metaalvracht is omgerekend naar het aantal inwoners. Dit is voor de jaargemiddelde dagvrachten per rwzi gedaan met de jaar-



gemiddelde TZV-aanvoer (i.e. 136 gram); vervolgens is van deze uitkomsten per rwzi de mediaan genomen. Dit laatste getal is teruggerekend naar huishoudelijke i.e. met behulp van de landelijke verhouding 27,0 miljoen i.e. (136 g) totale aanvoer/ 15,1 miljoen inwoners. Het aldus verkregen getal bevat alle gemiddeld aangevoerde metaal (ook industrieel), teruggerekend naar inwoners (tabel VIII). Bij vergelijking met metingen van puur huishoudelijk afvalwater in woonwijken [8] blijkt, dat koper en kwik voor 65% afkomstig zijn uit huishoudens; voor zink is dit slechts 25%. Dit komt overeen met eerdere schattingen [3], waarin vermeld wordt dat zink vooral afkomstig is van corrosie van verzinkt stalen bouwmaterialen. Het voor kwik bepaalde percentage is overigens minder betrouwbaar dan die voor koper en zink.

Landelijke metaalvrachten voor 1993
Het effect van de verschillende berekeningsmethoden voor de landelijke vracht wordt geïllustreerd in tabel IX aan de hand van het metaal koper. De uitkomsten voor zink en kwik zijn min of meer vergelijkbaar. Te zien is, dat de variatie in de uitkomsten groot is: bij effluent bijna een factor twee. Opvallend is, dat berekening volgens GG*jaardebiet voor effluent met het RIZA- en het CBS-bestand dezelfde uitkomst geeft, terwijl dit bij influent niet het geval is. Bij het niet afgebeelde zink is overigens het omgekeerde het geval. Het landelijke verwijderingsrendement ligt iets hoger dan het gemiddelde per rwzi (tabel VI). Hieruit kan worden geconcludeerd, dat grotere rwzi's een hoger verwijderingsrendement hebben voor zware metalen, omdat deze bij de bepaling van het landelijk rendement zwaarder meewegen.

TABEL VIII – Landelijk gemiddeld per inwoner aangevoerde metaalvrachten voor 1993.

Zwaar metaal	Mediane dagvracht in mg/i.e. van 136 g (95%-betrouwbaarheidsinterval)	Vracht in g/inwoner, jaar alle bronnen	Vracht in g/inwoner, jaar [8] huishoudelijk
Koper	17,2 (15,5–18,7)	11,2	7,1
Zink	46,4 (39,4–52,3)	30,3	7,5
Kwik	0,05 (0,035–0,058)	0,03	0,02

TABEL IX – Kopervracht in influent en effluent volgens verschillende berekeningsmethodieken. Bijschatting rwzi's zonder kopermetingen via m³ behandeld afvalwater, tenzij anders vermeld.

Methodiek	Influentvracht (ton/jr)	Effluentvracht (ton/ jr)	Verwijderings- percentage
<i>RIZA-bestand 1993</i>			
Mediaan * jaardebiet	169	20	88
RG * jaardebiet	188	26	86
GG * jaardebiet	194	32	84
<i>CBS-bestand 1993</i>			
Σ g/dag * 365	232	32	86
GG * jaardebiet	239	31	87
Mediaan g/i.e., extrapolatie: * 365 * 27,0 M i.e.	170	–	–
Σ g/dag * 365, extrapolatie met slibvrachten en CUWVO-rendement	167	38	77

TABEL X – Variatie in geëxtrapoleerde landelijke vrachten zink en kwik (ton/jaar).

Metaal	Influent	Effluent
Zink	430–620	100–150
Kwik	0,3–0,9	0,06–0,2

De variatie in de vrachten voor zink en kwik is weergegeven in tabel X. De variatie in de influentvracht zink is gelijk aan die voor koper, namelijk een factor 1,5; de variatie in de effluentvracht is echter kleiner, een factor 1,5 inplaats van 2. De variatie in de vracht kwik in influent en effluent is daarentegen twee maal zo groot, wat het gevolg is van interpretatieverschillen van detectiegrenzen en het feit dat analyse van concentraties rond de detectiegrens minder nauwkeurig is.

Massabalans

In tabel XI is de massabalans weergegeven voor koper, zink en kwik uitgedrukt als (I-E)/S (zie noot tabel XI). I en E zijn bepaald als jaargemiddelde g/dag maal 365. Het rekenkundig gemiddelde van de verhouding (I-E)/S per rwzi is groter dan 1, terwijl deze verhouding bij de balans op basis van mediane concentraties rond de 1 ligt. Dit geldt ook voor andere, niet in de tabel opgenomen zware metalen [7]. Dit komt doordat er rwzi's zijn met afwijkende verhoudingen voor (I-E)/S, die het reken-

TABEL XI – Massabalans rwzi's voor twee methodieken van vrachtberekening.

Zwaar metaal	(I-E)/S per rwzi berekend, rekenkundig gemiddelde	(I-E)/S per rwzi berekend, mediaan
Koper	1,38 ± 1,89	1,06
Zink	1,04 ± 0,57	0,91
I = influentvracht E = effluentvracht S = slibvracht		

kundig gemiddelde omhoogtrekken. De vraag doet zich voor waarom deze verhouding veel van 1 kan afwijken. Mogelijke foutenbronnen schuilen in de plaats, wijze en/of frequentie van bemonsteren van influent of slib. Bekend is, dat influent soms niet goed te bemonsteren is vanwege retourstromen van de rwzi en/of de aanvoer met verschillende persleidingen, waardoor deze apart bemonsterd moeten worden. De retourstromen zijn slibrijk, waardoor het metaalgehalte toeneemt. In effluent kunnen hoge gehalten zwevend stof voorkomen, die ook leiden tot verhoogde metaalgehalten. De bemonstering van slib kan op verschillende plaatsen gebeuren, zoals in vers slib, voor of na de ontwatering of na gisting. Door zaken als inhomogeniteit, verandering van het drogestofgehalte door toeslagstoffen en fouten bij bepalen van het volume zijn er diverse foutenbronnen waarneembaar bij de bepaling van een stofvracht in slib. De hoeveelheid gezuiverd water is nauwkeuriger te bepalen dan de hoeveelheid geproduceerde drogestof aan slib.

Conclusies en aanbeveling

Uit de verwerkte meetgegevens blijkt dat zowel bij influent als effluent pieken in concentraties zware metalen voorkomen. Er lijkt een min of meer constante minimum belasting op te treden, die van diffuse herkomst is. Ruim 90% van de rwzi's heeft debietgewogen gemiddelde effluentconcentraties koper, zink en kwik boven de betreffende grenswaarden voor oppervlaktewaterkwaliteit. Het verwijderingsrendement voor zink is praktisch gelijk aan dat van 10 tot 15 jaar geleden, terwijl het rendement voor koper is toegenomen en dat voor kwik is afgenomen. Dit zou kunnen samenhangen met de afname van het aantal mechanische rwzi's en oxidatiebedden, wat echter niet verklaart waarom geen effect bij zink is gevonden. Door ontbreken van meer informatie is de betrouwbaarheid van de oudere onderzoeken niet vast te stellen. Koper blijkt voor 65% uit huishoudelijk afvalwater afkomstig te zijn; voor zink is dit 25%. Voor kwik (berekend aandeel 65%) is de onnauwkeurigheid in de vrachtbepaling te groot om een betrouwbare uitspraak te doen. De verschillende rekenmethodieken voor de bepaling van landelijke vrachten in influent en effluent van rwzi's leiden tot variaties ter grootte van een factor 1,5 in geval van zink en koper en een factor 3 voor kwik. Bij kwik wordt de grotere variatie veroorzaakt doordat de kwikconcentraties zich bevinden in het onderste, minder nauwkeurige meetbereik van de huidige analysemethoden.

Bij het opstellen van massabalansen blijken er rwn's te zijn met behoorlijk afwijkende balansen. Het verdient daarom aanbeveling correct bevonden uniforme bemonsterings- en meetvoorschriften te hanteren, zodat foutenbronnen wellicht geminimaliseerd kunnen worden.

Literatuur

1. Berdowski e.a. (1996). *Emissies in Nederland. Trends, thema's en doelgroepen*. VROM publicatiereeks emissieregistratie nr. 32, 1996.
2. Warmer, H. et al. (1994). *Van huis uit, Verkenningennota communale afvalwater*. RIZA nota 94.033, Watersysteemverkenningen 1996, april 1994.
3. Coppoolse, J. et al. (1993). *Speed document zware metalen in oppervlaktewater, bronnen en maatregelen*. RIZA nota 93.012, 1993.
4. Coppoolse, J. en Kersten, H. (1992). *Emissie-reductie Rijn- en Noordzee-actieplan*. Tussenstand en prognose, RIZA nota 92.065, 1992.
5. CUVWO (1986). *Diffuse bronnen van waterverontreiniging*. Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren, Werkgroep VI, 1986.
6. Rienks, J. (1996). *Inventarisatie van koper in influent en effluent van rioolwaterzuiverings-inrichtingen*. RIZA-werkdocument 96.172x, december 1996.
7. Baas, C. M., Bruggen, C. van en Huwaë, A. A. (1996). *Verwijdering van zware metalen in rioolwaterzuiveringsinrichtingen*. CBS Kwartaalbericht Milieustatistiek nr. 96/4, 1996.
8. STORA (1985). *Het inwonerequivalent getoetst*, 1985.

Europese milieuraad her ziet drinkwaternormen

De drinkwaternormen in de Europese Unie zijn aangepast aan de meest recente gezondheidkundige wetenschappelijke inzichten en aan de stand der techniek. In de 'richtlijn drinkwater' zijn minimum kwaliteitseisen opgenomen ter bescherming van de gezondheid. Lidstaten kunnen zelf scherpere normen hanteren. De nieuwe richtlijn biedt ook meer mogelijkheden om adequaat om te gaan met eventuele normoverschrijdingen. Bij overschrijdingen van de normen moet de consument geïnformeerd worden. Dit is op 17 oktober jl. afgesproken door de milieuministers van de Europese Unie in Luxemburg. De drinkwatervoorziening staat in Nederland op een zodanig hoog niveau dat waterleidingbedrijven zonder problemen ook nu al aan de nieuwe Europese kwaliteitseisen kunnen voldoen. De richtlijn is ook van toepassing op de kwaliteit van flessenwater en water dat gebruikt wordt bij de productie van levensmiddelen. De normen zijn opgesteld aan de hand van richtsnoeren van de Wereldgezondheidsorganisatie. De drinkwaternorm voor lood wordt aanzienlijk aangescherpt, van 50 naar 10

microgram per liter. Hiervoor geldt een gefaseerde overgangstermijn van 15 jaar. Om te voldoen aan de norm van 10 microgram per liter, moeten de nog aanwezige loden distributieleidingen worden gesaneerd. Nederland is hier overigens al mee bezig.

Volgens planning hebben de waterleidingbedrijven in Nederland deze operatie in 2005 voltooid. Minister de Boer (VROM) heeft naar aanleiding van een advies van de Gezondheidsraad eerder dit jaar aangegeven dat ze bij de waterleidingbedrijven erop zal aandringen de sanering te versnellen tot 2000.

Ook worden maatregelen voorbereid om de sanering van 80% van loden binnenleidingen in 2005 te realiseren. Hieronder vallen leidingen in alle huurwoningen. Voor het eind van het jaar zal een plan van aanpak worden uitgebracht, waarin één en ander verder is uitgewerkt.

De drinkwaternorm voor afzonderlijke bestrijdingsmiddelen blijft – in lijn met het Nederlandse beleid – gehandhaafd op 0,1 microgram per liter, waarbij er in totaal niet meer dan 0,5 microgram bestrijdingsmiddelen in een liter drinkwater mogen zitten. Nieuw is dat tot de bestrijdingsmiddelen nu ook de afbraakproducten worden gerekend, die soms net zo schadelijk zijn als de oorspronkelijke stof. De drinkwaternorm voor bestrijdingsmiddelen vormt in Europees verband tevens het beoordelingskader bij de toelating van bestrijdingsmiddelen op de markt.

In de nieuwe Richtlijn zijn normen opgenomen voor verschillende stoffen die ontstaan bij de desinfectie van drinkwater, zoals bromaat en trihalomethanen. Ondanks door Nederland ingebrachte voorstellen tot verlaging van de waarden, zijn de in de Richtlijn opgenomen waarden nog betrekkelijk hoog, omdat in verschillende landen anders geen adequate desinfectie mogelijk zou zijn. Als gevolg van zuiveringsmethoden worden in Nederland lagere waarden bereikt.

De richtlijn moet binnen twee jaar na inwerkingtreding door de lidstaten in nationale regelgeving worden omgezet. In Nederland zal dit onder meer plaatsvinden via een wijziging van de Waterleidingwet en het Waterleidingbesluit. In 2002 moet het drinkwater in principe aan de nieuwe en aangescherpte kwaliteitseisen voldoen. In Nederland zal dit naar verwachting voor de waterleidingbedrijven geen probleem zijn.

De richtlijn verplicht lidstaten ervoor te zorgen dat consumenten beschikken over toereikende en actuele informatie over de

kwaliteit van het drinkwater. Elke drie jaar moeten lidstaten een rapport opstellen over de kwaliteit van het drinkwater. Aan de hand van deze rapportages stelt de Europese commissie een samenvattend rapport op over de kwaliteit van het drinkwater in de hele Europese Unie. (Persbericht VROM)

Kwaliteit Rijnwater vorig jaar beneden peil

De kwaliteit van het water in de Rijn liet vorig jaar veel te wensen over. Het water bevatte te veel zouten, stikstof en fosfaten en te weinig zuurstof. Dat blijkt uit het jaarverslag 1996 van de samenwerkende Rijn- en Maaswaterleidingbedrijven RIWA. De belangrijkste oorzaak voor de mindere kwaliteit van het water was de droogte. Doordat er minder water door de Rijn stroomde en de hoeveelheid geloosde afvalstoffen ongeveer gelijk bleef, nam de kwaliteit over de hele linie af.

Het RIWA-jaarverslag spreekt van een aanzienlijke verslechtering wat betreft het gehalte chloride en natrium. Aan de jarenlange verbetering van het gehalte aan eutrofiërende stoffen, verantwoordelijk voor algengroei, kwam vorig jaar ook een einde.

De hoeveelheid lood in het water voldeed nog wel aan Nederlandse kwaliteitseisen voor drinkwater, maar niet aan de internationale streefdoelen. De bacteriologische kwaliteit voldeed aan de normen.

Het zuurstofgehalte was echter alleen op het meetpunt in het Haringvliet op orde. (ANP)

Symposium 'AQUARIUS, dynamische sturing van watersystemen'

De STOWA organiseert het symposium 'AQUARIUS, dynamische sturing van watersystemen – ontwerp en beheer van regionale watersystemen'. Het symposium vindt plaats op 14 november 1997 bij de Faculteit der Civiele Techniek aan de TU Delft.

In het ontwerp van een watersysteem dient rekening te worden gehouden met de feitelijke toestand en de wijze waarop dat systeem in operationele zin wordt beheerd. Bij dat beheer dient rekening te worden gehouden met de aan de belangen verwante doelen zoals:

- het voorkomen van overstromingen in stedelijk en landelijk gebied;
- het handhaven van condities ten gunste van de ontwikkeling en het behoud van flora en fauna;