

# Onderzoek naar de regenwaterkwaliteit, ook van belang voor de drinkwatervoorziening

In Nederland werd in het begin van deze eeuw voorzichtig wat onderzoek verricht aan regenwater. Jorissen (1906) en Van der Sleen (1912) analyseerden regenwater op chloridegehalte. Bekend geworden is een onderzoek dat in de periode 1932-1937 is uitgevoerd door K. W. H. Leeflang, destijds werkzaam bij Gemeentewaterleidingen Amsterdam (GW). Leeflang zocht naar een relatie tussen de samenstelling van regenwater en grondwater (drinkwater). Dergelijke onderzoeken staan heden, bij een belangrijk slechtere kwaliteit van het



IR. J. G. M. M. SMEENK  
Gemeentewaterleidingen  
Amsterdam



IR. A. J. VERMEULEN  
Provinciale Waterstaat van  
Noord-Holland

regenwater en onze atmosfeer, opnieuw in de belangstelling. In Nederland zijn verschillende instellingen waar men zich onder andere in min of meerdere mate met het onderzoek naar de zgn. natte en droge depositie vanuit de atmosfeer bezig houdt. Elk instituut of instelling hanteert daarbij zijn eigen doelstelling(en) waarvan de voornaamste zijn het wetenschappelijk onderzoek, onderzoek naar invloeden van industrieën op hun omgeving en onderzoek naar de belasting van bodem en/of oppervlaktewateren. Het in dit artikel beschreven onderzoek beschrijft voor een aantal elementen de belasting van de bodem door natte en droge depositie vanuit de atmosfeer en tracht een inzicht te geven in het belang van een dergelijk onderzoek voor de drinkwatervoorziening.

## Natte en droge depositie vanuit de atmosfeer

In de atmosfeer is altijd een zekere hoeveelheid stof aanwezig, afkomstig van o.a. vulkaanuitbarstingen, windbewegingen over het aardoppervlak en — voornamelijk plaatselijk — door menselijke activiteiten. De hoeveelheid en samenstelling kunnen met de tijd en de plaats sterk variëren. Het stof verblijft niet permanent in de atmosfeer maar komt zowel door de zwaartekracht als via de neerslag weer op de bodem terecht. Dit weer op de bodem terecht komen noemt men de 'depositie'. De depositie kan in twee gedeelten worden

onderscheiden: de 'natte' en de 'droge' depositie. Onder natte depositie wordt verstaan de depositie van stoffen, opgelost of gesuspendeerd in vast of vloeibaar H<sub>2</sub>O tot een totaal van niet meer dan 1 massa <sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Onder de natte depositie vallen de verschijnselen regen, sneeuw, hagel, ijzel, mist en ruige rijp (= onderkoelde mist). Onder droge depositie worden verstaan alle vormen van depositie, welke niet voldoen aan de definitie van de natte depositie. Onder droge depositie vallen de verschijnselen rijp, dauw en de depositie van gassen (adsorptie aan het aardoppervlak) en aerosolen (vallend stof).

Beide voorgenoemde vormen van depositie worden samengevat in de term 'atmosferische depositie'.

Voor wat de natte depositie betreft, deze komt tot stand door 2 processen, de zgn. 'rain-out' en 'wash-out'. Onder 'rain-out' wordt verstaan het oplossen of suspenderen van deeltjes in de wolken druppeltjes (dus niet in de vallende regendruppels), terwijl onder 'wash-out' wordt verstaan het invangen van stoffen door vallende regendruppels hetgeen een reinigend effect van de lucht tussen wolkenbasis en aardoppervlak tot gevolg heeft. Over het algemeen is de hoeveelheid stoffen welke door 'rain-out' op de bodem wordt gedeponneerd groter dan door 'wash-out', maar in geïndustrialiseerde gebieden kan de 'wash-out'-hoeveelheid overheersen.

De voor het onderzoek gebruikte regenvanger is van een type waarbij zowel droge als natte depositie wordt opgevangen. Het is daardoor noodzakelijk om de analyseresultaten om te werken in depositie-getallen (hoeveelheid per m<sup>2</sup> per tijds-eenheid) en niet als concentratie, om te voorkomen dat de suggestie wordt gewekt dat de gemeten hoeveelheid stoffen alleen van het regenwater afkomstig is.

Voor de berekening van de belasting van bodem- en oppervlaktewater zijn de resultaten van het onderzoek niet voor 100 % exact; immers, het oppervlak van de trechter is van geheel andere aard en samenstelling dan het oppervlak van een grasland of waterpartij, zodat met name in de droge positie verschillen kunnen optreden tussen de werkelijke droge depositie en de via de trechter van de regenvanger gemeten droge depositie. Daar het aandeel van de droge depositie in de atmosferische depositie over het algemeen sterk in de minderheid is zal de ge-

maakte en vrijwel niet te vermijden fout naar alle waarschijnlijkheid niet groot zijn [6 en 7].

In waterwingebieden, waar tevens oppervlaktewater wordt geïnfiltreerd, kan men met betrekking tot de totale toevoer van verontreinigingen onderscheid maken in een natuurlijke en kunstmatige infiltratie van 'vreemde' stoffen, nl. via droge en natte depositie uit de atmosfeer enerzijds en via het infiltreren van oppervlaktewater anderzijds. Dit laatste type infiltratie heeft in de afgelopen jaren de nodige bezorgdheid opgeroepen ten aanzien van de ter plaatse aanwezige natuur. Wellicht nogal eenzijdig, nu gebleken is dat voor sommige stoffen de natuurlijke infiltratie ten opzichte van de kunstmatige niet te verwaarlozen is. Dit kan gekonkludeerd worden uit het onderzoek dat in het infiltratiegebied van Gemeentewaterleidingen te Leiduin bij Heemstede is uitgevoerd. De resultaten van dit onderzoek, dat zich naast de samenstelling van de atmosferische depositie ook heeft toegespitst op onderzoek naar de samenstelling van atmosferisch stof, worden hierna gegeven.

## De samenstelling van het atmosferisch stof

Zoals reeds opgemerkt bepalen de hoedanigheid en de hoeveelheid van het atmosferisch stof in hoge mate de samenstelling van het neerslagmonster. In nevenstaande tabel I krijgt een indruk van de gehalten van enige belangrijke componenten van het atmosferisch stof te Leiduin. Alle monsters zijn genomen met behulp van een 'Rac High Volume Sampler', een apparaat waarmee in betrekkelijk korte tijd grote hoeveelheden lucht (tot ca. 100 m<sup>3</sup>/h) door een membraanfilter 0,8 µm gezogen kunnen worden. De zuigmond bevindt zich op ca. 4 meter boven het maaiveld.

Uit overeenkomstig onderzoek [1 en 2] is gebleken dat deze concentraties goed overeenkomen met elders gevonden waarden. Dit wordt geïllustreerd in tabel II, alwaar de elementen voor dit doel in een drietal concentratiegebieden zijn ondergebracht. Het vergelijkingsmateriaal in deze tabel is afkomstig van onderzoek in Rotterdam en Haarlem-Noord.

## De samenstelling van de atmosferische depositie

De atmosferische depositie werd bepaald

TABEL I - Gehalten van enige elementen in atmosferische stof in het infiltratiegebied (periode: september-oktober 1973).

Element	Na	K	Ca	Mg	Pb	Fe	Zn	Cu	Si	Hg	Cl-	F-	Cd	Cr
Gehalte (µg/m <sup>3</sup> )	0,7	0,4	0,2	0,2	1,0	1,2	1,1	0,04	0,3	0,001	2,5	0,5	0,005	0,02

TABEL II - Globale concentraties van enige elementen in atmosferische stof te Rotterdam, Haarlem en Leiduin.

	Koncentratieniveau's		
	0,1 - 2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,01 - 0,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,001 - 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Rapport C-C-C [1]	silicum, ijzer, aluminium, natrium, kalium, chloride, zink, bromide, lood	mangaan, fluoride, koper, vanadium, antimoon, chroom	molybdeen, arseen, kwik, cadmium, kobalt, seleen
Onderzoek te Leiduin sept. - okt. 1973	silicum, ijzer, natrium, kalium, calcium, magnesium, fluoride, chloride, zink, lood	koper, chroom	kwik, cadmium
Onderzoek te Rotterdam 1971 - 1972 [2]	natrium, kalium, chloride, aluminium, koper, zink, ijzer, lood (tot 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), silicium, bromide, mangaan	vanadium, chroom, antimoon	arsen, cobalt, cadmium, molybdeen, lanthaan, nikkel, kwik (< 0,001 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

met behulp van een neerslagvanger van polytheen met een opvangoppervlak van ca. 580 cm<sup>2</sup>. Het opvangoppervlak bevond zich op ca. 85 cm hoogte boven het grondoppervlak dat begroeid was met laag struikgewas tot ca. 50 cm hoogte. Verdamping van de monsters werd zoveel mogelijk tegengegaan door een kleine uitstroomopening van de opvangtrechter (8 mm). Vóór de proefserie werd de neerslagvanger gespoeld met verdund salpeterzuur.

De neerslagmonsters werden vanuit het polytheen opvangvat onder de neerslagvanger overgebracht in polytheen monsterflessen en ter conservering aangezuurd met salpeterzuur tot 0,1 Molair. De analyse van Fe vond plaats door middel van ontsluiting met kokend 8NH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en kolorimetrie van het rhodanide-komplex.

Chloride werd eveneens kolorimetrisch bepaald. Fluoride met behulp van een ion specifieke elektrode en de overige elementen met behulp van atomaire absorptie spectrofotometrie, zowel met de vlam als vlamloos.

Meer recent zijn verdere verfijningen in de bemonstering van neerslag aangebracht. Voorbeelden hiervan zijn het zwart verven van het neerslagopvangvat in verband met algengroei en het tegengaan van vervuiling door vogels door de rand van de opvangtrechter te voorzien van een scherpe rand [3]. Tabel III geeft een overzicht van de te Leiduin gevonden atmosferische depositiewaarden. Tevens is de in de meetperiode gekonstateerde spreiding opgenomen. Daarnaast is weergegeven welke fractie van de depositie als 'natuurlijk' dient te worden beschouwd. Zoals reeds opgemerkt, moet bij de interpretatie van deze waarden rekening worden gehouden met het feit, dat deze atmosferische depositie tot stand komt als gevolg van 'natte' en 'droge' depositie. Met name de bepaling van de 'droge' depositie geschiedt met dit type neerslagvanger minder

exact. Daar komt nog bij, dat de toegepaste destructieprocedure m.b.v. 0,1 M HNO<sub>3</sub> zeer mild is en derhalve waarschijnlijk niet volledig, met name voor componenten afkomstig van de droge depositie. Aangezien de 'droge' depositie zoals gezegd over het algemeen een

TABEL III - Vergelijking van gemeten en 'natuurlijke' atmosferische deposities in het infiltratiegebied te Leiduin gedurende augustus-september 1974.

Element	Spreiding der meetresultaten ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{etmaal}^{-1}$ )	Gemiddelde waarden ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{etmaal}^{-1}$ )	'Natuurlijke' depositie [3] ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{etmaal}^{-1}$ )	Aandeel 'natuurlijke' depositie in totaal (%)
Kwik	0,14— 1,28	0,64	—	—
IJzer	129,2 — 987,7	388,6	< 300	100— 30
Koper	36,0 —1487,5	500,4	< 20	56— 1
Chroom	0,72— 11,9	5,25	—	—
Cadmium	0,36— 6,0	2,21	< 2	100—100
Mangaan	30,6 — 187,2	89,6	—	—
Zink	145,4 —2927,4	796,1	< 40	28— 1
Lood	10,8 — 71,4	34,3	< 16	100— 23
(mg·m <sup>-2</sup> ·etmaal <sup>-1</sup> )				
Calcium	3,24— 32,1	10,8	< 2	62— 6
Magnesium	0,50— 6,24	3,18	—	—
Fluoride	0,04— 0,71	0,23	< 0,02	50— 3
Chloride	6,12— 99,8	46,8	—	—
Natrium	4,32— 65,0	31,7	—	—

TABEL IV - Vergelijking van gemeten deposities te Leiduin en Heemstede over de maanden augustus en september 1974.

Element	Aantal bepalingen	Spreiding der meetresultaten te Leiduin ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{etm}\cdot^{-1}$ )	Spreiding volgens literatuur [4] ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{etm}\cdot^{-1}$ )	Gemiddelde der meetresultaten te Leiduin ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{etm}\cdot^{-1}$ )	Gemiddelde volgens literatuur* ( $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{etm}\cdot^{-1}$ )
Kwik	5	0,14— 1,28	—	0,64	—
IJzer	6	129,2 — 987,7	—	389	—
Koper	6	36,0 —1487,5	10 — 20	500	20
Chroom	6	0,72— 11,9	—	5,3	—
Cadmium	6	0,36— 6,00	1,8— 2,4	2,2	2,1
Mangaan	6	30,6 — 187,2	—	90	—
Zink	6	145,4 —2827,4	150 —240	796	200
Lood	6	10,8 — 71,4	20 — 40	34	30
(mg·m <sup>-2</sup> ·etm· <sup>-1</sup> )					
Calcium	6	3,24— 32,1	4,9 — 7,5	11	6,4
Magnesium	6	0,50— 6,24	—	3,2	—
Fluoride	6	0,04— 0,71	0,04— 0,08	0,23	0,06
Chloride	6	6,12— 99,8	5,4 —17,8	47	12
Natrium	5	4,32— 65,0	3,2 —11,5	32	7,7

\* Monsterpunt: Riolwaterzuiveringsinstallatie Heemstede (R 22). Periode: augustus-september 1974.

gering aandeel heeft in het totaal van 'droge' en 'natte' depositie, is de fout in de bepaalde waarde gering.

In tabel IV zijn de in tabel III vermelde depositie-waarden vergeleken met de resultaten van het, voor wat betreft tijd en plaats, dichtst in de buurt komende neerslagbemonsteringspunt. Het onderzoek op dit punt wordt uitgevoerd door de Dienst voor de Milieuhygiëne van de Provinciale Waterstaat van Noord-Holland op de rioolwaterzuivering van Heemstede [4]. De invloed van de zee blijkt duidelijk uit de hogere waarden die voor chloride, magnesium, calcium en natrium worden gevonden in het duingebied ten opzichte van de ca. 5 km oostelijker gelegen rioolwaterzuiveringsinstallatie.

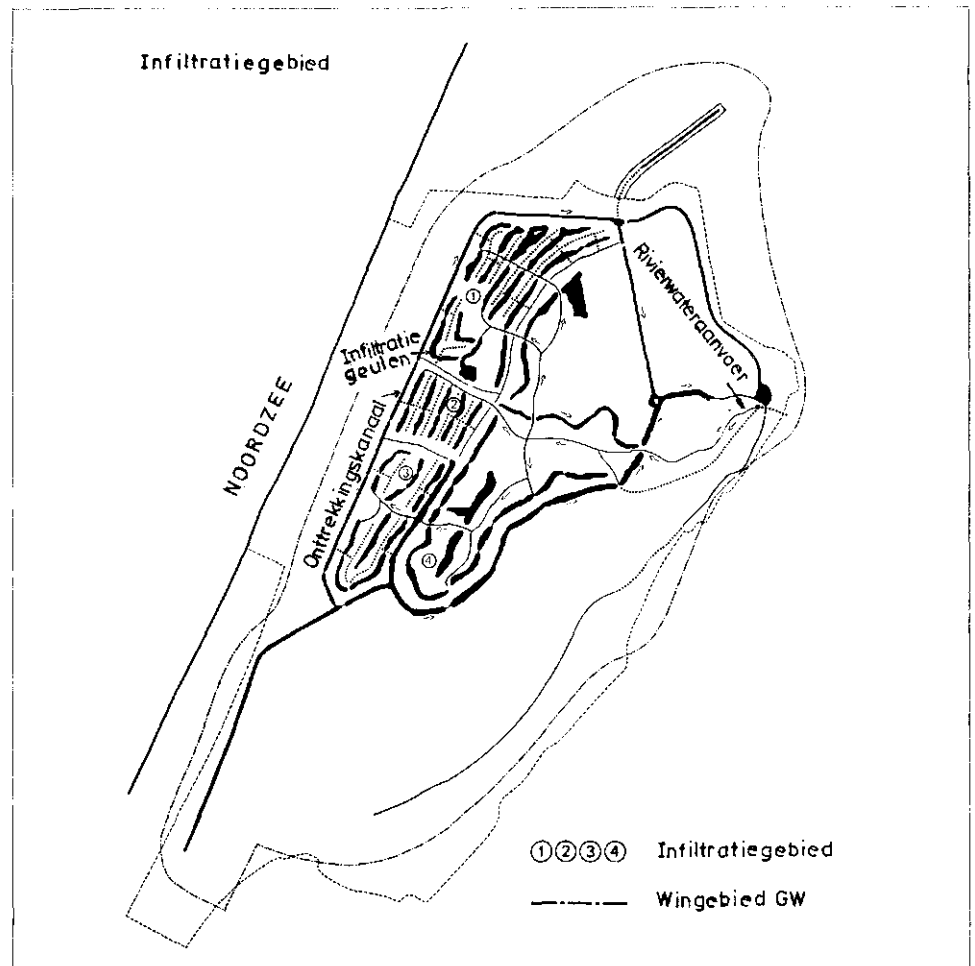
Opmerkelijke verschillen zijn vooral te vinden in de maxima van de fluoride-, koper-, zink- en cadmiumdeposities. Uit de rapportenreeks betreffende de onderzoeken van regenwater in Noord-Holland door Provinciale Waterstaat (PWS) komt naar voren, dat de verschillende deposities

niet alleen in de tijd maar ook ter plaatse sterk kunnen wisselen. Op enkele kilometers afstand kan men soms een faktor 10 hogere of lagere depositie vinden. Het lijkt dan ook waarschijnlijk dat de gevonden verschillen moeten worden toegeschreven aan geografische verschillen. Systematische fouten in de monster- en/of analyseprocedure moeten uitgesloten worden geacht, aangezien zowel hoge als lage waarden worden gevonden. Een vergelijking van de atmosferische depositie en de depositie ten gevolge van de aanvoer van ruwwater van de Watertransportmaatschappij Rijn-Kennemerland (WRK) in het infiltratiegebied te Leiduin wordt vervolgens gegeven in tabel V. Afb. 1 geeft een toelichting op de gebruikte begrippen infiltratiegeul, infiltratiegebied en totale wingebed GW. Uit deze tabel komt duidelijk naar voren, dat het aandeel van de atmosferische depositie in het totaal van atmosfeer en WRK samen wat betreft de 'makro'-elementen zoals calcium, magnesium, fluoride, chloride en natrium uiterst beperkt is. In deze gevallen is de bijdrage van de neerslag in de totale depositie per m<sup>2</sup> infiltratiegeul steeds kleiner dan 1 %. Per m<sup>2</sup> infiltratiegebied is deze bijdrage ca. 1 %. Wat betreft fluoride dient opgemerkt te worden dat deze depositie ondanks het geringe aandeel toch niet als natuurlijk kan worden beschouwd (zie ook tabel III). Het aandeel van de atmosferische depositie in het totaal is voor wat betreft de 'mikro'-elementen veel groter. Het aandeel van de atmosfeer in het totaal van atmosfeer en WRK-water bedraagt per m<sup>2</sup> infiltratiegeul in de meeste gevallen 1 tot 4 %. Per m<sup>2</sup> infiltratiegebied 4 tot 20 %, per m<sup>2</sup> totaal wingebed 26 tot 70 %.

De opvallendste uitzonderingen worden gevormd door koper en zink, waarvoor per m<sup>2</sup> infiltratiegeul 20 resp. 24 %, per m<sup>2</sup> infiltratiegebied 62 resp. 67 % en per m<sup>2</sup> totaal wingebed resp. 93 en 94 % werd gevonden voor het aandeel van de atmosferische depositie in de totale aanvoer van deze elementen. In afb. 2 komen deze uitzonderingsposities duidelijk naar voren.

Zoals reeds opgemerkt kan de depositie van een aantal elementen in de tijd sterk variëren; vooral koper, zink en fluoride vertonen dit verschijnsel in sterke mate. Ongetwijfeld zijn hierbij bepaalde menselijke activiteiten in het spel. Zo lijkt bijv. het aandeel van het industriegebied rond IJmuiden in de te Leiduin bepaalde fluoride-depositie onmiskenbaar. Dit blijkt ook uit andere onderzoeken [3].

Voor koper en zink is de situatie minder duidelijk. Uit de rapporten van Provinciale Waterstaat betreffende de kwaliteit van het regenwater in de provincie blijkt niet, dat het meetpunt te Heemstede zich onder-



Afb. 1 - Situering van infiltratiegeulen en infiltratiegebied in het wingebed GW.

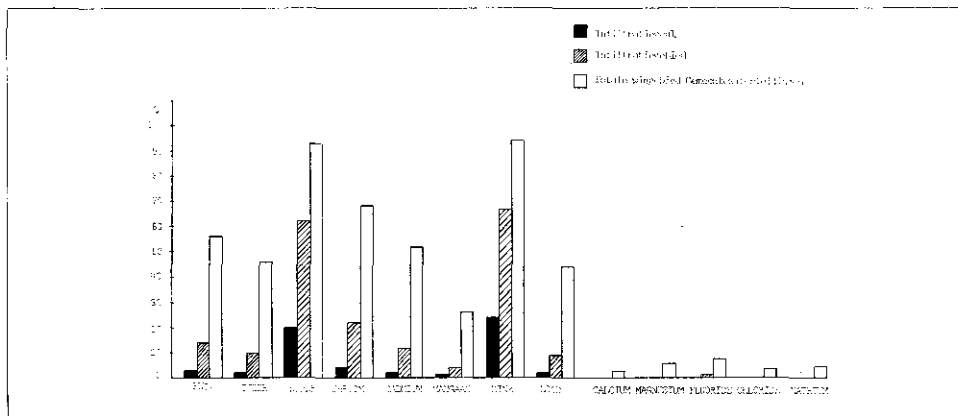
scheidt door een hoge koperdepositie. Volgens een andere literatuurbron [5] is dit wel het geval geweest in de periode maart t/m december 1972 op het meetpunt gemeentekwekerij aan de Kleverlaan te Haarlem. Hieruit moge blijken hoe groot

de variaties in de deposities ook ten gevolge van kleine geografische verschillen kunnen zijn. De vergelijking van cijfers, zoals in de tabellen IV en V, dient dan ook met het grootste voorbehoud te geschieden. De zinkdepositie blijkt volgens de PWS-

TABEL V - Overzicht deposities gedurende augustus-september 1974.

Element	Depositie door rivierwater			Atmosf. Depositie volgens GW-analyses	Atmosf. Depositie volgens PWS-analyses	Atmosferische depositie in het totaal (atmosfeer + WRK)			
	per m <sup>2</sup> infiltr. geul *	per m <sup>2</sup> infiltr. gebied	per m <sup>2</sup> totale gebied GW			in infiltratie-geul	in infiltratie-gebied	in wingebed GW	
	(µg. etm. -1, m <sup>-2</sup> )						in procenten		
Hg	25	3,9	0,50	0,64	—	3	14	55	
Fe	22500	3495	451	389	—	2	10	46	
Cu	2000	311	40	500	20	20	62	93	
Cr	125	19	2,5	5,3	—	4	22	68	
Cd	100	16	2,0	2,2	2,1	2	12	52	
Mn	12500	1942	250	90	—	1	4	26	
Zn	2500	388	50	796	200	24	67	94	
Pb	2125	330	43	34	30	2	9	44	
	(mg. etm. -1, m <sup>-2</sup> )								
Ca	20625	3204	413	11	6,4	0,05	0,3	3	
Mg	2510	390	50	3,2	—	0,1	0,8	6	
F	138	21	2,8	0,23	0,06	0,2	1,1	8	
Cl	51700	8023	1035	47	12	0,09	0,6	4	
Na	29300	4555	588	32	7,7	0,1	0,7	5	

\* Infiltratiesnelheid: 0,25 m. etmaal<sup>-1</sup>.



Afb. 2 - Procentueel aandeel van de atmosferische depositie in de totale depositie door atmosfeer en WRK-water.

analyses eveneens een sterk wisselend karakter te hebben op het monsterpunt te Heemstede. In de periode april t/m juni 1975 is deze depositie zelfs veel hoger geweest dan de toch al hoge depositie in de periode augustus t/m september 1974 te Leiduin. Feitelijke oorzaken voor de van tijd tot tijd hoge koper- en zinkdeposities zijn praktisch niet te geven. Meer duidelijkheid zou verkregen kunnen worden indien bekend zou zijn hoe de deposities variëren met de windrichting. Op deze wijze heeft men hoge koperdeposities in Noord-Holland met grote waarschijnlijkheid toe kunnen schrijven aan het zandstralen van scheepshuiden met koperhoudende slak op werven in het Noordzeekanaal-gebied.

Uit het voorgaande moge blijken, dat de gegeven cijfers uit ons onderzoek mede ook ten gevolge van de korte bemonsteringsperiode slechts een indicatie kunnen geven over het aandeel van de atmosferische depositie in het totaal van depositie uit atmosfeer en WRK-water te Leiduin. Belangrijker dan de precieze depositie is evenwel de konstatering van het feit, dat het aandeel van de atmosfeer in de depositie van elementen in het duingebied te Leiduin van tijd tot tijd aanzienlijk kan zijn en soms het aandeel van het rivierwater zelfs overtreft. Aangezien de infiltratie van rivierwater in natuurgebieden nogal eens aanleiding geeft tot de bewering dat juist het rivierwater zou leiden tot ontoelaatbare vervuiling van het milieu ter plaatse, is het goed om te beseffen dat dit in het algemeen een eenzijdige en in bepaalde opzichten zelfs een verkeerde voorstelling van zaken is. Verder is met het hier beschreven onderzoek nog eens benadrukt dat een goede controle op de atmosferische depositie minstens zo zinvol is als een kwaliteitsbewaking van het oppervlaktewater. Er zijn aanwijzingen, dat de atmosferische depositie te Leiduin niet tot de in dit onderzoek genoemde parameters beperkt blijft. Met name organo-chloorverbindingen zijn

voor verder onderzoek interessant geworden sinds de konstatering van geregelde stankoverlast in het duingebied te Leiduin en daarbuiten als gevolg van de verbranding van organo-chloorhoudend afval op de Noordzee.

#### Konklusies

1. De te Leiduin gevonden element-koncentraties in atmosferisch stof zijn qua grootte-orde goed vergelijkbaar met elders gevonden waarden.
2. Het is gebleken, dat de bijdrage van de atmosferische depositie in de totale vervuiling van de bodem door een aantal 'mikrometalen' niet is te verwaarlozen. In de hier beschreven periode overtrof deze bijdrage het aandeel van het geïnfiltrateerde WRK-water zelfs voor wat betreft de elementen zink en koper. In deze gevallen bedroeg het aandeel van de atmosferische depositie in het totaal van atmosfeer en WRK per m<sup>2</sup> infiltratiegeul 20 resp. 24 %. Per m<sup>2</sup> infiltratiegebied wordt deze bijdrage resp. 62 resp. 67 %. Voor de andere onderzochte 'mikrometalen' was het aandeel geringer maar toch nog steeds aanzienlijk. Voor de elementen kwik, ijzer, chroom, cadmium, mangaan en lood is de bijdrage per m<sup>2</sup> infiltratiegeul 1 tot 4 %. Per m<sup>2</sup> infiltratiegebied wordt dit 4 tot 20%.
3. Het aandeel van de atmosferische depositie in de depositie van chloride, calcium, magnesium, fluoride en natrium is ondanks de nabijheid van de zee beperkt tot ca. 1 % per m<sup>2</sup> infiltratiegebied.
4. Het verrichte onderzoek illustreert ondanks de beperkte opzet heel duidelijk, dat het onjuist is om bij de discussies over de gevolgen van de infiltratie van rivierwater in natuurgebieden, het aandeel van de atmosferische depositie buiten beschouwing te laten.

5. Bovendien is aangetoond, dat een goede controle van de atmosferische depositie minstens even belangrijk is als de bewaking van de oppervlaktewaterkwaliteit.

#### Literatuur

1. Centrale coördinatiecommissie Luchtverontreiniging Noordzeekanaalgebied. 'Verslag van de metingen van zwaveldioxyde, standaardrook en stof in het Noordzeekanaalgebied. Periode 1 april 1973 tot 1 april 1973.
2. Evendijk, J. E. Extern, III (1974), nr. 8-555.
3. Vermeulen, A. J. 'Inmissie-onderzoek met behulp van regenvangers. Opzet, ervaringen en resultaten'. Maart 1977. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland.
4. Provinciale Waterstaat van Noord-Holland, Dienst voor de Milieuhygiëne. 'Onderzoek van regenwater in Noord-Holland'. Periode 1 juli t/m 31 december 1974.
5. Centrale coördinatiecommissie Luchtverontreiniging Noordzeekanaalgebied. 'Onderzoek naar het voorkomen van sporenelementen in luchtstof in Amsterdam, Kennemerland en Zaanstreek'. Periode maart t/m december 1972.
6. Pierson, M., c.s. Nature, 241, jan. 26 (1974).
7. Junge, C. E. 'Air Chemistry and Radioactivity'. Vol. 4 (1963). Academic Press London.



#### OQSI

Vlak boven de banden van een auto met een bekend embleem, ontdekten wij het getal 32, in kleine witte cijfers op de spatborden. Navraag leerde dat, als de banden van die auto moesten worden opgepompt, de chauffeur erop moest letten dat de manometer in de luchtslang dan dat getal op één van de twee aanwezige schalen moest aanwijzen. Hij moest wel de goede schaal nemen, want de ervaring met een nieuweling in het bedrijf had geleerd dat als je de verkeerde schaal nam de gevolgen nogal desastreus waren. Bij de zogenaamde goede schaal stond als eenheid aangegeven: lbs/m<sup>2</sup>; bij de andere schaal stond: kg/cm<sup>2</sup>. Beide vermelde eenheden voor druk vallen niet onder het SI, de juiste eenheid voor druk (kracht per oppervlakte) is N/m<sup>2</sup> (newton per vierkante meter; deze heeft een eigen naam: pascal, symbool Pa). Het opschrift van de auto kunnen we 'vertalen' naar de SI-eenheid volgens: 32 lbs/m<sup>2</sup> = 32 x 6 894,76 Pa = 220 000 Pa = 220 kPa. (Omrekenen vanaf kg/cm<sup>2</sup>: 1 kg/cm<sup>2</sup> = 98,066 5 kPa.)