

KOMT NA REGEN VERZURING? WATERKWALITEIT IN FRIESLAND

Theo Claassen

Meer en meer staat het probleem van zure neerslag in de belangstelling, zowel bij wetenschappers en milieu-organisaties als bij politici en de media. Hoewel aanvankelijk de aandacht vooral bij meren en vennen lag, krijgen nu ook bossen en heiden meer aandacht, volgens Drs. T.H.L. Claassen, hydro-bioloog van de Provinciale Waterstaat in Friesland.

Hoewel de samenstelling van de atmosfeer vrij konstant is, kunnen allerlei 'vreemde' stoffen daarin voorkomen en via de neerslag op aarde terugkomen. Men onderscheidt zgn. natte neerslag en droge neerslag. De zuurgraad, die kan variëren van 0 tot 14, wordt uitgedrukt in pH-eenheden. Men noemt water met een pH van 7 neutraal, met een pH groter dan 7 basisch en lager dan 7 zuur. Schoon hemelwater heeft een pH van 5,65. Dit iets zure karakter wordt veroorzaakt door interactie van water (H₂O) met koolzuur (CO₂), waarvan ca. 0,033 volume % in de atmosfeer aanwezig is. Door verzuring daalt de pH van de neerslag beneden het genoemde nivo van 5,6. In Nederland is de pH van de neerslag ruim 4, dus 10 à 100 maal zuurder dan de natuurlijke waarde. Figuur 1 geeft een beeld van de in Nederland meest waargenomen pH-waarden, terwijl tabel 1 waarden toont van het meetstation Leeuwarden.

Ontstaan zure neerslag

Ten gevolge van menselijke activiteiten kan een

periode	1978	1979	1980	1981	1982
I	4.41	4.26	4.28	4.43	4.97
II	4.39	4.09	4.17	4.87	4.44
III	4.46	4.10	4.31	4.37	5.08
IV	4.82	4.44	4.51	4.54	4.55
jaar	4.49	4.22	4.33	4.49	4.68

Tabel 1 Gegevens van de pH van de neerslag gemiddeld per kwartaal en jaar te Leeuwarden. Gegevens uit de KNMI-RIV jaaroverzichten.

groot aantal stoffen in de atmosfeer gebracht worden. In dit verband is het verbranden van aardolie- en steenkoolprodukten en aardgas van belang, alsmede de verbranding van afval, waarbij uitstoot plaats vindt van vooral kooldioxide, zwaveldioxide en stikstofoxiden. Deze beide laatste gassen vormen, opgelost in waterdruppels, resp. zwavelzuur en salpeterzuur. De luchtverontreiniging kan over grote afstanden getransporteerd worden, waarbij genoemde oxiden worden omgezet in de sterke zuren salpeterzuur en zwavelzuur. De atmosferische verblijftijd van droge neerslag van zwaveldioxide (SO₂) is ½ tot 2 dagen, overeenkomend met een transportafstand van enkele honderden kilometers. Voor natte neerslag is de verblijftijd 3-5 dagen, overeenkomend met een gemiddelde transportafstand van ongeveer 1000 kilometer. Zo is de zure neerslag in Zweden voor ruim 70% uit het buitenland afkomstig. Binnen West-Europa heeft Nederland de zuurste neerslag. Er is een toenemende verzuring in de tijd opgetreden (17). De industrie en het verkeer zijn hier debet aan.

Gevolgen zure neerslag

Kenmerkend voor het zure neerslagprobleem is dat ondanks of dankzij een goede verspreiding de neerslag te allen tijde blijft doorgaan, in droge of natte vorm. Dus ook buiten zgn. smogperiodes verzuurt de neerslag. Vooral mensen met bronchitis zijn gevoelig, waarbij een verdere

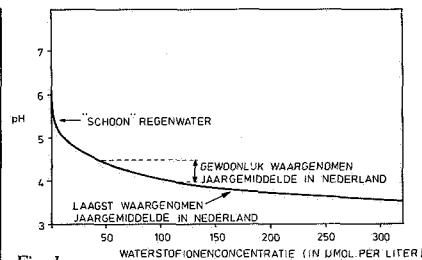


Fig. 1

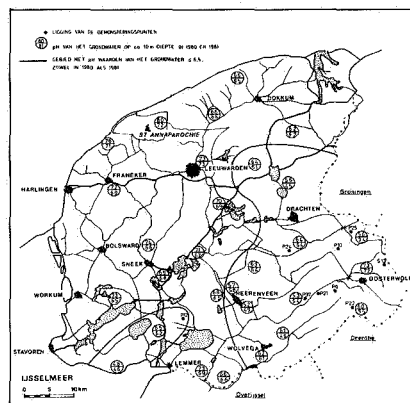


Fig. 2

aantasting van het ademhalingsstelsel kan optreden.

Van de gevolgen voor het milieu is de verzuring van meren het meest sprekend. Alleen al in Zweden zijn globaal 20.000 meren in meer of mindere mate aangetast en deels reeds geheel visloos. Van de 2877 meren in het Adirondack-gebergte in USA is 50% geheel visloos. Tien procent van alle meren hier is 'dood' (14). De laatste decennia is een sterke daling van de pH opgetreden. De buffercapaciteit, het vermogen om zuren te neutraliseren, voornamelijk via het koolzuur-bicarbonaatevenwicht, is achteruitge-

ankert in commissie milieubeheer:
Ministerie wil in Leeuwarden
Friesland onderzoek
gevolgen zure regen

gaan. Door de zure neerslag lossen vele metalen gemakkelijker op uit het gesteente of de bodem en komen zo in het water terecht. Hierdoor kan bv. aluminiumvergiftiging van vissen optreden, terwijl de nog aanwezige vis vaak zo'n hoog aluminiumgehalte heeft, dat deze voor consumptie ongeschikt is. Ten aanzien van de plantengroei is een verschuiving waargenomen naar bepaalde veenmossen ten koste van andere plantensoorten. Ook zijn veranderingen waargenomen in kiezelalgen (7,9) en in de makrofauna (10,12). De spektakulaire gevolgen die in Skandinavië en Canada in meren worden waargenomen, zijn in de Nederlandse situatie nog niet gesignaleerd. De oorzaak hiervan is dat water en bodem, door de vaak hoge concentraties aan calcium en organische stoffen, een grote buffercapaciteit voor zuren bezitten. Bovendien zijn de meeste Nederlandse meren sterk voedselrijk, terwijl de meren in Skandinavië en Canada meer voedselarm zijn.

In West-Duitsland hebben grote bossen, oa. het Zwarte Woud, te lijden van toenemende verzuring. In Nederland zijn in de bosgebieden bij Vorden in de Achterhoek en bij Oisterwijk in Noord-Brabant ernstige gevolgen van zure neerslag, versterkt door afzetting van ammonium op bladeren (4). In de bossen bij Olterterp wordt schade van zure neerslag verondersteld.

Daarnaast wordt een sterke verarming van soorten waargenomen, oa. het op tal van plaatsen verdwijnen van de cantharel. Het blijft echter lastig en tijdrovend de oorzaak voor deze achteruitgang in de natuur aan te wijzen of te bewijzen, dat daarvoor de zure neerslag verantwoordelijk is. Andere invloeden als bijvoorbeeld droogte spelen veelal ook een rol (8). Potentieel gevoelige gebieden in ons land zijn de voedselarme milieus. Voor Friesland zijn dit vooral de bossen en voedselarme vennen in zuidoost-Friesland en de duingebieden op de waddeneilanden, waar de kans bestaat op versnelde ontkalking. In hoeverre, vooral op zandgronden, de verzuring van invloed is op het grondwater, is nog onvoldoende bekend. Wel kan in het algemeen de chemische samenstelling van de neerslag van grote invloed zijn op de kwaliteit van het grondwater (16). Het grondwater in zuidoost-Friesland en in Gaasterland heeft een relatief hoge zuurgraad. In 1980 en 1981 heeft het RID op een 30-tal punten in Friesland het grondwater onderzocht. In figuur 2 is voor het grondwater op ca. 10 m diepte een globale indeling gemaakt van de gevonden pH-waarden. Voor het ondiepe grondwater (3) in een aantal natuurgebieden op zeelei-, veen- en zandgronden werden gemiddelde pH-waarden gevonden van resp. 7,3, 5,9 en

4,5. In EEG-verband zijn kwaliteitseisen opgesteld voor oppervlaktewater met diverse bestemmingen. Deze normen, alsmede die voor de basiskwaliteit (13) zijn samengevat in tabel 2. Alle waarden liggen hierbij tussen pH 5,5 en pH 9. Bij de (absolute) norm voor de basiskwaliteit is opgemerkt dat ten gevolge van natuurlijke omstandigheden afwijkende (lagere) pH-waarden kunnen voorkomen (bijvoorbeeld in vennen) en dat ten gevolge van algenbloei incidenteel hogere waarden dan pH 9 kunnen voorkomen.

Zure wateren in Friesland

Alle 90 door de Provinciale Waterstaat van Friesland maandelijks onderzochte bemonsteringspunten voldoen aan de pH-normen voor de basiskwaliteit (15). Vrijwel al deze punten liggen in het boezemwater. Naast dit routinematige waterkwaliteitsonderzoek wordt getracht voor verschillende watertypen specifieke waterkwaliteitsnormen te formuleren, waarbij ecologische waterkwaliteitsdoelstellingen voorop staan. Hiertoe worden diverse watertypen, zoals sloten, meren en vennen bemonsterd. In een aantal onderzochte wateren (voornamelijk vennen) werden (zeer) lage pH-waarden gevonden. Opgemerkt zij echter dat vennen van nature veelal zuur water bevatten.

In figuur 2 zijn de 7 in 1982 onderzochte vennen weergegeven, alsmede 2 andere wateren met een lage pH. Dit zijn het Aekingermeer bij Appelscha, een zandwinput waarvan de oeverzone een venachtig karakter heeft, en een afvoersloot van het Fochteloöer-veen. In deze sloot (S13) werd in 1980 en 1981 een pH gemeten variërend van respectievelijk 4,1-6,1 en 3,9-5,3. Deze sloot wordt hier verder niet besproken. Van de overige 8 wateren wordt in tabel 3 een overzicht gepresenteerd van enkele fysisch-chemische parameters.

	IMP-water '80-'84	Ontwerp AMvB; CUWVO-V ('82)
Basiskwaliteit	6,5-9	6,5-9
Drinkwaterproductie	1) 6,5-8,5 2) 5,5-9	6,5-9
Zwemwater	6 -9	6,5-9
Water voor vissen	6 -9	6,5-9
Schelpdierwater	7 -9	7,5-9

Tabel 2 Overzicht van normen voor de pH van oppervlaktewater voor de basiskwaliteit en enkele bestemmingen. 1) eenvoudige zuivering, 2) uitgebreide zuivering.

parameter	water	P37	P10	P22	P12	P25	P21	P9	P24
pH (min.-max.)		3,6-4,5	3,9-4,4	4,1-5,0	4,7-5,2	4,6-5,0	5,2-6,8	5,2-7,4	6,6-7,7
Totaal stikstof (mg N/l)		2,9	3,7	0,9	1,3	1,2	13,6	1,5	1,3
Totaal fosfaat (mg P/l)		0,06	0,48	0,04	0,07	0,10	2,1	0,14	0,07
IJzer (mg Fe/l)		0,8	1,0	0,5	0,5	0,1	2,3	1,6	2,4
Hardheid (meq/l)		0,6	0,3	0,5	0,8	0,2	0,3	0,6	0,7
Chloride (mg Cl ⁻ /l)		33	16	19	24	9	20	21	18
Sulfaat (mg SO ₄ ²⁻ /l)		50	12	50	37	18	36	47	21
Bicarbonaat (meq/l)		0	0	0,01	0,06	0,05	0,35	0,38	0,80
Natrium (mg/l)		15,5	6,8	10,7	16,0	3,8	10,1	10,4	10,0
Kalium (mg/l)		3,1	2,9	2,7	3,1	1,4	3,9	3,3	0,7
Calcium (mg/l)		4,0	1,8	5,4	9,4	0,8	2,4	8,5	13,5
Magnesium (mg/l)		2,5	1,4	3,6	3,5	0,8	1,1	1,8	2,4

Tabel 3 Gemiddelde concentratie van enkele fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters voor 1982. Voor de ligging van de wateren zie figuur 2.

Deze wateren werden maandelijks bemonsterd. De parameters sulfaat, natrium, kalium, calcium en magnesium zijn 2 maal bepaald, in maart en september. Het ven in de Bakkeveenster Duinen stond vanaf juni droog, zodat hier slechts de gegevens van januari t/m mei zijn betrokken. De Stobbepoel bevatte alleen in augustus geen water.

Er is een duidelijk verband tussen de zuurgraad van het water en het bicarbonaatgehalte. P21, P9 en P24 zijn minder zuur en hebben hogere bicarbonaatgehalten. Zeer nutriëntenrijk zijn P10, P21 en P9. Het Witte Meer behoort duidelijk niet (meer) tot de zure vennen, hetgeen veroorzaakt wordt door een sterke voedselrijkdom van dit ven. Het calciumgehalte is hier ook het hoogst.

Naast het maandelijks fysisch-chemisch onderzoek zijn de vennen onderzocht op waterplanten, makrofauna en op kiezelalgen. De makrofauna-bemonstering vond plaats met behulp van een schepnet (maaswijdte 0,5 mm). Kevers, muggelarven en wantsen zijn het meest aange troffen. Het voorkomen van slakken, nymfen van bootsmannen en ruggezwemmers is vrijwel uitsluitend beperkt tot P24, het niet zure ven. In iets mindere mate geldt dit ook voor platwor-

men en bloedzuigers. Naast typische soorten voor een zuur milieu, worden soorten gevonden van voedselarme wateren cq. vennen. Opmerkelijk is het ontbreken van kevers in P22 en van kokerjuffers in P25 en P21.

Gedurende de maanden maart t/m juli zijn de 7 wateren met de laagste pH onderzocht op kiezelwieren.

Tenslotte wordt in tabel 4 een overzicht gegeven van de onderzochte wateren (7 vennen en een diepe zandwinput met ondiepe oeverzone).

Veenmos is op 3 plaatsen aangetroffen. De meest algemene soorten zijn pitrus en watervanel. Oeverkruid is nog op slechts een plaats gevonden. In 1959 kwam deze soort nog in redelijke aantallen in het Witte Meer voor, dat toen een pH van 5,0-5,2 bezat (17). Deze achteruitgang is hier niet aan verzuring toe te schrijven, maar eerder aan voedselrijkdom. Andere factoren dan zure neerslag kunnen (mede) een belangrijke rol spelen. Een voorbeeld hiervan is de beïnvloeding door meeuwenkolonies (mest) van het Waskemeer en het Diaconieveen.

Toekomstig beleid

In alle opzichten vormt zure neerslag een groot en belangrijk vraagstuk. Het beïnvloedt zowel

water, bodem als lucht en het aanwezige biotische milieu, als ook heeft het effecten op de menselijke gezondheid, cultuurhistorische waarden en andere materiële zaken. Het onderzoek betreffende zure neerslag vraagt — zeker in Nederland — nog de nodige aandacht, waar bij (gezien het niet aan provinciegrenzen gebonden karakter van luchtverontreiniging) het voor de hand liggend is dat dit onderzoek op landelijk niveau wordt gecoördineerd en uitgevoerd. In dit kader zij vermeld dat er een landelijk meetnet is opgezet voor de bepaling van de fysisch-chemische samenstelling van de neerslag. Het is een gezamenlijk KNMI—RIV-project, waarvan jaarlijks een rapportering verschijnt van de onderzoeksresultaten. Staatssecretaris Lambers-Hacquebard heeft medio 1982 vijf instituten opdracht gegeven onderzoek in te stellen naar de herkomst en het transport door de lucht van die stoffen die verantwoordelijk zijn voor de zure neerslag. Deze instituten zijn RIV, TNO, Energiecentrum Nederland (ECN), het Instituut voor meteorologie en oceanografie van de universiteit van Utrecht en de KEMA. Verder wordt onder andere door de themagroep (programma studiegroep) Zure Regen onder supervisie van de RMNO onderzoek uitgevoerd. Sinds juli 1982 verschijnt het Nieuwsbulletin luchtverontreiniging. Momenteel wordt vanuit de Landbouwhogeschool te Wageningen een oriënterend onderzoek uitgevoerd naar mogelijke effecten van zure neerslag in de bossen van zuidoost-Friesland. Noodzakelijk is de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen te beperken. Naast energiebesparing (isolatie, warmtekrachtkoppeling, efficiëntere apparatuur, etc.) is reductie van gasuitstoot gewenst. Ontzwaren van fossiele brandstoffen is mogelijk, alsmede reductie tijdens en na verbranding. In het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramma Kolen en de Brede Maatschappelijke Energiediskussie dient

Aspekten- bepalende of domi- nante soor- ten	P37	P22	P12	P25	P10	P21	P9	P24
<i>Diatomeeën</i>	Eunotia exi- gua	Eunotia exi- gua Frustrulia gua)	(Eunotia exi- geen	geen	geen	Gomphone- ma	Tabellaria	—
<i>Makrofauna</i>	muggelar- ven en ke- vers	kokerjuffers, wantsen en muggelarven gelaarven en kokerjuffers	zoetwaterpis- sebed, mug- gelaarven	kevers	muggelarven en libellelar- ven	muggelarven	geen	slakken en wantsen (nymphen)
<i>Vegetatie</i>	veenmos	knolrus, wa- terbies en veenmos	riet	oeverkruid, knolrus en pi- trus	pitrus en pi-beekmos	pitrus	knolrus, wa- terbies en snavelzegge	waterbies, waternavel en pitrus

Tabel 4. Overzicht onderzochte wateren met hun kenmerken

het probleem van de zure neerslag betrokken te worden.

Het is echter te verwachten dat in Nederland en de omliggende landen in toenemende mate energie opgewekt zal worden met behulp van aardolie en steenkool. Bij toepassing van de huidige technologie zal vooral door de verbranding van steenkool de emissie van SO₂ en NO_x naast die van bijvoorbeeld stof, cadmium en fluor aanzienlijk toenemen. Om dit te voorkomen is een stringent beleid in deze noodzakelijk. Op rijksnivo heeft dit reeds in 1971 geleid tot het aannemen van de Wet inzake de luchtverontreiniging. Later is het SO₂-beleidskaderplan opgesteld waarin een 'emissie-plafond' van 500.000 ton per jaar voor Nederland is opgenomen, terwijl een NO_x-beleidskaderplan wordt voorbereid.

Op provinciaal en gemeentelijk nivo zal het te voeren beleid voornamelijk via een stringente vergunningverlening gestalte dienen te krijgen. Provincie en gemeenten zullen resp. op basis van de Wet inzake de luchtverontreiniging en de Hinderwet voorschriften moeten stellen ten aanzien van de maximaal toelaatbare emissie en eventueel ten aanzien van de wijze waarop

de gestelde norm bereikt dient te worden, bijv. in de vorm van eisen ten aanzien van brandstof, verbrandingstechniek, rookgasreiniging en/of procesvoering. Voorts dienen, zoals ook aangegeven in het in 1982 verschenen SO₂-beleidsprogramma, voorschriften ter bescherming van de directe omgeving gesteld te worden bv. ten aanzien van de emissiehoogte en/of verdunningsgraad van de rookgassen. Het gevoerde beleid en de daaruit voortvloeiende feitelijke maatregelen zullen slechts op wat langere termijn een duidelijk effect krijgen, zoals ook de negatieve effecten van de luchtverontreiniging pas op langere termijn zichtbaar geworden zijn. In de tussentijd worden waar mogelijk de ergste effecten aangepakt, zoals in Zweden het storten van kalkpoeder in verzuurde meren. Ten aanzien van de oplossing van het totale probleem zal deze symptoombestrijding echter nauwelijks een bijdrage leveren.

Literatuur

- 1 Anonymus 1980-1981-1982. Meetnet voor de bepaling van de chemische samenstelling van de neerslag in Nederland. KNMI-RIV-jaaroverzichten.
- 2 Anonymus 1981. Meetnet grondwaterkwaliteit, gegevens van de provincie Friesland. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.

- 3 Bots, W.C.P.M., Jansen, P.C. en Noordewier, G.J., 1978. Fysisch-chemische samenstelling van oppervlaktewater en grondwater in het Noorden des Lands. I.C.W., Wageningen.
- 4 Breemen, N. van, Burrough, P.A., Velthorst, E.J., Dobben, H.F. van, Wit, T. de, Ridder, T.B. en Reijnders, H.F.R., 1982. Soil acidification from atmospheric ammonium sulphate in forest canopy throughfall. *Nature* 299 (5883): 548-550.
- 5 Buijsman, E. en Reijnders, H.F., 1980. Neerslag verzuurt ons leven. *Intermediair* 16 (29): 13-27.
- 6 Coördinatiecommissie Uitvoering WVO, werkgroep V, 1982. Aanbevelingen voor beoordeling en presentatie van waterkwaliteitsgegevens.
- 7 Dam, H. van, 1978. Hydrobiologische gevolgen van luchtverontreiniging. *Natuur en Milieu* 1978 (7/8): 10-12.
- 8 Dam, H. van en Apeldoorn, R.C. van, 1978. De droogte van 1976 en de natuur in Nederland. *H₂O* 11 (13): 278-281.
- 9 Dam, H. van en Kooyman-Van Blokland, H., 1978. Man-made changes in some Dutch moorland pools, as reflected by historical and recent data about diatoms and macrophytes. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 63 (5): 587-607.
- 10 Eriksson, M.O.G., Henrinksen, L., Nilsson, B.-I., Nyman, G., Oscarson, H.G. en Stenson, A.E., 1980. Predator-prey relations important for the biotic changes in acidified lakes. *Ambio* 9 (5): 248-249.
- 11 Fransen, J., 1981. Zure regen: effecten, aanpak van het probleem. *Natuur en Milieu* 1981 (7/8): 14-16.
- 12 Labastille, A., 1981. Acid rain, how great a menace? *National Geographic* 160 (5): 654-681.
- 13 Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1981. Indicatief meerjarenprogramma Water 1980-1984.
- 14 Kish, T., 1981. Acid precipitation: crucial questions still remain unanswered. *Journal WPCF* 53 (5): 518-521.
- 15 Provinciale waterstaat van Friesland, 1982. Waterkwaliteit Friesland 1979-1981.
- 16 Ridder, T.B., Brinkman, F.J.J. en Reijnders, H.F.R., 1981. Chemical composition of the precipitation over the Netherlands, in: *Quality of groundwater, Studies in environmental science, volume 17*.
- 17 Verhoeven, H.J. en Bastiaanssen, C.A., 1959. Excursierapport Witte Meer (niet gepubliceerd rapport).
- 18 Venhuizen, K.D., 1982. Waarover spraken zij... in Stockholm? *H₂O* 15 (21): 585-587.
- 19 Vermeulen, A.J., 1977. Verzuuring van de neerslag: oorzaken en gevolgen. *Natuur en Milieu* 1977 (6/7): 12-21.
- 20 Wit, T. de, 1978. Korstmossen en luchtverontreiniging in Nederland. *Natuur en Milieu* 1978 (7/8): 3-9.