

Diffuse en lokale verontreinigingsbronnen en hun effecten op het grondwater

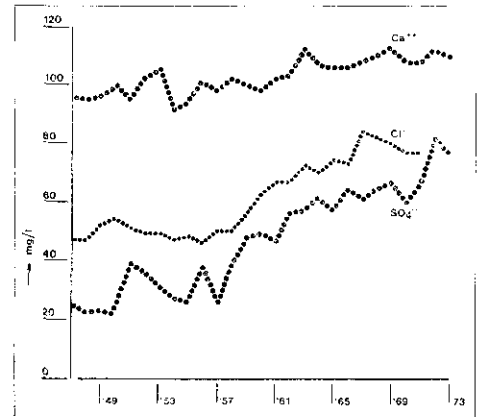
Voordracht op de lezingdag 'Grondwaterverontreiniging en -bescherming' georganiseerd door Hydrologische Kring|VWN op 2 mei 1979.

Inleiding

Tengevolge van talrijke menselijke activiteiten worden stoffen op of in de bodem gebracht welke vervolgens kunnen uitspoelen naar het grondwater. Ook kan sprake zijn van penetratie van beschermende bodemlagen waardoor het doordringen van verontreinigende stoffen in het grondwater wordt vergemakkelijkt. Ten onrechte wordt vaak aangenomen dat tengevolge van de zuiverende werking van de bodem de verontreiniging van het grondwater over het algemeen is te verwaarlozen. Zo is vooral

agrarisch gebruik van de bodem. De cultuurgrond omvat in Nederland circa 2/3 van het totale landoppervlak: ongeveer 42 % van de Nederlandse bodem is in gebruik als grasland terwijl 22 % als bouwland wordt gebruikt. Ook gebieden met een meer of minder uitgebreide woonbebouwing kunnen onder de term diffuse bronnen worden gerekend; zij omvatten circa 6 % van het totale landoppervlak.

De meest in het oog springende lokale verontreinigingsbronnen zijn vuilstortplaatsen. Zij beslaan in Nederland een oppervlak van circa 25 km² [1]. Andere lokale verontreinigingsbronnen zijn onder meer begraaftuinen, vloeivelden, percelen met sterke overbemesting, septictanks en campings. Daarnaast kunnen vele calamiteiten als lokale verontreinigingsbronnen van tijdelijke aard worden opgevat. In het hiernavolgende zal op enkele van de genoemde verontreinigingsbronnen nader worden ingegaan.



Afb. 1 - Kwaliteitsverloop ondiep grondwater bij Wijk aan Zee.



IR. W. VAN DUIVENBOODEN
RID

ten aanzien van het ondiepe grondwater sprake van een geleidelijke achteruitgang van de kwaliteit, die bij verschillende pompstations duidelijk is waar te nemen. Bij enkele pompstations werd onlangs een dandige verontreiniging van het grondwater geconstateerd dat de levering van water tijdelijk moest worden gestaakt. Een voortgaande verontreiniging van het grondwater zou tot gevolg kunnen hebben dat gebruik van grondwater ten behoeve van de drinkwatervoorziening in de toekomst nog slechts mogelijk zal zijn door toepassing van meer complexe zuiveringstechnieken. Het behoeft geen betoog dat een dergelijke ontwikkeling dient te worden vermeden.

Verontreinigingsbronnen

Het zou in dit kader te ver voeren een opsomming te geven van de talrijke menselijke activiteiten welke aanleiding kunnen geven tot een achteruitgang van de grondwaterkwaliteit. Een vrij uitgebreide opsomming is onder meer gegeven in het eerste rapport van de Commissie Bescherming Waterwingebieden [3]. In het algemeen kan onderscheid worden gemaakt in lokale bronnen en in verontreinigingsbronnen met een diffuus karakter. Bij diffuse verontreinigingsbronnen is veelal sprake van een relatief geringe beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit, welke zich echter uitstrekt over grote oppervlakten, terwijl bij lokale bronnen in het algemeen het grondwater plaatselijk sterk is verontreinigd.

De meest diffuse verontreinigingsbron die denkbaar is, is de regen, die overigens lokaal sterker verontreinigd kan zijn dan uit het gemiddelde beeld blijkt. Een andere belangrijke diffuse bron van verontreiniging is het

De neerslag

De natuurlijke samenstelling van de neerslag wordt in Nederland sterk beïnvloed door emissies in de lucht. Vele in de lucht geëmitteerde stoffen komen via neerslag of droge depositie na enige tijd op de bodem terecht en kunnen vervolgens uitspoelen naar het grondwater.

De lucht-emissie-registratie omvat vele honderden, vaak schadelijke, verbindingen. Tabel I verschaft voor enkele groepen verbindingen enig inzicht in de hoeveelheden die worden uitgestoten [2].

Een bekend voorbeeld van een stof, die via emissies in de lucht de kwaliteit van de neerslag en daarmee ook de grondwaterkwaliteit beïnvloedt, is SO₂. Dit zwaveldioxide wordt door oxidatie omgezet in sulfaat, dat vervolgens via de neerslag uitregent. Door toenemend gebruik van vaste en vloeibare brandstoffen nam de SO₂-

emissie in Nederland toe tot circa 1.000 miljoen kg in 1967 [9, 10].

Tengevolge van de overschakeling op aardgas trad meer recent een duidelijke afname van de SO₂-emissie op. Thans is o.m. door toename van het kolenverbruik, met name bij grootverbruikers als electriciteitscentrales, weer een duidelijk stijgende lijn te onderkennen. Een 1.000 MW met kolen gestookte electriciteitscentrale produceert circa 50.000 ton SO₂ per jaar.

Vooraf bij industriële centra en gebieden met stedelijke woonbebouwing worden duidelijk verhoogde SO₄²⁻-concentraties in het regen- en grondwater aangetroffen. Zo werd in Oost-Brabant en Noord-Limburg in woongebieden gemiddeld 91 mg/l SO₄²⁻ in het grondwater aangetroffen tegenover 34 mg/l in natuurgebieden en circa 47 mg/l in grondwater onder cultuurgebieden (zie tabel II). Het lijkt aannemelijk de verhoogde SO₄²⁻-concentraties onder meer toe te schrijven aan het gebruik van huisbrandkolen en olie in de periode vóór 1970 [6]. Een duidelijk voorbeeld van in de loop van de tijd stijgende SO₄²⁻-gehalten in het grondwater nabij een industrieel gebied is weergegeven in afb. 1.

Een secundair effect van de stijgende gehalten van SO₄²⁻ en NO₃⁻ in het regenwater is de toenemende verzuring van de neerslag.

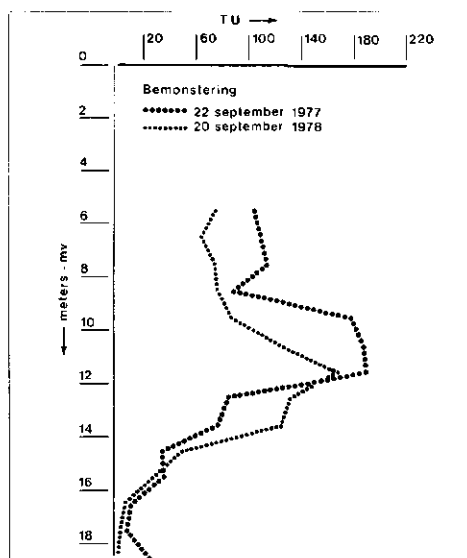
Zo was in 1967 de pH van het regenwater te De Bilt gemiddeld 3,8. Naast het vooral uit Scandinavië bekende effect van de verzuring

TABEL I - Totale emissie in de lucht in 1976, in miljoen kg (bron CBS).

CO	1.417
NO _x	409
SO ₂	377
aerosolen	41
aldehyden	3
koolwaterstoffen	191

TABEL II - Effect van het bodemgebruik op de kwaliteit van het ondiepe grondwater (10 - 20 m beneden maaiveld) in Oost-Brabant en Noord-Limburg (analysegegevens van na 1950).

Parameter	eenheid	natuurterrein	grasland	bouwland	bebouwing
Cl ⁻	mg/l	22	37	42	54
SO ₄ ²⁻	mg/l	34	41	54	91
NO ₃ ⁻	mg/l	1,9	1,3	10,4	30,0
HCO ₃ ⁻	mg/l	40	67	68	131
NH ₄ ⁺	mg/l	0,5	1,7	1,1	0,3
Na ⁺	mg/l	17	21	27	50
Hardheid	°D	3,3	5,1	6,3	11,6
Gel.heid	µs/cm	177	240	316	484



Afb. 2 - Ouderdomsbepaling grondwater. Verloop van het tritiumgehalte in het grondwater in de duinen (boring 30D-152).

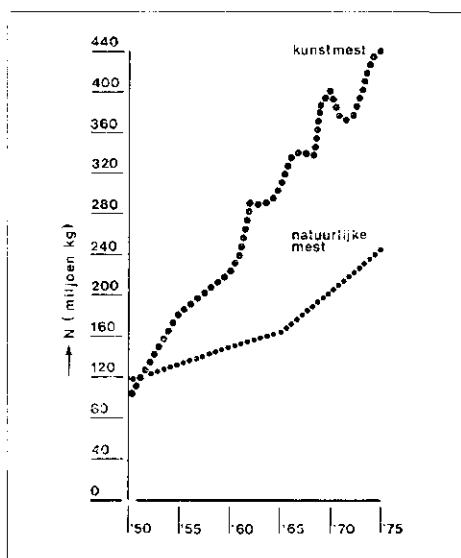
van het water in meren kan een dergelijke hoge zuurgraad tevens aanleiding geven tot een verhoogde uitspoeling van spoorelementen naar het grondwater.

Een kwaliteitsverandering van de neerslag heeft niet direct en niet in dezelfde mate invloed op de kwaliteit van het grondwater. Door verdamping kan in de resterende (nuttige) neerslag een concentratieverhoging plaatsvinden. Afhankelijk van de hoeveelheid nuttige neerslag vindt in de verzadigde zone van homogene watervoerende pakketten een vertikaal transport van infiltrerend regenwater plaats met een werkelijke snelheid van gemiddeld één en over het algemeen maximaal 2 meter per jaar. In de onverzadigde zone is deze snelheid, mede afhankelijk van het bodemtype, meestal enkele malen groter.

Een interessant voorbeeld van kwaliteitsverandering van het grondwater in de tijd tengevolge van de neerslag is weergegeven in afb. 2. De verhoogde tritiumgehalten in het regenwater in het begin van de zestiger jaren tengevolge van de toentertijd uitgevoerde kernproeven in de atmosfeer worden thans teruggevonden in het grondwater in de duinen tussen 10 en 14 meter beneden maaiveld (m-mv). Opvallend is enerzijds de verplaatsing naar de diepte van de piekconcentratie, anderzijds de tamelijk scherpe begrenzing van de beïnvloede zone. Uit dit laatste blijkt de op korte termijn zeer geringe vermenging tengevolge van dispersie en diffusie in het grondwater [6].

Landbouw

Voorals sinds de 2e wereldoorlog is er een sterke toeneming te constateren van het gebruik van kunstmest, bestrijdingsmiddelen en de productie van natuurlijke meststoffen.



Afb. 3 - Productie en gebruik van stikstof in de landbouw.

TABEL III - Mestgebruik in 1976 in miljoen kg (bron CBS).

	kunstmest	natuurlijke mest
stikstof (N)	453	242
P ₂ O ₅	81	144
K ₂ O	101	233
CaO	230	

Enig inzicht in het toenemend gebruik voor wat betreft stikstof geeft afb. 3. Het mestgebruik in 1976 is ten aanzien van enkele componenten weergegeven in tabel III [2]. In 1976 bedroeg de waarde van de gebruikte bestrijdingsmiddelen in Nederland meer dan 100 miljoen gulden.

Aangezien een verhoogde mestgift over het algemeen niet gepaard gaat met een naar evenredigheid toenemende opname van meststoffen in het totaal van de te oogsten gewassen, moet bij stijgend bemestingsniveau rekening worden gehouden met een sterk toenemende uitspoeling naar het grondwater. Uit tabel II blijkt dat dit duidelijk het geval is. Vooral in gebieden waarin een overmatige bemesting plaatsvindt kan sprake zijn van een verontreiniging van het grondwater. Zo werden in het ondiepe grondwater bij een overbemest perceel te Uddel nitraatconcentraties geconstateerd van meer dan 400 mg/l. In gebieden met zuurstofhoudend grondwater zoals op de Veluwe kan dit nitraat tot op grote diepten doordringen. Bij anaeroob grondwater kan het nitraat door denitrificatie weer als stikstof uit het grondwater ontwijken. Een voorbeeld van de toename van de nitraatconcentratie in het diepere grondwater in de loop van de tijd is weergegeven in tabel IV [5].

Bij een in 1950 door Trines in Brabant en Limburg uitgevoerd onderzoek naar het nitraatgehalte van het grondwater bij boer-

TABEL IV - Nitraatgehalte van het grondwater te Ermelo in mg/l.

bemonsteringsdatum	filterdiepte in m-mv 18-19	48-49
1960	23,5	0
1967	312	0
1976	317	220

derijen werd in 20 % van de gevallen een nitraatconcentratie tussen de 225 en 1350 mg/l geconstateerd.

De oplosbaarheid van orthofosfaat is in het algemeen dusdanig gering dat zelfs in gebieden met een overmatige bemesting geen of nauwelijks verhoogde gehalten in het grondwater zijn te constateren. Anders is dit ten aanzien van organisch fosfaat.

Over het algemeen blijken de gehalten aan organisch fosfaat, ook in het diepere grondwater, aanmerkelijk hoger dan die van het orthofosfaat. Zo werden te Uddel gehalten aan totaal fosfaat gevonden tot 7,1 mg/l, een aanmerkelijk hogere waarde dan de meeste normstellingen voor oppervlaktewater (0,2 à 0,3 mg/l).

Over de effecten op de kwaliteit van het grondwater van vele andere stoffen welke door bemesting in het grondwater terecht kunnen komen is weinig informatie beschikbaar. In meer algemene zin kan worden gesteld dat de minerale belasting van het grondwater onder cultuurgronden aanmerkelijk groter is dan in natuurgebieden (tabel II).

Over het gedrag van spoorelementen welke door landbouwkundig gebruik aan de bodem en het grondwater worden toegevoegd bestaat nog de nodige onzekerheid. Zeker mag niet voetstoots worden aangenomen dat transport naar het grondwater onbelangrijk is.

Aangaande bestrijdingsmiddelen bestaan richtlijnen over het al dan niet toelaatbaar zijn van deze middelen in beschermingszones rond waterwingebieden. Van de middelen welke slechts buiten de wingebieden zijn toegelaten is weinig bekend omtrent hun gedrag in het grondwater en de mogelijke schadelijke werkingen van uit deze middelen eventueel ontstane afbraakproducten.

Woonbebouwing

In gebied met woonbebouwing komen vele lokale verontreinigingsbronnen voor, welke door hun veelheid van voorkomen gezamenlijk een verontreiniging met een diffuus beeld geven, zij het dat dit qua karakter en intensiteit vaak sterk wisselend zal zijn. Als verontreinigingsbronnen kunnen bijvoorbeeld industrieterreinen, recreatiegebieden, verkeersvoorzieningen, rioleringen en begraaftplaatsen genoemd worden. Verder vinden in dergelijke gebieden talloze kleinere incidentele stortingen en lozingen plaats en

bestaat een verhoogd risico op calamiteiten, waarbij stoffen op of in de bodem terecht kunnen komen. De kwaliteit van het grondwater in woongebieden blijkt in het algemeen dan ook sterk te verschillen van de kwaliteit van het grondwater rondom deze gebieden. Bovendien treden er daarnaast vaak ook sterke verschillen per locatie binnen het woongebied op. Het risico van verontreiniging van het grondwater met schadelijke stoffen, welke veelal niet routinematig in het grondwater worden bepaald en daardoor aan de aandacht ontsnappen, is in de woongebieden aanmerkelijk groter dan in gebieden met een ander type bodemgebruik.

Locale verontreinigingsbronnen

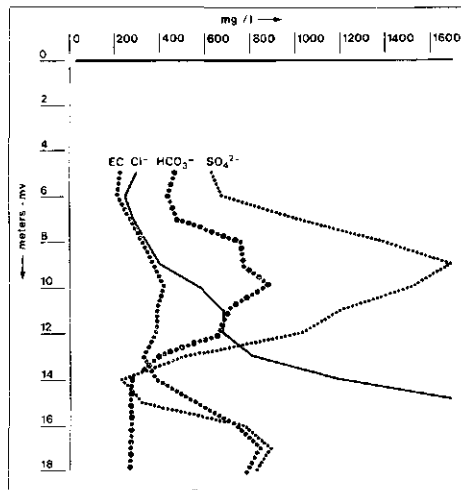
Onder locale verontreinigingsbronnen kunnen zowel onbedoelde lokale lozingen worden verstaan, zoals het lekken van een pijpleiding of het leeglopen van een gekantelde tankwagen, als bronnen ontstaan door het bewust storten van afval. In het hiernavolgende zal slechts op de laatstgenoemde categorie worden ingegaan. Dit houdt overigens niet in dat de eerstgenoemde categorie als minder belangrijk kan worden aangemerkt. Zo kunnen diverse olieproducten reeds in concentraties van enkele microgrammen per liter de smaak van het grondwater onaanvaardbaar sterk beïnvloeden. Ook kleine incidentele lozingen kunnen dus grote schade veroorzaken.

In 1977 bedroeg de totale afvalproductie in Nederland — exclusief havenslib, mest en gier — circa 20 miljoen ton, waarvan 1 miljoen ton chemisch afval en 0,1 miljoen ton afgewerkte olie. Hierbij komt nog eens circa 20 miljoen ton havenslib en 40 miljoen ton mest en gier. Een nadere onderverdeling van de verschillende soorten afvalstoffen is gegeven in tabel V [8].

Na het storten vindt veelal uitloging van de oplosbare bestanddelen in een afvalberg plaats. Afhankelijk van de omstandigheid of het afval boven of onder de grondwaterspiegel is gelegen wordt het afval door infiltrerend regenwater of door het de afvalberg doorstromend grondwater uitgelooft. In het laatste geval is de verontreiniging van het grondwater over het

TABEL V - Afvalproductie in 1977 in miljoenen tonnen (bron SV A).

chemische afvalstoffen	1
huishoudelijk afval	4
bedrijfsafval	3,7
bouw- en sloopafval	6,1
zuiverings-slib	5
as	0,7
afgewerkte olie	0,1
ziekenhuisafval	0,09
autobanden	0,05
havenslib	20
mest, gier	40
autowrakken	500.000 stuks



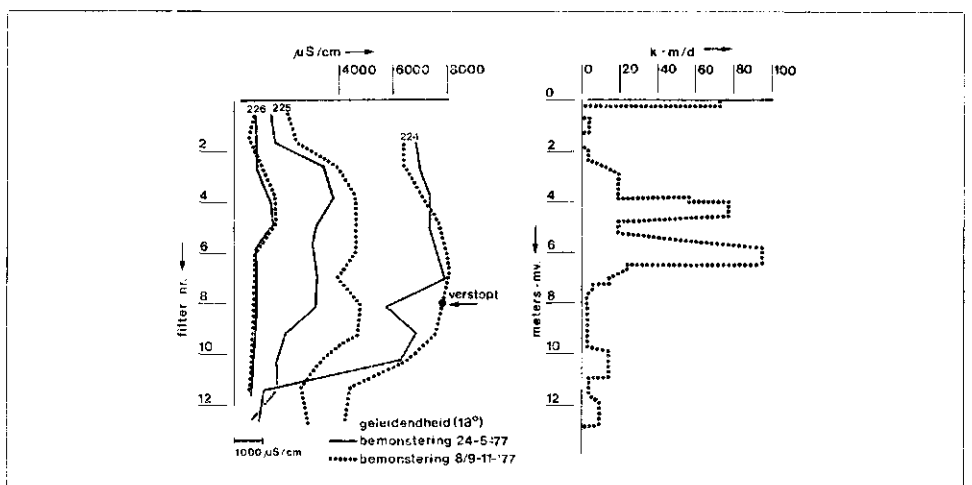
Afb. 4 - Kwaliteit van het grondwater in de duinen benedenstrooms van een puinstort (boring 30D-150).

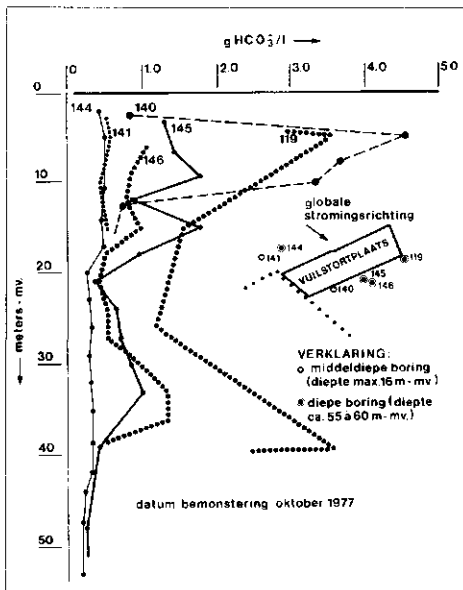
algemeen ernstiger, doch korter van duur. Eenmaal aangekomen in het grondwater stroomt de verontreiniging, al dan niet vertraagd, met het grondwater mee. Aangezien zeker op kortere termijn mengeffekten tengevolge van dispersie in het grondwater zijn te verwaarlozen, is benedenstrooms van een stortplaats veelal sprake van een zowel horizontaal als verticaal nauw begrensde stroombaan van verontreinigd grondwater, aan alle zijden omringd door niet door de stortplaats beïnvloed grondwater. Een illustratie hiervan geeft afb. 4. Het betreft hier een profielopname van de grondwaterkwaliteit benedenstrooms van een puinstort in de duinen. Duidelijk waarneembaar is de slechts enkele meters dikke vuilong welke zich kenmerkt door hoge SO₄²⁻-concentraties. In horizontale zin is een dergelijke vuilong in het algemeen niet of nauwelijks breder dan de verontreinigingsbron. Bij een stortplaats in de omgeving van München bleek dit zelfs het geval op circa 10 km benedenstrooms van het stortterrein. Omdat het lokale stromingspatroon van het grond-

water in zowel horizontale als verticale richting vaak onbekend is, is het dan ook uiterst moeilijk op wat grotere afstand van een stortplaats een vuilong op te sporen. Zo blijkt uit afb. 4 dat bij een bemonstering van het grondwater net onder of boven het centrum van de vuilong reeds aanmerkelijk lagere concentraties werden geconstateerd. Een complicatie is nog dat bij diverse tot dusver onderzochte stortplaatsen het verontreinigde grondwater op aanmerkelijk grotere diepten werd waargenomen dan verwacht. Zo werd bij een stortplaats te Noordwijk onder het stortterrein de verontreiniging aangetroffen bij de zoet-zout grens op circa 40 meter beneden maaiveld, terwijl bij een vuilstort te Mierlo de verontreiniging op de basis van het watervoerend pakket op 70 m-mv werd aangetoond. Bij Wijster werd een beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit getraceerd tot op meer dan 80 m-mv. Ook bij andere stortterreinen werden soortgelijke verschijnselen geconstateerd. Mogelijk is hier sprake van een extra verticale snelheidscomponent in het grondwater tengevolge van dichtheidsverschillen tussen het verontreinigde water en het normale grondwater.

Door de gelaagdheid van de ondergrond zijn vaak opeenvolgende lagen te onderscheiden met een onderling sterk afwijkende doorlatendheid. In geval deze lagen als plaatselijk doorlopend zijn te beschouwen betekent dit, dat bij eenzelfde potentiaal in een meer grofzandig ontwikkelde laag het grondwater sneller zal stromen dan in erboven of eronder gelegen meer fijnzandig ontwikkelde lagen. Een illustratie hiervan geeft afb. 5, welke betrekking heeft op het grondwater benedenstrooms van een stortplaats te Delden. Duidelijk te constateren is dat ten tijde van de bemonstering het verontreinigingsfront juist via de meer grofzandig ontwikkelde zone tussen 3 en 6 m-mv de verst benedenstrooms van de stortplaats gelegen

Afb. 5 - Kwaliteitsverloop grondwater bij vuilstort Delden.





Afb. 6 - Effect van de vuilstortplaats op de kwaliteit van het grondwater op verschillende diepten gerelateerd aan de afstand tot de stortplaats.

boring 226 is gepasseerd. In het diepere deel van het pakket blijkt de verontreiniging op 11 m-mv juist in de periode tussen 2 opeenvolgende bemonsteringen bij de het dichtst bij de stortplaats gelegen boring 224 te zijn gearriveerd. Een ander interessant beeld geeft de reeds eerder genoemde stortplaats te Noordwijk te zien. De stortplaats is gelegen in een ontgraving, die het minder goed doorlatende circa 18 meter dikke holocene pakket vrijwel geheel doorsnijdt. Hieronder bevindt zich een meer grofzandig ontwikkeld pakket tot circa 57 m-mv met op 40 m-mv de zoet-zout-grens. Benedenstrooms van de stortplaats kan duidelijk onderscheid worden gemaakt tussen twee vuiltongen en wel in het holocene pakket en in het grofzandige pakket net boven de zoet-zoutgrens. Hiertussen bevindt zich een zone met aanmerkelijk minder verontreinigd grondwater. Afb. 6 brengt een en ander in beeld aan de hand van de gemeten HCO_3^- -gehalten. Het is opmerkelijk, dat bij de stortplaats ook bovenstrooms het grondwater tot op enige afstand door de vuilstort is beïnvloed. Dit is verklaarbaar uit de hogere potentiaal van het grondwater in de stortplaats, waardoor alzijdige uitstroming plaatsvindt. Dit heeft uiteraard consequenties voor de plaatsing van referentieboringen.

Bij de tot dusver verrichte onderzoeken werd vooral aandacht besteed aan het voorkomen van macroverbindingen en in mindere mate aan het voorkomen van sporelementen in het grondwater. Weinig aandacht werd tot voor kort besteed aan het voorkomen van organische microverontreinigingen. Mede in verband met de mogelijke mutagene en carcinogene eigenschap-

pen van diverse van deze verbindingen is onderzoek naar het voorkomen van deze verbindingen echter wel van belang. Recente metingen van het Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening bij Noordwijk en Delden toonden de aanwezigheid van tal van organische microverontreinigingen in het grondwater aan. Wel bleken in het algemeen in Delden andere verbindingen aanwezig te zijn dan in Noordwijk. In totaal werd tot dusverre in Noordwijk de aanwezigheid van meer dan 130 verschillende organische verbindingen aangetoond. Bij toepassing van andere concentratietechnieken en analysemethoden zal het aantal aangetoonde stoffen waarschijnlijk nog aanmerkelijk uitgebreid worden. In tabel VI zijn de verbindingen vermeld die te Noordwijk circa 20 meter benedenstrooms van de stortplaats in concentraties groter dan $100 \mu\text{g/l}$ werden aangetoond. Tevens is voor zover bekend de geurdrempelconcentratie (GDC) aangegeven [7].

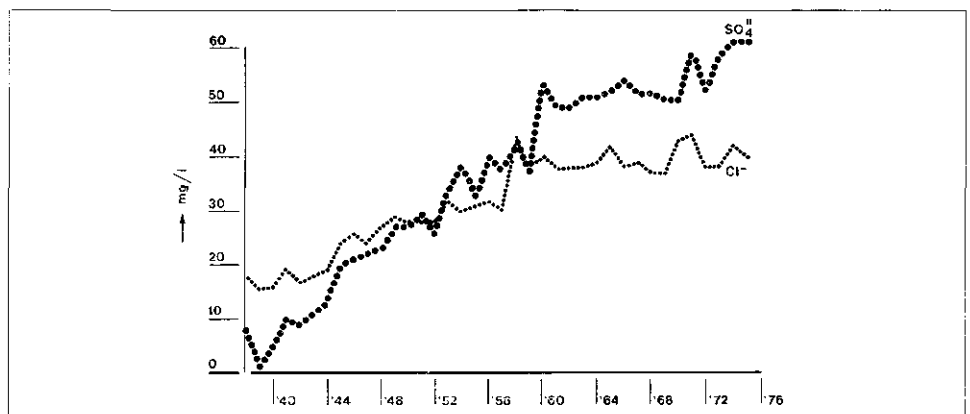
Bij Delden werden vooral veel alkanen in het grondwater aangetroffen. Recente onderzoeken in de Verenigde Staten gaven soortgelijke resultaten als in Noordwijk en Delden te zien [11].

Bij het onderzoek naar het voorkomen van sporelementen in sterk verontreinigd grondwater bleek dat, afhankelijk van de toegepaste analysemethode, zeer sterk uiteenlopende gehalten in de diverse watermonsters werden gemeten. Dit houdt in dat in de literatuur gegeven waarden zonder nadere aanduiding omtrent de toegepaste analyse-

TABEL VI - Organische microverontreinigingen te Noordwijk.

	conc. $\mu\text{g/l}$	G.D.C. $\mu\text{g/l}$
gealkyleerd benzeen	610	7
xyleen	900	1.000
ethylmethylbenzeen	200	
indaan	330	7
indeen	160	1
naftaleen	1.200	5
kamfer	300	1,29
benzothiofpeen	130	

Afb. 7 - Kwaliteitsverloop van het grondwater gewonnen op P.S. „De Pol”.



en ontsluitingstechnieken niet goed bruikbaar zijn.

Kwaliteitsverandering van het grondwater

Reeds eerder werd geconstateerd dat, afhankelijk van het gebruik van de bodem, duidelijke verschillen in de grondwaterkwaliteit aantoonbaar zijn. Hierbij is, zoals ook uit tabel II blijkt, sprake van een grotere belasting bij een meer intensief gebruik van de bodem.

Hieruit zou dan weer geconcludeerd kunnen worden dat een geleidelijk intensiever worden gebruik van de bodem, bijvoorbeeld door een toenemende bemestingsintensiteit of stijgende luchtmissies, aanleiding zal geven tot een geleidelijk toenemende belasting van het grondwater. Inderdaad werd bij verschillende regionale studies zowel per gebruiksvorm van de bodem als meer in het algemeen een geleidelijke kwaliteitsverandering van het grondwater geconstateerd [4, 5, 6]. Zo was het gemiddelde chloridegehalte van het bemonsterde ondiepe grondwater in de Achterhoek in de jaren vóór 1950 29 mg/l en na 1950 40 mg/l . Ook bij vele vooral relatief ondiep winnende pompstations is een geleidelijke kwaliteitsverandering van het gewonnen grondwater te constateren. Een beeld hiervan geeft afb. 7. Hierbij dient overigens wel te worden bedacht dat deze kwaliteitsvermindering ook voor een deel toegeschreven kan worden aan een vergroting van het intrekgebied, waarbij geleidelijk naar verhouding meer grondwater onttrokken wordt uit gebieden met een meer intensief bodemgebruik.

Slotbeschouwing

Samenvattend valt het volgende te constateren:

— Afgezien van een aantal macro-elementen zijn relatief weinig gegevens beschikbaar over de kwaliteit van het grondwater. Vooral

van organische microverontreinigingen en de meeste spoorelementen is weinig bekend.

— De beschikbare informatie duidt op een met de tijd toenemende belasting van het grondwater, welke duidelijk is gerelateerd aan het bodemgebruik en waarbij tevens de kwaliteit van de neerslag een rol speelt.

— Ten aanzien van het gedrag van de meeste aan het grondwater toegevoegde en in het grondwater voorkomende stoffen is nog te weinig eenduidige informatie beschikbaar. Er dient rekening mee gehouden te worden dat vele stoffen zich met snelheden overeenkomend met die van het grondwater kunnen verplaatsen. Gezien de onbekendheid met de eigenschappen van de stoffen welke al of niet incidenteel aan de bodem kunnen worden toegevoegd, dient bij het stellen van algemene regels betreffende de bescherming van waterwingebieden dan ook te worden uitgegaan van een onveranderd en direct meestromen met het grondwater. Per geval kan dan worden bezien wat al of niet toelaatbaar is.

— Overmatig mestgebruik veroorzaakt plaatselijk in gebieden met aeroob grondwater soms extreem hoge NO₃⁻-concentraties. Ook het P-gehalte is vaak aanmerkelijk hoger dan de gestelde normen. Het stellen van regels aan het bodemgebruik in de beschermingszones en feitelijk voor het gehele intrekgebied lijkt dan ook wenselijk. Dit laatste geldt mede met betrekking tot het gebruik van bestrijdingsmiddelen.

— Bij lokale verontreinigingsbronnen worden, per bron verschillend, talloze verontreinigende stoffen aan het grondwater toegevoegd welke vaak ook in uiterst geringe concentraties schadelijke effecten kunnen veroorzaken. Gezien de vrij scherpe lokale begrenzing van de uit deze bronnen voortkomende vuiltongen is het opsporen van deze tongen, mede gelet op het veelal onbekend zijn van lokale stromingspatronen, uiterst moeilijk. Het plaatsen van bewakingsputten rondom waterwinplaatsen in de richting van lokale verontreinigingsbronnen geeft dan ook geen waterdichte garantie voor het tijdig opmerken van een naderende verontreiniging.

Literatuur

1. Busz, G. T. *Bodemgebruik en bodemsamenstelling in Nederland*. RID-hyh-79/06.
2. Centraal Bureau voor de Statistiek. *Statistisch zakboek 1978*.
3. Commissie Bescherming Waterwingebieden (CBW). *Eerste rapport van CBW*. Uitgave RID, 1977.
4. Duijvenbouden, W. v. *De samenstelling van het in de Achterhoek gewonnen grondwater*.

Nota Commissie Waterhuishouding Gelderland, 1979.

5. Duijvenbouden, W. v. *Enige aantekeningen betreffende relatie landbouw-grondwaterkwaliteit*. RID-nota 1976.

6. Duijvenbouden, W. v., *Onderzoek naar de kwaliteit van het grondwater in Nederland*. RID-hyh-79/05.

7. Morra, C. F. H., Duijvenbouden, W. v., Slingerland, P., Piet, G. J., *Oriënterend onderzoek naar organische microverontreinigingen in het grondwater bij de vulstortplaats te Noordwijk*. RID-mededeling 79-1.

8. SVA. *Overzicht afvalverwijdering*. SVA-rapport 3000, 1979.

9. Vermeulen, A. J. *Acid precipitation in the Netherlands*. Env. Science & Technology 12 (1978) p. 1016-1021.

10. Vermeulen, A. J. *Immissieonderzoek met behulp van regenvangers: opzet, ervaringen en resultaten*. Prov. Waterstaat Noord-Holland, Haarlem 1977.

11. General Accounting Office. *Waste Disposal Practices (Report to the Congress)*. CED-78-120, June 16, 1978.



Normontwerpen voor wateranalyse

Bij het Nederlands Normalisatie-Instituut, het NNI, zijn enige normontwerpen voor wateranalyse verschenen, waarop kritiek kan worden geleverd tot 1-2-1980. Het betreft de volgende onderwerpen:

normontwerp NEN 6552: Bacteriologisch onderzoek van drinkwater - Onderzoek met behulp van membraanfiltratie naar de aanwezigheid van thermotolerante bacteriën van de coligroep;

normontwerp NEN 6553: Bacteriologisch onderzoek van drinkwater - Onderzoek met behulp van membraanfiltratie naar de aanwezigheid en de thermotolerantie van bacteriën van de coligroep;

normontwerp NPR 6554: Toelichting bij het onderzoek volgens NEN 6552 en NEN 6553 van bacteriën van de coligroep met behulp van membraanfiltratie;

normontwerp NEN 6555: Bacteriologisch onderzoek van drinkwater - Gistingsproef volgens Eijkman;

normontwerp NPR 6556: Toelichting bij NEN 6555 - Bacteriologisch onderzoek van drinkwater - Gistingsproef volgens Eijkman;

normontwerp NEN 6557: Bacteriologisch onderzoek van drinkwater - Onderzoek met behulp van gistingsproeven naar de aanwezigheid en

thermotolerantie van bacteriën van de coligroep; normontwerp NEN 6559: Bacteriologisch onderzoek van drinkwater - Monsterneming.

Eisen voor kolken in normontwerp vastgelegd

Bij het NNI is het normontwerp NEN 7067 'Straatkolken, trottoirkolken en gecombineerde straat-trottoirkolken. Functionele eisen' verschenen.

Het is na overleg tussen KOMO en NNI tot stand gekomen en dient als basis voor het vastleggen van kwaliteitseisen en beproevingsmethoden voor kolken van specifieke materialen en materiaalcombinaties. Het uitgangspunt dat deze kolken vergelijkbaar zijn in hun toepassingsmogelijkheden heeft hierbij voorop gestaan.

De functionele eisen in dit normontwerp zijn niet bedoeld om op basis daarvan keuringen te verrichten. Deze kunnen slechts plaatsvinden op basis van de te zijner tijd te verschijnen produktnormen. Kennisneming van dit normontwerp wordt van belang geacht voor producenten, diensten van gemeentewerken, aannemingsbedrijven en ingenieursbureaus, gespecialiseerd in het ontwerp en aanleg van rioleringen.

Tot 1 januari 1980 bestaat de gelegenheid om bij het NNI op dit normontwerp kritiek te leveren.

Bij de afdeling Verkoop en informatie van het NNI, Postbus 5810, 2280 HV Rijswijk ZH, telefoon (070) 906800, telex 32123, kunnen exemplaren van het normontwerp NEN 7067 worden besteld.

Stelling

'Aangezien nog geen 1% van het drinkwater in Nederland gedronken wordt moet onderzoek naar een meer economische watervoorziening gestimuleerd worden.

(Stelling bij het proefschrift 'Regulatie van de gemiddelde bloedstroom tijdens inspanning', van P. G. A. Versteeg die op 20 juni jl. aan de Vrije Universiteit te Amsterdam promoveerde tot doctor in de geneeskunde).

