

R✓

PROVINCIALE WATERSTAAT  
VAN  
FRIESLAND

- Intern rapport -

Waterkwaliteit en verzuring  
in Friesland.

T.H.L. Claassen  
D. Hoogterp  
F. Jacobi  
april 1983.



WATERKWALITEIT EN VERZURING IN FRIESLAND.

<u>Inhoud</u>	<u>Blz.</u>
1. Inleiding	1
2. Wat is zure neerslag	1
3. Ontstaan van zure neerslag	2
4. Gevolgen van zure neerslag	3
5. Zure wateren in Friesland	5
6. Ontwikkelingen	12
7. Referenties	14
Bijlagen	16

### Inleiding.

Meer en meer staat het probleem van zure neerslag in de belangstelling, zowel bij wetenschappelijke onderzoekers en milieu-organisaties als bij politici en de media. Hoewel aanvankelijk de aandacht vooral bij aquatische ecosystemen zoals meren en vennen lag, krijgen nu ook terrestrische ecosystemen, zoals bossen en heiden, meer aandacht. Naast schadelijke gevolgen voor het milieu zijn er ook gevolgen voor de menselijke gezondheid, voor gebouwen, spoorrails, auto's, etc.

Het is ondoenlijk te trachten alle publicaties betreffende zure neerslag en de gevolgen daarvan te refereren. Dit ondanks de betrekkelijk recente aandacht voor dit milieuprobleem. Populair wetenschappelijke overzichtsartikelen verschenen in Intermediair (BUIJSMAN EN REIJNDERS 1980) en in National Geographic (LABASTILLE 1981). In Natuur en Milieu verschenen artikelen van VERMEULEN (1977), VAN DAM (1978) en FRANSEN (1981).

Europese milieu-organisaties hebben in mei 1981 en in maart 1982 resp. in Göteborg en Brussel over het probleem van de zure neerslag geconfereerd. In juni 1982 werd in Zweden een internationale conferentie gehouden over het vraagstuk van zure neerslag. Uitgenodigd waren de 34 landen van de Economische Commissie voor Europa. De Nederlandse vertegenwoordiging stond onder leiding van mevr. I. Lambers-Hacquebard. Deze ministersconferentie werd voorafgegaan door 2 zgn. deskundigen-bijeenkomsten, een over ecologische effecten van zuur precipitaat en een over strategieën en controlemethoden in relatie tot de uitstoot van zwavel- en stikstofoxyden (VENHUIZEN 1982).

### Wat is zure neerslag.

Hoewel de samenstelling van de atmosfeer vrij constant is, kunnen allerlei "vreemde" stoffen daarin voorkomen en via de neerslag op aarde terugkomen. Men onderscheidt zgn. natte neerslag (wet deposition) en droge neerslag (dry deposition). De zuurgraad wordt uitgedrukt in pH-eenheden (pondus Hydrogenii), welke kan variëren van 0 tot 14. Men noemt water met een pH van 7 neutraal, met een pH hoger 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 ( $H_2O$ ) met koolzuur ( $CO_2$ ), waarvan ca. 0.033 volume % in de atmosfeer aanwezig is. Door verzuring daalt de pH van de neerslag beneden het genoemde niveau van 5.6.

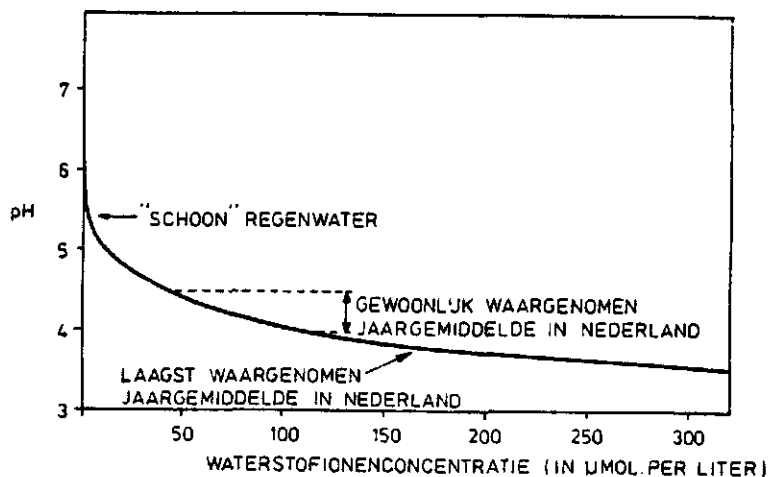


Fig. 1. Verband tussen de waterstofionenconcentratie en de pH. De pH is een logaritmische grootheid. Een vermindering van de pH met één eenheid betekent een tienvoudige concentratievermeerdering (naar BUIJSMAN en REIJNDERS 1980).

In Nederland is de pH van de neerslag ruim 4, dus 10 à 100 maal zuurdan dan de natuurlijke waarde. Figuur 1 geeft een beeld van de in Nederland meest waargenomen pH-waarden, terwijl tabel 1 waarden toont van het station Leeuwarden.

Tabel 1. Gegevens van de pH van de neerslag gemiddeld per kwartaal en jaar te Leeuwarden. Gegevens uit de K.N.M.I.-R.I.V. jaaroverzichten.

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

Ontstaan van zure neerslag.

Ten gevolge van menselijke activiteiten kan een groot aantal stoffen in de atmosfeer gebracht worden. In dit verband is het verbranden van aardolie- en steenkoolprodukten en aardgas (fossiele brandstoffen) 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. Reeds in de vorige eeuw werd nabij Manchester het verband gevonden tussen toegenomen industriële uitstoot en verzuren van de neerslag. Tabel 2 geeft een globaal overzicht van de uitworp van luchtverontreinigende stoffen in Nederland.

Tabel 2. Uitwerp van luchtverontreinigende stoffen in duizenden tonnen per jaar. Gegevens CBS-cijfers (1978) en Emissie-registratie.

component	totaal	verbrandingsemissie van industrie en centrales	overige verbrandings emissies	industriële processen
koolmonoxide	1707	5	1450	252
zwaveldioxide	403	310	50	43
stikstofoxiden	575	135	410	30
koolwaterstoffen	304	4	170	130
aërosolen-stof-roet	132	22	14	96

De luchtverontreiniging kan over grote afstanden getransporteerd worden, waarbij genoemde oxiden worden omgezet in de sterke zuren salpeterzuur en zwavelzuur. De atmosferische verblijftijd van droog precipitaat van zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) is ½ tot 2 dagen, overeenkomend met een transportafstand van enkele honderden kilometers. Voor nat precipitaat 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. VERMEULEN (1977) geeft hiervan een overzicht, waaruit bovendien blijkt dat er een toenemende verzuring in de tijd is opgetreden. De hoge anthropogene emissies zijn hier debet aan.

Gevolgen van zure neerslag.

Kenmerkend voor het zure neerslagprobleem is dat ondanks (of dankzij) een goede verspreiding de depositie te allen tijde blijft doorgaan, in droge of natte vorm. Dus ook buiten zgn. smog-perioden verzuurt de neerslag. Vooral mensen met bronchitis (cara-patiënten) zijn gevoelig, waarbij een verdere aantasting van het ademhalingsstelsel kan optreden. Een betrekkelijk nieuw effect van zure neerslag is de inwendige corrosie van waterleidingbuizen, waardoor drinkwater verontreinigd kan worden met zware metalen, vooral koper en lood. Daarnaast kunnen gebouwen, glas in lood ramen, metalen dakgoten, spoorrails, auto's, etc. aangetast worden. In New York zijn reeds bedrijven gespecialiseerd in herstel van schade aan autolak door zure neerslag (KISK 1981).

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 Adirondackgebergte in de U.S.A. is 50% geheel visloos. Ti procent van alle meren hier is "dood" (KISH 1981). De laatste decen is een sterke daling van de pH opgetreden. De buffercapaciteit, het mogen om zuren te neutraliseren, voornamelijk via het koolzuur-bicarbonaatevenwicht, is achteruitgegaan. Door de zure neerslag lossen veel talen gemakkelijker op uit het gesteente of de bodem en komen zo in water terecht. Hierdoor kan b.v. 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 plantengru is een verschuiving waargenomen naar bepaalde veenmossen ten koste van andere plantensoorten. Ook zijn veranderingen waargenomen in diatomeeën (VAN DAM en KOOYMAN-VAN BLOKLAND 1978, VAN DAM 1978) en in de aquatische macrofauna (ERIKSSON *et al.* 1980, LABASTILLE 1981). De spectaculaire veranderingen die bijvoorbeeld in Scandinavië 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 calcium en organische stoffen, een grote buffercapaciteit voor zuren hebben. Bovendien zijn de meeste Nederlandse meren sterk eutroof, terwijl de meren in Scandinavië en Canada meer oligotroof zijn.

Daarnaast kunnen ook terrestrische ecosystemen aangetast worden door zure neerslag. Zo hebben in West-Duitsland grote bossen, o.a. het Zwarte Woud, te lijden van toenemende verzuring. In Nederland zijn in 2 bosgebieden (bij Vorden in de Achterhoek en bij Oisterwijk in Noord-Brabant) ernstige gevolgen van zure neerslag, versterkt door afzetting van ammonium op bladeren, geconstateerd (VAN BREEMEN *et al.* 1982). In de bossen bij Olterterp wordt schade van zure neerslag verondersteld (mondelijke mededeling Poortinga). Daarnaast wordt een sterke verarming van soorten waargenomen, o.a. het optreden van plaatselijke verdwijning van cantharel. Een ander bekend verschijnsel van luchtverontreiniging (i hoeverre verzuring hier direct mee te maken heeft is niet bekend) is steeds meer verdwijnen van korstmossen. Reeds grote gebieden in ons land zijn te beschouwen als zog. korstmossenwoestijnen (DE WIT 1978). 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 zoals bijvoorbeeld droogte (VAN DAM en VAN APELDOORN 1978), spelen veelal ook een rol.

Potentieel gevoelige gebieden in ons land zijn de voedselarme milieus. Voor Friesland zijn dit vooral de (voedselarme) vennen in zuid-oost Friesland en op de Waddeneilanden, de bossen in zuid-oost 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 (RIDDER et al. 1981). Het grondwater in zuid-oost Friesland en in Gaasterland heeft een relatief hoge zuurgraad. In 1980 en 1981 heeft het R.I.D. 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. BOTS et al. (1978) vonden voor het ondiepe grondwater in een aantal natuurgebieden op zeeklei-, veen- en zandgronden gemiddelde pH-waarden van resp. 7.3, 5.9 en 4.5. In E.E.G.-verband zijn kwaliteitseisen opgesteld voor oppervlaktewater met diverse bestemmingen. Deze normen, alsmede die voor de basiskwaliteit (MINISTERIE VAN VERKEER en WATERSTAAT 1981) zijn samengevat in tabel 3. 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.

Tabel 3. Overzicht van normen voor de pH van oppervlaktewater voor de basiskwaliteit en enkele bestemmingen.

1) eenvoudige zuivering, 2) uitgebreide zuivering.

	IMP-water '80-'84	Ontwerp AMvB; CUWVO-V ('82)
Basiskwaliteit	6.5-9	6.5-9
Drinkwaterproductie 1)	6.5-8.5	} 6.5-9
2)	5.5-9	
Zwemwater	6 -9	6.5-9
Water voor vissen	6 -9	6.5-9
Schelpdierwater	7 -9	7.5-9

Zure wateren in Friesland.

Alle 90 door de provinciale waterstaat van Friesland maandelijks onderzochte bemonsteringspunten voldoen aan de pH-normen voor de basiskwaliteit (PWS FRIESLAND 1982). 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 wateren, behorende tot 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 nabij Appelscha, een zandwinput waarvan de oeverzone een venachtig karakter heeft en een afvoersloot van het Fochtelooer-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 4 een overzicht gepresenteerd van enkele fysisch-chemische parameters. De wateren zijn achtereenvolgend "Sphagnum"-ven Jubbega-Schurega (P37), Waskemeer (P10), Aekingermeer (P22), Ven te St. Nicolaasga (P12), Ven in Bakkeveenster Duinen (P25), Diaconieveen (P21), Stobbepoel (P9) en het Witte Meer (P24).

Tabel 4. Gemiddelde concentratie van enkele fysisch-chemische waterkwaliteitsparameters voor 1982. Voor de ligging van de wateren zie figuur 2.

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	1.2
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 <sup>-</sup> /l)	33	16	19	24	9	20	21	18
Sulfaat	(mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /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

Deze wateren werden maandelijks bemonsterd. De parameters suifaat, 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, het geen veroorzaakt wordt door een sterke eutrofiëring van dit ven. Het calciumgehalte is hier ook het hoogst.

Naast het maandelijks fysisch-chemisch onderzoek zijn de vennen onderzocht op macrofyten (waterplanten), macrofauna (met het blote oog waarneembare aquatische evertrebraten) en op diatomeeën (kiezelal. De macrofauna-bemonstering vond plaats met behulp van een schepnet (maaswijdte 0.5 mm). In tabel 5 zijn de meest voorkomende taxa vermeld waarbij de volgende abundantie-schaal is toegepast: 1 = <1% van het totaal aantal exemplaren in het monster, 2 = 1-2%, 3 = 3-5%, 4 = 6-12%, 5 = 13-25%, 6 = 26-50%, 8 = 51-75% en 9 = 76-100%. Soorten welke in een of meer van de wateren slechts met een "1" scoren, zijn uit de tabel weggelaten, doch hun aantal is wel voor iedere orde vermeld. Kevers, muggelarven en wantsen zijn het meest aangetroffen. Het voorkomen van slakken, nymfen van bootsmannen en ruggezwemmers is vrij uitsluitend beperkt tot P24, het niet zure ven. In iets mindere mate geldt dit ook voor platwormen en bloedzuigers. Naast typische soorten voor een zuur milieu (o.a. Hydroporus erythrocephalus), worden soorten gevonden van voedselarme wateren c.q. vennen (o.a. Cymatia bonsdorffii, Enallagma cyathigerum). Kenmerkend voor voedselarm en zuur water is Glaenocoris propinqua en van kalkarme wateren Leptophlebia vespertina. Opmerkelijk is het ontbreken van kevers in P22 en van kokerjuffers in P25 (semipermanent karakter) en P21 (sterk eutroof). De minder talrijk voorkomende soorten zijn voor de afzonderlijke wateren opgenomen in bijlage 1.





Tenslotte wordt in tabel 7 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 Waternavel. 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 (VERHOEVEN en BASTIAANSEN 1959). Deze achteruitgang is hier niet aan verzuring toe te schrijven, maar eerder aan eutrofiëring. Andere factoren dan zure neerslag kunnen (mede) een belangrijke rol spelen. Een voorbeeld hiervan is de beïnvloeding door meeuwenkolonies (guanotrofiëring) van het Waskemeer en het Diaconieveen.

Tabel 7. Overzicht van de 8 onderzochte wateren met specifieke kenmerken per water.

	Sphagnum-ven P37	Aekingorneer P22	St. Nicolaasga P12	Bakkeveenster Duinen P25	Waskemeer P10	Diaconieveen P21	Stobbepeel P9	Witte Meer P24
Bodemsamenstelling	veel organisch materiaal	zand	zand	zand	zand/organisch materiaal	veel organisch materiaal	zand/organisch materiaal	zand
Kleur van het water	helder	helder (blauw)	helder (blauw)	helder	sterk bruin-rood	sterk bruin-rood	helder	helder
Zuurgraad en buffer- capaciteit	sterk zuur zwak	zuur zwak	zuur zwak	zuur zwak	sterk zuur zwak	zwak zuur matig	zwak zuur matig	neutraal redelijk
Voedingsstoffenniveau van: . water . bodem	matig (veel N) hoog	erg laag laag	laag laag	laag erg laag	erg hoog matig	extreem hoog hoog	matig hoog	matig laag
Aspectbepalende of dominante soorten . diatomeeën	<i>Eunotia exigua</i>	<i>Eunotia exigua</i> <i>Frustulia</i>	( <i>Eunotia exigua</i> )	geen	geen	<i>Gomphonema</i>	<i>Tabellaria</i>	-
. macrofauna	<i>Chironomus</i> (muggelarven en kevers)	kokerjuffers, wantsen en mug- pelarven	<i>Aeolusmeridianus</i> muggelarven en kokerjuffers	kevers	muggelarven ( <i>Chironomus</i> ) en libellelarven	<i>Lumbriculus</i> en muggelarven	geen	Mollusken wantsen (nymfen)
. vegetatie	<i>Sphagnum</i> <i>Rhynchospora alba</i> <i>Eriophorum ang.</i>	<i>Juncus bulbosus</i> <i>Eleocharis</i> <i>Sphagnum</i>	<i>Phragmites</i> <i>Sphagnum</i> <i>Eleocharis</i>	<i>Littorella uni- flora</i> <i>Juncus bulbosus</i> <i>Juncus effusus</i>	<i>Juncus effusus</i> <i>Leptodictium</i> <i>riparium</i>	<i>Juncus effusus</i> <i>Callitriche</i>	<i>Juncus bulbosus</i> <i>Eleocharis</i> <i>Carex rostrata</i>	<i>Eleocharis</i> <i>Hydrocotyle</i> <i>vulgaris</i> <i>Juncus effusus</i>
Vooraf } gevoelig voor beïnvloed door	verzuring	verzuring	verzuring	verzuring	eutrofiëring (meeuwen)	eutrofiëring (meeuwen)	eutrofiëring	eutrofiëring

De veelheid en complexheid van negatieve invloeden op het milieu, zoals in dit geval uitdroging, voedselverrijking en verzuring, lijken een dubbele bedreiging voor het milieu te vormen. Enerzijds vanwege het effect van genoemde invloeden op zich, anderzijds vanwege de nog onvolgende beantwoorde vragen van oorzaak en gevolg om het nemen van maatregelen af te kunnen dwingen.

### Ontwikkelingen.

In alle opzichten vormt zure neerslag een groot en belangrijk v  
stuk. Het beïnvloed zowel water, bodem als lucht en het aanwezige bi  
sche milieu, als ook heeft het effecten op de menselijke gezondheid,  
cultuurhistorische waarden en andere materiële zaken. Het onderzoek  
treffende zure neerslag vraagt -zeker in Nederland- nog de nodige aa  
dacht, waarbij (gezien het niet aan provinciegrenzen gebonden karakt  
van luchtverontreiniging) het voor de hand liggend is dat dit onderz  
op landelijk niveau wordt gecoördineerd en uitgevoerd. In dit kader  
vermeld dat er een landelijk meetnet is opgezet voor de bepaling van  
de fysisch-chemische samenstelling van de neerslag. Het is een gezam  
lijk K.N.M.I.-R.I.V.-project, waarvan jaarlijks een rapportering ver  
schijnt van de onderzoeksresultaten. Staatssecretaris Lambers-Hacque  
heeft medio 1982 vijf instituten opdracht gegeven onderzoek in te st  
len naar de herkomst en het transport door de lucht van die stoffen  
verantwoordelijk zijn voor de zure neerslag. Deze instituten zijn R.  
T.N.O., Energiecentrum Nederland (E.C.N.), het instituut voor meteor  
gie en oceanografie van de universiteit van Utrecht en de K.E.M.A. V  
der wordt onder andere door de themagroep (programma studiegroep) Zu  
Regen onder supervisie van de R.M.N.O. onderzoek uitgevoerd. Sinds j  
1982 verschijnt het Nieuwsbulletin luchtverontreiniging. Momenteel w  
vanuit de landbouwhogeschool te Wageningen een oriënterend onderzoek  
uitgevoerd naar mogelijke effecten van zure neerslag in de bossen van  
zuid-oost Friesland.

Noodzakelijk is de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen te  
beperken. Naast energiebesparing (isolatie, warmtekrachtkoppeling, e  
ciëntere apparatuur, etc.) in reductie van gasuitstoot gewenst. Ontz  
velen van fossiele brandstoffen is mogelijk, alsmede reductie tijden  
en na verbranding. In het kader van het Nationaal Onderzoeksprogramm  
Kolen en de Brede Maatschappelijke Energiediscussie dient het proble  
van de zure neerslag betrokken te worden.

Het is echter te verwachten dat in Nederland en de omringende l  
den in toenemende mate energie opgewekt zal worden met behulp van a  
olie en steenkool. Bij toepassing van de huidige technologie zal voor  
al door de verbranding van steenkool de emissie van SO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> naast  
die van bijvoorbeeld stof, cadmium en fluor aanzienlijk toenemen. Om

dit te voorkomen is een stringent beleid in deze noodzakelijk. Op rijksniveau heeft dit reeds in 1971 geleid tot het aannemen van de Wet inzake de luchtverontreiniging. Later is het SO<sub>2</sub>-beleidskaderplan opgesteld waarin een "emissie-plafond" van 500.000 ton per jaar voor Nederland is opgenomen, terwijl een NO<sub>x</sub>-beleidskaderplan wordt voorbereid.

Op provinciaal en gemeentelijk niveau 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 SO<sub>2</sub>-beleidsprogramma, voorschriften ter bescherming van de directe omgeving gesteld te worden bijv. 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 symptoonbestrijding echter nauwelijks een bijdrage leveren.



Referenties.

- Anonymus 1980-1981-1982. Meetnet voor de bepaling van de chemische samenstelling van de neerslag in Nederland. K.N.M.I.-R.I.V.-jaaroverzicht.
- Anonymus 1981. Meetnet grondwaterkwaliteit, gegevens van de provincie Friesland. Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening.
- Bots, W.C.P.M., Jansen, P.C. en Noordewier, G.J. 1978. Fysisch-chemische samenstelling van oppervlakte- en grondwater in het Noorden des Lands. I.C.W., Wageningen.
- 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.
- Buijsman, E. en Reijnders, H.F., 1980. Neerslag verzuurt ons leven. *Intermediair* 16 (29): 13-27.
- Coördinatiecommissie Uitvoering WVO, werkgroep V, 1982. Aanbevelingen voor beoordeling en presentatie van waterkwaliteitsgegevens.
- Dam, H. van, 1978. Hydrobiologische gevolgen van luchtverontreiniging. *Natuur en Milieu* 1978 (7/8): 10-12.
- Dam, H. van en Apeldoorn, R.C. van, 1978. De droogte van 1976 en de toestand in Nederland. *H<sub>2</sub>O* 11 (13): 278-281.
- Dam, H. van en Kooyman-Van Blokland, H., 1978. Man-made changes in Dutch moorland pools, as reflected by historical and recent data about diatoms and macrophytes. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 63 (5): 587-607.
- Eriksson, M.O.G., Henrinks, L., Nilsson, B-I., Nyman, G., Oscarsson, H.G. en Stenson, A.E., 1980. Predator-prey relations important for biotic changes in acidified lakes. *Ambio* 9 (5): 248-249.
- Fransen, J., 1981. Zure regen: effecten, aanpak van het probleem. *Natuur en Milieu* 1981 (7/8): 14-16.
- Labastille, A., 1981. Acid rain, how great a menace? *National Geographic* 160 (5): 654-681.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1981. Indicatief meerjarenprogramma Water 1980-1984.
- Kish, T., 1981. Acid precipitation: crucial questions still remain unanswered. *Journal WPCF* 53 (5): 518-521.
- Provinciale waterstaat van Friesland, 1982. Waterkwaliteit Friesland 1979-1981.
- 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

Verhoeven, H.J. en Bastiaanssen, C.A., 1959. Excursierapport Witte Meer (niet gepubliceerd rapport).

Venhuizen, K.D., 1982. Waarover spraken zij ..... in Stockholm? *H<sub>2</sub>O* 15 (21): 585-587.

Vermeulen, A.J., 1977. Verzuring van de neerslag: oorzaken en gevolgen. *Natuur en Milieu* 1977 (6/7): 12-21.

Wit, T. de, 1978. Korstmossen en luchtverontreiniging in Nederland. *Natuur en Milieu* 1978 (7/8): 3-9.

Overige literatuur.

Anonymus 1981. Regen in Nederland het zuurst.*H<sub>2</sub>O* 14 (14): 305.

Anonymus 1982. Zure regen: dreigende milieuramp.*H<sub>2</sub>O* 15 (3): N13.

Anonymus 1982. Afzetting van ammonium op bladeren versterkt effect van zure regen in bosgebieden. *H<sub>2</sub>O* 15 (21): N77.

Anonymus 1983. Zure regen ook schadelijk voor de mens. *H<sub>2</sub>O* 16 (3): N10.

Anonymus 1983. Onderzoek: luchtverontreiniging met stikstofoxiden neemt toe. *H<sub>2</sub>O* 16 (3): N11.

Anonymus 1983. Actie in West-Duitsland tegen zure regen. *H<sub>2</sub>O* 16: N19.

Anonymus 1983. Toename luchtverontreiniging door stikstofoxyden voorspeld. ROM-bulletin 1983-1: 3.

Anonymus 1983. Prioriteiten in strijd tegen luchtverontreiniging. ROM-bulletin 1983-2: 13.

Claassen, T.H.L. 1983. Komt na regen verzuring? Waterkwaliteit in Friesland. *Noorderbreedte* 7 (3).

Dam, H. van, Suurmond, G.X. Braak, C. ter, 1980. Impact of acid precipitation on diatoms and chemistry of Dutch moorland pools. Proc.Int.conf.ecol. impact acid precip., p.298-299. Norway.

Vermeulen, A.J., 1977. Immissieonderzoek met behulp van regenvangers: opzet, ervaringen en resultaten. P.w.s. Noord-Holland, Haarlem.

Overige macrofauna organismen, welke niet zijn opgenomen in tabel 5. Dit zijn soorten die met minder dan 1% van het aantal exemplaren in het betreffende monster zijn vertegenwoordigd.

- P37. Sphagnum-ven: Libellulidae spp, Coenagrion spec., Sialis lutaria, Hyphydrus ovatus, Hydroporus obscurus, Hydroporus umbrosus, Halipilus spec., agabus sturmi, Ilybius sp. (larvae), Acilius sulcatus, Phalacrocer a replicata, oligotricha striata, Gerris odontogaster.
- P10. Waskemeer: Sialis lutaria, Ilybius sp. (larvae), Tipulidae (larvae), Limnephilus lunatus, Ecnomus tenellus, arctocorisa germari, Hesperocorixa sahlbergi.
- P22. Aekingermeer: Ecnomus tenellus, Oecetis ochracea, notonecta viridis, arctocrisa germari, corynoneura, orthocladinae indet., Pseudochironomus prasinatus, Limnephilus lunatus, Limnephilus rhombicus, Limnephilus spec. Cynus crenaticornis.
- P12. St. Nicolaasga: Hyphydrus ovatus, Helophorus minutus, porhydrus Lineatus, polypedilium gr. bicrenatum, Glyptotendipes gr. signatus, cf. Conchapelopia, Dicrotendipes gr. lobiger, Tanypus Kraatzi, orthocladinae indet, Limnephilus cf. centralis, Limnephilus rhombicus, Hesperocorixa sahlbergi, Sigara striata.
- P25. Bakkeveensterduinen: Rhantus exoletus, Hydroporus cf. incognitus, Ilybius spec. (larvae), Orthocladinae indet, Aedes (culicidae larvae), Hesperocorixa sahlbergi.
- P21. Diaconieveen: Theromyzon tessulatum, Halipilus ruficollis, orthocladinae indet, chrysops spec., Anatopynia plumipes, Natarsia, Sigara falleni.
- P9. Stobbepoel: Herpobdella octoculata, Libellula quadrimaculata, Sialis lutaria, Hyphydrus ovatus, Noterus Clavicornis, Rhantus exoletus, Helophorus minutus, porhydrus lineatus, Phalacrocer a replicata, Limnephilus? sparsus, Notonecta obliqua, Gerris odontogaster.
- P24. Witte Meer: Herpobdella testacea, planorbis crista, Segmentina nitida, Lymnaea peregra, Caenis horaria, Aeshna viridis, Ischnura elegans, Erythromma viridulum, lestes dryas, Sympecma spec., Coenagrion spec., Noterus clavicornis, Rhantus spec. (larvae), Halipilus spec., Coleoptera spec. (larvae), Psectrocladius gr. psilopterus, crycotopus gr. sylvestris, Tanytarsini spp., Clinotanytus nervosus, Athripsodes aterrimus, Oecetis furva, Corixa dentipes, Hesperocorixa sahlbergi, Ilyocoris cimicoides.

Overige diatomeeën, welke niet zijn opgenomen in tabel 6.

Deze soorten komen in de betreffende wateren maar weinig voor (score 1: enkele exemplaren).

- P37 Sphagnum-ven: *Cocconeis disculus*, *Frustulia* spp., *Navicula* spp.
- P10 Waskemeer: *Fragilaria* cf. *construens*, *Navicula cryptocephala*, *N. cuspidata*, *N. neoventricosa*, *Pinnularia?* *acoricola*, *Stauroneis anceps*, *Stephanodiscus astrea*.
- P22 Aekingermeer: ? *Achnanthes?* *austrica*, *Navicula cincta*, *N. minima*, *Nitzschia?* *palea*, *Pinnularia?* *borealis*, *P. viridis*, *Surirella ovata*, *S. spp.*, *Synedra ulna*.
- P12 St. Nicolaasga: *Cocconeis placentula*, *Diploneis?* *interrupta*, *Fragilaria* cf. *construens*, *F. intermedia*, *F. pinnata*, *F. virescens*, *Frustulia rhomboides*, *Gomphonema constrictum*, *Navicula pupula*, *N. radiosa* var. *tenella*, *N. rhynchocephala*, *Nitzschia?* *palea*, *Stephanodiscus astrea*.
- P25 Bakkeveensterduinen: *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula rhynchocephala*.
- P21 Diaconieveen: ? *Achnanthes* spp., *Cyclotella meneghiniana*, *Frustulia rhomboides*, *Gomphonema constrictum*, *G. gracile*, *Melosira* spp., *Navicula hungarica*, *Nitzschia?* *palea*, *Pinnularia viridis*, *Stauroneis* spp.
- P9 Stobbepoel: *Fragilaria capucina*, *Melosira granulata*, *Neidium affine* var. *amphirhynchus* *Pinnularia viridis*, *Rhoicosphenia curvata*, *Stauroneis anceps*, *S. phenicenteron*, *Synedra vaucheria*.

