

RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEUHYGIENE
BILTHOVEN

Rapportnr. 228703006

Onderbouwende informatie over het
Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit
I. Het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling

E. Buijsman

februari 1989

Dit onderzoek is verricht in opdracht en ten laste van het Directoraat-
Generaal Milieubeheer in het kader van projektnummer 228703 "Landelijk
Meetnet Luchtkwaliteit: regenwatersamenstelling".

VERZENDLIJST

- 1 Directeur Lucht
- 2 Secretaris-Generaal van het Ministerie van Welzijn,
Volksgezondheid en Cultuur
- 3 Directeur-Generaal voor de Milieuhygiëne
- 4 Plv. Directeur-Generaal voor de Milieuhygiëne
- 5 Bibliotheek Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
- 6 Bibliotheek Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
- 7 Ir.M.Bovenkerk, Directie Lucht
- 8 Ir.H.S.M.A.Diederens, TNO
- 9 Dr.H.van Dop, KNMI
- 10 P.Eilers, DCMR
- 11-15 Ir.A.J.Frantzen, KNMI
- 16 Drs.M.P.Keuken, ECN
- 17 Ing.J.A.P.Klein, CBS
- 18 C.Klick, Provinciale Waterstaat Noord-Holland
- 19 T.B.Ridder
- 20 Dr.F.G.Römer, KEMA
- 21 M.Severijnen, Provincie Limburg
- 22 Dr.J.Slanina, ECN
- 23 Drs.C.J.Sliggers, Directie Lucht
- 24 Dr.A.P.van Ulden, KNMI
- 25 P.van der Veer, KNMI
- 26 Dr.G.Verduyn, IHE
- 27 H.Zeewuster, Provincie Drenthe
- 28 Directie Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne
- 29 Dr.R.M.van Aalst
- 30 Ing.M.van den Anker
- 31 Ing.W.F.Blom
- 32-33 Dr.J.L.M.de Boer
- 34 Ing.H.C.Boelhouwer
- 35 Ir.N.D.van Egmond
- 36 Ing.J.-W. Erisman
- 37 Dr.A.W.Fonds
- 38 Ing.J.A.van Jaarsveld
- 39 W.B.de Haan
- 40 Ir.H.A.van't Klooster
- 41 Dr.A.van der Meulen
- 42 Dr.F.A.A.M.de Leeuw
- 43 Dr.D.Onderdelinden
- 44-45 Dr.H.F.R.Reijnders
- 46 D.van Straalen
- 47 P.Swaan
- 48 P.W.de Vos
- 49 J.IJ.Wammes
- 50-51 Drs.R.C.C.Wegman
- 52 B.J.Werner
- 53 Ir.H.J.W.J.van de Wiel
- 54 Dr.P.van Zoonen
- 55 Auteur
- 56-57 Bureau Projecten-en Rapportenregistratie
- 58-100 Reserve-exemplaren

VOORWOORD

Sinds 1978 is in Nederland het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling (LMR) operationeel. Het LMR is een gezamenlijk projekt van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). In het kader van het LMR wordt regenwater opgevangen voor chemisch onderzoek. In de loop der jaren zijn diverse malen wijzigingen doorgevoerd in de meetnetconfiguratie, bemonsteringsapparatuur, bemonsteringsprocedures en geanalyseerde componenten.

Sinds 1986 is het LMR een onderdeel van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). Onderbouwende informatie over de gebruikte apparatuur als ook lokatieschetsen van de omgeving van de meetpunten wordt gegeven in het technisch rapport over het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (RIVM, 1989).

De in dit rapport besproken huidige situatie in het LMR is voor een belangrijk deel tot stand gekomen na vruchtbare diskussies in de Technische Werkgroep LMR, waarin zitting hebben (gehad) H.C.Boelhouwer (RIVM/LLO), J.L.M.de Boer (RIVM/LAC), R.de Boer (RIVM/LLO), H.J.Elskamp (RIVM/LLO), A.J. Frantzen (KNMI), A.van der Meulen (RIVM/LLO), H.F.R.Reijnders (RIVM/LAC), P.van der Veer (KNMI) en J.IJ.Wammes (RIVM/LOC). Daarnaast hebben belangrijke diskussies aangaande opzet en structuur van het LMR plaats gevonden in de regenwateroverleggroep RREK met als deelnemers E.Buijsman (RIVM/LLO), H.S.M.A.Diederens (MT/TNO), A.J.Frantzen (KNMI), M.P.Keuken (ECN), D.Onderdelinden (RIVM/LLO), H.F.R.Reijnders (RIVM/LAC), T.B.Ridder (KNMI), F.G.Römer (KEMA) en H.Vrijhof (RIVM/LLO). Verdere bijdragen aan het tot stand komen van het huidige LMR zijn geleverd door N.D.van Egmond (RIVM/LBG) en J.Slanina (ECN).

Het nu voorliggende rapport beoogt vooral een onderbouwing te geven over de opzet en de structuur van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling aan de hand van de situatie zoals die in de loop van 1988 is gerealiseerd. Hoofdstuk 3 ("Analysemethoden") is voornamelijk samengesteld op grond van informatie van J.L.M.de Boer (RIVM/LAC), H.F.R.Reijnders (RIVM/LAC) en R.C.C.Wegman (RIVM/LOC).

Informatie over de regionale meetnetten voor de bepaling van de chemische samenstelling van de neerslag is verstrekt door P.Eilers (DCMR), C.Klick (Provinciale Waterstaat Noord-Holland), M.Severijnen (Provincie Limburg) en H.Zeewuster (Provincie Drenthe). Velen van de hiervoor genoemden hebben commentaar geleverd op eerdere versies van dit rapport en daardoor in belangrijke mate bijgedragen tot de definitieve versie.

INHOUDSOPGAVE

Verzendlijst	ii
Voorwoord	iii
Inhoudsopgave	iv
Summary	v
Samenvatting	vii
1. Inleiding	1
2. Meetnet	3
2.1 Inleiding	3
2.2 Meetnetconfiguratie	3
2.3 Onderzoekspakket	7
2.4 Monsternameapparatuur	8
2.4.1 Anorganische componenten	8
2.4.2 Organische componenten	12
2.5 Monsternameprocedure	12
2.6 Kwaliteitscontrole	14
3. Analysemethoden	15
3.1 Hoofdcomponenten	15
3.2 Anorganische microcomponenten	18
3.3 Organische microcomponenten	20
Literatuur	23
Bijlagen	
A. Meetnetconfiguratie en meetprogramma sinds 1978	29
B. Meetprogramma op de macrostations	37
C. Beschrijving regenvangers zoals gebruikt tot in 1988	41
D. Regionale regenwatermeetnetten	45

SUMMARY

1. Important objectives of the Netherlands National Precipitation Chemistry Network are amongst others: regional and national description of wet deposition fluxes, checking of deposition guideline values, detection of trends in the wet deposition (especially for the acidifying and priority components).
2. The precipitation chemistry network is made up of 14 measuring sites and is part of the so-called integrated environmental monitoring network. The latter network consists of 17 macrostations where several environmental parameters are monitored continuously in air, rain water, soil, ground water and where biological effects on indicator plants are monitored.
3. The precipitation chemistry network is equipped with wet-only collectors. On every measuring site two collectors are placed: one for major components in precipitation, the second one for inorganic micro-components. Additional bulk collectors are installed on 3 locations to monitor organic microcomponents in precipitation.
For all measurements it holds that the sampling period is two weeks. The samples are combined afterwards into monthly samples before analysis.
4. The measuring programme includes:
 - on all (14) locations the major components in precipitation (pH, conductivity, free acid, ammonium, sodium, potassium, calcium, magnesium, zinc, fluoride, chloride, nitrate, sulphate, bicarbonate, phosphate) and inorganic microcomponents (cadmium, copper, iron, lead, manganese, nickel, vanadium);
 - on 3 locations an additional set of inorganic microcomponents (arsenic, chromium, cobalt) and/or organic microcomponents (α - and γ - hexachloro-hexane, hexachlorobenzene, 20 polychlorinated biphenyls and 13 polycyclic aromatic hydrocarbons).
5. Control of the routine operations in the network and support of the interpretation of obtained results is provided by means of quality control experiments. Apart from the experiments carried out by RIVM itself much effort in this field is spent in consultation with and under responsibility of the Netherlands Energy Research Foundation (ECN) and the Research Laboratories of the Energy Generating Companies (KEMA).

SAMENVATTING

1. Belangrijke doelstellingen van het LMR zijn o.a.: regionale en landelijke beschrijving van natte depositiefluxen, toetsing van depositie streefwaarden, signalering van trends in de natte depositie (met name van de verzurende en de prioritaire componenten).
2. Het LMR omvat 14 meetstations, is onderdeel van het geïntegreerd meetnet milieukwaliteit en sluit bovendien aan bij de configuratie van de macrostations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit.
3. Het LMR is uitgerust met wet-only vangers. Op elk station zijn 2 vangers geplaatst: één voor de hoofdcomponenten en één voor de anorganische microcomponenten. Indien op een lokatie tevens organische componenten worden gemeten, zijn daarvoor twee aparte (open) vangers aanwezig. De monsternameduur is twee weken. De tweewekelijkse monsters worden echter vóór de analyse samengevoegd tot een maandmonster.
4. Het meetprogramma van het LMR omvat:
 - op alle stations (14) de hoofdcomponenten (pH, geleidbaarheid, vrij zuur, ammonium, natrium, kalium, calcium, magnesium, zink, fluoride, chloride, nitraat, sulfaat, bicarbonaat, fosfaat) en een aantal anorganische microcomponenten (cadmium, koper, ijzer, mangaan, nikkel, lood, vanadium).
 - op een beperkt aantal stations (3) tevens een aantal andere anorganische microcomponenten (arsen, kobalt, chroom) en/of een aantal organische componenten (α - en γ -hexachloorcyclohexaan, hexachloorbenzeen, 20 polychloorbifenylen, 13 polycyclische aromatische koolwaterstoffen).De analyses worden uitgevoerd door het Laboratorium voor Anorganische Chemie (LAC) van het RIVM voor wat betreft de hoofdcomponenten en de anorganische microcomponenten en door het Laboratorium voor Organisch-analytische Chemie (LOC) van het RIVM voor wat betreft de organische componenten.
5. Ter bewaking van de toegepaste procedures in het LMR alsmede ter ondersteuning van de interpretatie van verkregen gegevens worden experimenten uitgevoerd die primair gericht zijn op de kwaliteitscontrole. Naast experimenten die door het RIVM zelf worden uitgevoerd, wordt veel werk op dit gebied verricht in overleg met en onder verantwoordelijkheid van het ECN en de KEMA.

1. INLEIDING

Sinds 1978 wordt in samenwerking tussen het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM) en het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) regenwater opgevangen voor chemisch onderzoek. Het hiertoe ingerichte Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling (LMR) is zodanig opgezet dat aan de gestelde eisen van het meetnet kan worden voldaan.

De belangrijkste doelstellingen van het LMR zijn:

- regionale en landelijke beschrijving van natte depositiefluxen; met name van de verzurende en de prioritaire componenten;
- toetsing van depositie streefwaarden, zoals die zijn geformuleerd door het Ministerie voor Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer(VROM);
- signaleren en kwantificeren van de trend in de natte depositieflux;
- toetsing van de uitkomsten van modelberekeningen, zoals die o.a. worden gemaakt door het Laboratorium voor Luchtonderzoek (LLO) van het RIVM.

Sinds 1988 is het LMR zodanig ingericht dat een zo goed mogelijke aansluiting is verkregen bij het geïntegreerd meetnet milieukwaliteit en bij de configuratie van de zgn. macrostations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit.

Het onderzoek in het kader van het LMR wordt uitgevoerd in opdracht en ten laste van het Directoraat Generaal Milieubeheer in het kader van projektnummer 228703 "Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: regenwatersamenstelling".

Data rapportage vindt elk jaar plaats in de vorm van een jaarrapport getiteld "Chemische samenstelling van de neerslag boven Nederland" (zie bijv. KNMI/RIVM, 1988).

Samenvattende rapportage en interpretatie, waarbij de nadruk ligt op de verzurende en de prioritaire componenten, vindt plaats in de jaarverslagen "Luchtkwaliteit" van het RIVM (zie bijv. RIVM, 1988).

2. MEETNET

2.1 Inleiding

Het systematisch onderzoek naar de chemische samenstelling van de neerslag levert essentiële gegevens voor de kwantificering van een gedeelte van de atmosferische cyclus van stoffen.

Belangrijke aspecten die van invloed zijn op het verkrijgen van juiste en interpreteerbare gegevens, betreffen de meetnetconfiguratie, de monstername-apparatuur en -procedure alsmede de uitkomsten van experimenten gericht op de kwaliteitscontrole.

De afgelopen jaren is veel kennis verzameld op het gebied van het bedrijven van meetnetten die zijn gericht op de bepaling van de chemische samenstelling van de neerslag. In de nu volgende paragrafen zullen de diverse aspecten besproken worden, d.w.z. de meetnetconfiguratie, het onderzoekspakket, de monstername-apparatuur en -procedure en de aanvullende experimenten op het gebied van de kwaliteitscontrole.

2.2 Meetnetconfiguratie

De eisen waaraan een meetnet wordt geacht te voldoen, bepalen in overwegende mate de meetnetdichtheid en de lokatiekeuze van de afzonderlijke meetstations. Hierbij is het atmosferisch chemisch gedrag van de componenten die onderzocht worden van belang.

Zoals in de inleiding vermeld zijn belangrijke doelstellingen van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling een regionale en landelijke beschrijving van natte depositiefluxen en het signaleren en kwantificeren van trends daarin.

Van Egmond *et al.* (1985) hebben de statistische kenmerken van concentraties van componenten in regenwater onderzocht voor 12 stations van het LMR voor de periode 1980-1984. Hieruit werd geconcludeerd dat met de resultaten van 12 meetstations een voldoende nauwkeurige beschrijving kan gegeven worden van de in Nederland optredende deposities van een aantal belangrijke componenten. Voldoend nauwkeurig moet hierbij opgevat worden in relatie tot de nauwkeurigheid waarmee modelberekeningen kunnen worden gemaakt. Zoals uit Tabel 1 blijkt bedragen de schattingsfouten voor de maandgemiddelde concentraties 5-20%; voor de in de Tabel niet vermelde zware metalen liggen de schattingsfouten in de orde van grootte van 6-12%. Op jaarbasis zijn de schattingsfouten wat lager. Volgens Van Egmond *et al.* (1985) resulteren voor de deposities vrijwel dezelfde percentages als voor de concentraties.

Tabel 1: Schattingsfouten voor jaar- en maandgemiddelde concentraties over Nederland bij een configuratie van 12 stations. Gemiddelde stationsafstand ca. 60 km (ontleend aan Van Egmond et al., 1985).

component	schattingsfout (%)		variabiliteit *	
	jaar	maand	jaar	maand
H	5	10	w	w
NH ₄	6	10	w	w
Na	10	11	o	r
K	10	13	w	w
Ca	6	9	r	r
Mg	16	17	o	w
Zn	20	20	w	w
F	6	9	r	r
Cl	9	16	w	w
NO ₃	2	5	r	w
SO ₄	2	5	r	r

* variabiliteit geeft aan of de schattingsfout in overwegende mate door waarnemingsfouten ("w") of door de ruimtelijke variabiliteit ("r") wordt bepaald. "o" geeft aan dat beide factoren van ongeveer gelijke invloed zijn op de schattingsfout

Uit onderzoek van Buishand *et al.* (1985) bleek dat, op zuiver statistische gronden, voor de meetresultaten van 12 stations in het LMR in de periode 1978-1984 een trend met 80% waarschijnlijkheid gedetekteerd kan worden, indien deze gedurende 5 jaar ca. 10% per jaar bedraagt.

Overigens moet bij het hiervoor vermelde worden bedacht dat de genoemde onderzoeken zijn uitgevoerd met gegevens die zijn verkregen met open vangers. Het gebruik van wet-only vangers zal leiden tot een betrouwbaarder schatting van deposities en tot een betere detekteerbaarheid van een trend.

Op grond van het bovenstaande is gekozen voor een meetnetconfiguratie van 13 stations die min of meer regelmatig over Nederland zijn verdeeld. De gemiddelde onderlinge afstand tussen de stations bedraagt ca. 60 km. Daarnaast is een extra station opgenomen om een eventuele invloed van industriegebieden in NW België op de natte depositie in Noord Brabant te kunnen waarnemen.

De uiteindelijke lokatiekeuze van de afzonderlijke stations wordt naast door de hierboven genoemde overwegingen nog door andere factoren bepaald. Doordat o.a. een regionale beschrijving van de natte depositie beoogd wordt te geven, dient een meetlokatie zo min mogelijk door lokale bronnen van luchtverontreiniging te worden beïnvloed.

Tabel 2: Meetstations van het Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling per 1 januari 1988

station ¹	code ²		coördinaten ³		meetprogramma ⁴
	nieuw	oud	X	Y	
Beek	134	12	182,4	325,1	HC, AM-1
Braakman(m)	318	23	40,8	368,5	HC, AM-1
De Bilt	628	7	140,6	456,9	HC, AM-1, AM-2, OC
Eibergen(m)	722	21	238,5	456,6	HC, AM-1
Gilze-Rijen	231	10	123,5	397,5	HC, AM-1, AM-2
Huijbergen(m)	235	24	83,6	383,3	HC, AM-1
Kloosterburen(m)	901	--	223,3	602,5	HC, AM-1
Leiduin(m)	540	19	101,2	484,4	HC, AM-1, OC
Lelystad	632	4	164,3	496,5	HC, AM-1
Rotterdam	434	6	90,1	440,9	HC, AM-1, AM-2, OC
Vredepeel(m)	131	--	187,3	394,7	HC, AM-1
Wageningen(m)	724	--	173,0	442,8	HC, AM-1
Wieringerwerf(m)	538	--	132,2	535,2	HC, AM-1
Witteveen(m)	928	3	241,4	536,9	HC, AM-1

¹ Macrostations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) van het RIVM zijn aangegeven met (m)

² "nieuw": nummering in het kader van het LML met ingang van januari 1988

"oud" : codering van voor 1988

³ Coördinaten volgens de verschoven Rijksdriehoekmeting van de Topografische Dienst (in km)

⁴ HC: hoofdcomponenten (pH, geleidbaarheid, vrij zuur, ammonium, natrium, kalium, calcium magnesium, zink, fluoride, chloride, nitraat, sulfaat, bicarbonaat, fosfaat)

AM-1: anorganische microcomponenten (cadmium, koper, ijzer, mangaan, nikkel, lood, vanadium)

AM-2: anorganische microcomponenten (arsen, chroom, kobalt)

OC: organische componenten (α - en γ -hexachloorcyclohexaan, hexachloorbenzeen, 20 polychloorbifenylen, 13 polycyclische aromatische koolwaterstoffen)

2.3 Onderzoekspakket

De componenten die in het kader van het LMR onderzocht worden, zijn onderverdeeld in drie groepen: hoofdcomponenten, anorganische microcomponenten en organische microcomponenten.

De *hoofdcomponenten* vormen een groep van componenten waarvan de concentraties, op een enkele uitzondering na, gewoonlijk in de orde van enkele tot enige honderden μmol per liter bedragen. Het betreft de componenten vrij zuur, ammonium, natrium, kalium, calcium, magnesium, zink, fluoride, chloride, nitraat, sulfaat, bicarbonaat en fosfaat.

Daarnaast worden tot deze groep gerekend de geleidbaarheid en de pH. In deze groep zitten o.a. de componenten die van belang zijn met betrekking tot de verzuring (ammonium, nitraat, sulfaat) en de prioritaire stoffen zink en fluoride (IMP, 1985).

De hoofdcomponenten worden op alle stations van het LMR onderzocht.

Tot de *anorganische microcomponenten* behoren vooral zware metalen, nl. arseen, cadmium, chroom, kobalt, lood, mangaan, nikkel, vanadium en ijzer. Op een enkele uitzondering na komen deze stoffen voor in concentraties van enkele tot enige honderden nmol per liter. Uitzonderingen vormen ijzer en lood waarvan concentraties tot enkele μmol per liter mogelijk zijn. In deze groep zijn arseen, cadmium, chroom, koper en lood prioritaire stoffen. De stoffen arseen, chroom en kobalt uit deze groep worden slechts op drie stations van het LMR gemeten; de overige componenten worden op alle stations onderzocht.

De groep *organische microcomponenten* omvat α -hexachloorhexaan (α -HCH), γ -hexachloorhexaan (γ -HCH), hexachloorbenzeen (HCB), 20 individuele polychloorbifenylen (PCB's) en 13 vertegenwoordigers uit de groep van de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK). Met uitzondering van hexachloorbenzeen komen al deze stoffen voor op de lijst van prioritaire stoffen.

De organische componenten worden gemeten op drie stations van het LMR.

2.4 Monsternameapparatuur

2.4.1 Anorganische componenten

<type vanger>

In de loop van 1988 zijn in het LMR wet-only vangers* in gebruik genomen. De vangers zijn, in overleg met het RIVM, ontwikkeld en gefabriceerd door het Energie Onderzoek Centrum Nederland (ECN) (zie o.a. Slanina, 1986).

De vangers zijn uitgerust met een deksel dat tijdens droge perioden de trechter afsluit van de atmosfeer. Bij het begin van regenval geeft de bij de regenvanger behorende detector een signaal af, zodat het deksel wordt geopend. In principe wordt met een dergelijke regenvanger regenwater opgevangen, waarvan de chemische samenstelling de werkelijke samenstelling van het regenwater in verregaande mate benadert.

De zgn. open vanger#, die tot in 1988 in het LMR stond opgesteld, is niet voorzien van een deksel dat de trechter afsluit van de atmosfeer gedurende droge periodes. Hierdoor kan tijdens droge periodes droge depositie van gassen en aerosolen plaatsvinden in de trechter. De aldus afgezette stoffen worden bij de eerstvolgende regenperiode dan geheel of gedeeltelijk opgenomen in het regenwater. De open vangers zoals die in het LMR werden gebruikt, staan beschreven in Bijlage C.

In vergelijking met in open vangers verzameld regenwater worden in regenwater dat is opgevangen met een wet-only vanger vaak aanzienlijk lagere concentraties gemeten (Galloway en Likens, 1978; Söderlund, 1982; Ridder *et al.*, 1984; Fowler en Cape, 1984). Open vangers worden soms gebruikt teneinde tevens enige indicatie te verkrijgen van de droge depositieflux. Hierbij moet opgemerkt worden dat de extra bijdrage van eventueel optredende droge depositie niet gerelateerd kan worden aan de op natuurlijke oppervlakken optredende droge depositie (zie ook e.g. Dasch, 1985). Derhalve is het gebruik van open vangers vanuit deze optiek discutabel.

Reeds lange tijd wordt het gebruik van polytheen aangeraden voor die onderdelen van de regenvanger die direkt in contact komen met regenwater. Andere, en vroeger frequent gebruikte, materialen, met name glas, worden tegenwoordig als minder geschikt beschouwd door de niet verwaarloosbare invloed op de chemische samenstelling van regenwater (Buijsman, 1973; Galloway en Likens, 1976).

* Ook wel natte vanger genoemd.

Ook wel bulkvanger genoemd.

<fysische aspecten van de wet-only vanger>

Het benodigd volume neerslag om alle analyses met de toegepaste analysemethoden te kunnen uitvoeren, bedraagt ca. 50 ml ($\approx 1,25$ mm neerslag). Volgens NNI 6585 (1988) bedraagt bij een opvangoppervlak van 400 cm² en een monsternameduur van 30 (2 x 2 weken)* dagen de kans 0,1% dat onder deze omstandigheden een hoeveelheid minder dan 50 ml wordt opgevangen. Aangezien echter bij een dergelijk kleine neerslaghoeveelheid de concentraties vaak hoog zijn, kan in voorkomende gevallen door verdunning met gedestilleerd water alsnog een voldoende volume monster worden verkregen.

Anderzijds bestaat de mogelijkheid dat de neerslaghoeveelheid dermate groot is, dat de gebruikte verzamelfles van 5 liter te klein is. Volgens de norm NEN 6586 (1988) bedraagt de kans daarop bij een monsternameperiode van 15 dagen 0,2%.

De neerslaghoeveelheid die met een regenvanger voor chemisch onderzoek wordt opgevangen, is gewoonlijk minder dan de neerslaghoeveelheid die gemeten wordt volgens de officiële meteorologische waarneming. Dit wordt toegeschreven aan het verschil in opvanghoogte tussen beide methodieken. Uit vergelijkend onderzoek is gebleken, dat de in het LMR gebruikte regenvanger ca. 1,5% minder neerslag bemonstert in vergelijking met de officiële Duitse meteorologische waarnemingsmethode, die op ca. 1 m boven het maaiveld plaats vindt (Keuken, 1988). De periodes met sneeuwval zijn hierbij buiten beschouwing gelaten.

In vergelijking met de in Nederland gebruikelijke methode, d.w.z. waarneming op 0,4 m boven het maaiveld, bedraagt het verschil, op jaarbasis, ca. 5-10% (zie bijv. KNMI/RIVM, 1988).

Een regenvanger voor chemisch onderzoek is in principe niet geschikt voor de monstername van sneeuw. Dit komt o.a. door de verstoring van het windveld rondom de regenvanger, waardoor sneeuw slechts met een lage efficiëntie wordt gevangen. Volgens Barret *et al.* (1985) ligt de efficiëntie, afhankelijk van de (wind)omstandigheden, tussen 10 en 50%. Bovendien kan eenmaal in de trechter verzamelde sneeuw door luchtwervelingen er gemakkelijk weer uitgeblazen worden. Uit onderzoek van Hall *et al.* (1988) is gebleken dat een sneeuwvanger voor chemisch onderzoek een principieel andere vorm dient te hebben dan de voor een regenvanger toegepaste constructie.

* De twee tweewekelijkse monsters worden voor de analyse samengevoegd tot een maandmonster.
Zie ook sectie 2.5

<neerslagdetektie>

De bij de wet-only vanger gebruikte regensensor bevindt zich op enige meters afstand van de regenvanger en is pyramidaal van vorm (zie ook Figuur 2). Met deze vorm wordt bereikt dat neerslag uit elke windrichting even goed kan worden gedetekteerd. De regendetektie berust op meting van de geleidbaarheid tussen twee elektroden. Indien de geleidbaarheid toeneemt, doordat een regendruppel contact legt tussen de twee elektroden, wordt de motor van de regenvanger geactiveerd en het deksel geopend. Om aanspreken van de motor te voorkomen tijdens periodes met dauw of mist, wordt de detektor permanent in geringe mate verwarmd. De gevoeligheid is zodanig afgesteld dat contact met regendruppels met een diameter van 0,3 mm of groter bij een regenintensiteit van minimaal $0,1 \text{ mm h}^{-1}$ leidt tot opening van het deksel.

Na het openen wordt aan de verwarming van de detektor een stuursignaal gegeven om meer warmte te produceren. Hiermee wordt bereikt dat na het eindigen van de neerslagperiode de detektor snel droogt en een stuursignaal naar de motor wordt gestuurd om het deksel te sluiten. De tijd dat de vanger geopend blijft na afloop van een neerslagperiode bedraagt gemiddeld ca. 2,5 min.

Bij omstandigheden beneden 0°C bestaat een, overigens geringe, kans dat het deksel van de regenvanger vastvriest aan de bovenrand van de trechterconstructie. Indien in vastgevroren toestand dan neerslag optreedt, zal het deksel niet kunnen worden geopend, hetgeen tot mechanische ontregeling van de apparatuur leidt. Teneinde deze problemen te vermijden is de apparatuur uitgerust met een temperatuursensor. Deze sensor is zodanig afgesteld dat bij temperaturen beneden -4°C de apparatuur wordt uitgeschakeld. In principe kan dat ertoe leiden dat in periodes met lage temperaturen niet de juiste hoeveelheid neerslag wordt opgevangen. Precieze gegevens over de omvang van de fout die hierbij gemaakt wordt, zijn niet aanwezig. Wel kan gesteld worden dat, op jaarbasis, deze fout minder dan 5% zal zijn, omdat de hoeveelheid neerslag die in Nederland in de vorm van sneeuw valt, 5% of minder is (Buishand, 1988).

2.4.2 Organische componenten

De regenvangers die worden gebruikt voor het onderzoek naar organische componenten in regenwater, zijn van een ander type dan hiervoor beschreven. Vooralsnog worden hier open vangers gebruikt. De trechter van deze vangers is van glas, aangezien kunststof organische stoffen kan adsorberen. Het opvangoppervlak van de trechter bedraagt ca. 800 cm² en bevindt zich 1,50 m boven het maaiveld. De verzamelfles is eveneens van glas en heeft een volume van 10 liter.

Op lokaties waar regenwater opgevangen wordt voor onderzoek naar het vóórkomen van organische componenten, zijn twee open vangers geplaatst. Eén vanger dient voor het bemonsteren van regenwater waarin organochloorbestrijdingsmiddelen en PCB's bepaald worden; de andere voor het onderzoek naar het vóórkomen van PAK. In de fles die gebruikt wordt voor het onderzoek naar PAK, bevindt zich bij aanvang van de monsternamperiodes 5 ml van een kopersulfaatoplossing (5 g CuSO₄.5H₂O per liter) in verdund zwavelzuur (pH=3). Deze toevoeging dient om bacteriële omzettingen te voorkomen (Van Noort en Wondergem, 1985).

Bij deze vangers is in de hals van de trechter een glazen filter aanwezig om grove bestanddelen tegen te houden. In de hals van de trechter bevindt zich bovendien een waterslot om direkt contact tussen reeds verzameld regenwater en de buitenlucht te voorkomen. De verzamelfles alsmede de trechter bevinden zich in een witte kunststof behuizing om invloeden van licht en warmte te minimaliseren.

2.5 Monsternamprocedure

De monsternam vindt plaats op tweewekelijkse basis. Zodoende worden dus twee monsters per maand verkregen, *die echter, vóór de chemische analyse, worden samengevoegd tot één maandmonster.*

In het algemeen is een zo'n kort mogelijke verblijftijd van monsters regenwater in het veld wenselijk. Opmerkelijke veranderingen in de chemische samenstelling van verzameld regenwater onder veldomstandigheden zijn door diverse onderzoekers geconstateerd, waarbij o.a. de monsternameduur van invloed bleek (Madsen, 1982; De Pena *et al.*, 1985, Sisterson *et al.*, 1985). Vooral ammonium is een component die onder veldomstandigheden vaak weinig stabiel blijkt. Uit onderzoek van Ridder *et al.*, (1985) is gebleken dat waarschijnlijk de lichtinvloed hierbij van belang is.

Een monsternameduur van twee weken echter blijkt onder Nederlandse omstandigheden niet te leiden tot aanzienlijke concentratieveranderingen, indien de verzamelfles is afgeschermd van het licht (Slanina *et al.*, 1986).

Op elke lokatie zijn twee identieke regenvangers aanwezig. Eén dient voor het opvangen van regenwater, waarin de zgn. hoofdcomponenten worden bepaald. Deze tweewekelijkse monsters worden na afloop van de monsternameperiode bewaard in een koelkast bij 4°C, totdat transport naar het laboratorium plaatsvindt. Volgens Ridder *et al.* (1985) garandeert de genoemde bewaarprocedure, ook over langere periodes, een voldoende stabiliteit.

De tweede vanger is bedoeld voor de opvang van regenwater, waarin zgn. anorganische microcomponenten bepaald worden.

Het gebruik van een aparte vanger voor het onderzoek naar anorganische microcomponenten (vnl. zware metalen) is noodzakelijk. Dit komt, omdat het in het LMR gebruikelijk is om aan de monsterfles voor regenwater waarin de zware metalen bepaald worden, voor de monstername een kleine hoeveelheid zuur (30 ml van een 0,2M HClO₄-oplossing) toe te voegen teneinde adsorptie te voorkomen (zie o.a. Schroder *et al.*, 1985).

Ook hier geldt dat monstername plaatsvindt op tweewekelijkse basis. De gedurende een maand verzamelde monsters worden na afloop samengevoegd tot één maandmonster.

Dezelfde procedure wordt gevolgd bij de organische microcomponenten.

Aangezien het opvangoppervlak van de apparatuur zich ca. 1,50 m boven het maaiveld bevindt, wordt met deze apparatuur niet de juiste neerslaghoeveelheid gemeten (zie ook NEN 6585, 1988).

Daarom is op elk meetpunt van het LMR tevens een standaard meteorologische neerslaghoeveelheidmeter geïnstalleerd*.

* Het is gebruikelijk om de op deze wijze gemeten neerslaghoeveelheid te gebruiken voor depositieberekeningen

2.6 Kwaliteitscontrole

Van Egmond *et al.* (1985) hebben aangetoond dat voor een configuratie van 12 meetstations de resulterende schattings- en waarnemingsfouten voldoende klein zijn ten opzichte van de nauwkeurigheden waarmee modelberekeningen kunnen worden verricht. Ook de fluxen naar het aardoppervlak kunnen, gemiddeld, met een dergelijke meetnetconfiguratie met voldoende nauwkeurigheid worden berekend. Aangezien echter contaminatie een belangrijke foutenbron kan zijn bij chemisch regenwateronderzoek (Slanina, 1983), is tevens kennis nodig over de kwantitatieve omvang van dit contaminatie-effekt. Hierdoor kan een vergroting van de nauwkeurigheid waarmee uitspraken worden gedaan, worden bereikt. Zoals door Slanina (1983) is aangetoond, kan dit contaminatie-effekt gekwantificeerd worden door op een lokatie met meerdere regenvangers te meten.

Signalering van de trend in de chemische samenstelling van de neerslag en in de natte depositie is óók een van de doelstellingen van het LMR. Meteorologische factoren kunnen als verklarende variabelen hierbij uitermate relevant zijn. Monsternamen gedurende een kortere tijd dan 14 dagen, bijv. op dagbasis, is dan noodzakelijk.

Hetgeen hiervoor is opgemerkt, heeft geleid tot het (tijdelijk) installeren van twee verdichtingsmeetpunten in het LMR onder verantwoordelijkheid van het ECN. Het betreft meetpunten te De Kooij, nabij LMR-meetpunt Wieringerwerf, en te Bilthoven, nabij LMR-meetpunt De Bilt (zie ook Figuur 1). Op deze twee lokaties wordt op dagbasis bemonsterd met 4 parallelle wet-only vangers. Samengevat zullen de resultaten van deze twee punten dienen voor:

- kontrolle van de andere meetpunten voor wat betreft mogelijke contaminatie;
- verhoging van de nauwkeurigheid van de trendmeting.

Door de introductie van de wet-only vangers in het LMR in 1988 is het sinds 1988 verkregen cijfermateriaal niet zonder meer vergelijkbaar met dat uit de periode 1978-1988. Om het verschil in uitkomsten verkregen met bulk en wet-only vangers te kunnen kwantificeren worden door het RIVM op een aantal lokaties van het LMR vergelijkende metingen met bulk en wet-only vangers uitgevoerd. Vooral de verzurende componenten (ammonium, sulfaat, nitraat) verdienen hierbij de aandacht. Dit laatste is mede reden geweest om voor dit experiment onderzoekslokaties te kiezen die verschillen qua atmosferisch belastingspatroon van de relevante componenten. Op 4 lokaties, nl. Leiduin, Lelystad, Vredepeel en Witteveen, worden volgens de standaardprocedure van het LMR genoemde vergelijkende metingen uitgevoerd, zowel voor wat betreft hoofdcomponenten als de anorganische microcomponenten.

3. ANALYSEMETHODEN

3.1 Hoofdcomponenten

Zoals aangegeven in sectie 2.3 wordt onder hoofdcomponenten in het LMR verstaan:

zuurgraad (pH), geleidbaarheid, vrij zuur, ammonium, natrium, kalium, calcium, magnesium, zink, fluoride, chloride, nitraat, sulfaat, bicarbonaat en fosfaat.

Deze componenten worden geanalyseerd in het regenwater van alle stations. De monsters die na afloop van de monsternameperiode op het laboratorium binnenkomen, worden in de koelkast bewaard tot het tijdstip waarop chemische analyse plaats vindt.

Voor de analyse worden de monsters gefiltreerd door een 250 μm polytheen filter.

De analyses op de diverse componenten worden verricht door het Laboratorium voor Anorganische Chemie (LAC) van het RIVM en worden als volgt uitgevoerd:

-zuurgraad (pH)

De bepaling vindt plaats met een pH-meter en een glaselektrode. Vóór de meting wordt een kleine hoeveelheid van een verzadigde NaCl-oplossing aan het monster toegevoegd.

-geleidbaarheid (κ)

Het monster wordt geleid door een gethermostatische geleidbaarheids meetcel, waarin meting plaatsvindt met een geleidbaarheidsmeter.

-vrij zuur (H_3O^+)

Een bekende hoeveelheid sterk zuur wordt aan het monster toegevoegd zodanig dat de pH van het monster 4,0 wordt. Het gevormde koolstofdioxide wordt verwijderd door lucht door het monster te leiden. Vervolgens wordt getitreerd tot een pH van 5,3 met coulometrisch gegenereerde hydroxyl-ionen.

Als het verschil tussen de gegenereerde hoeveelheid base en de toegevoegde hoeveelheid zuur positief is, wordt het verschil aangemerkt als "sterk zuur" (H_3O^+). Is het verschil negatief dan wordt het resultaat aangemerkt als "waterstofcarbonaat" (HCO_3^-).

-ammonium (NH_4^+)

De bepaling vindt plaats in een doorstroomsysteem. Ammonium wordt door reactie gedurende 5 min. bij 35°C met natriumhypochloriet en natriumsalicylaat in aanwezigheid van de katalysator dinatriumpenta-nitrosylferraat omgezet in een gekleurde verbinding. De verkregen oplossing wordt geleid door een doorstroomcuveet en de absorptie wordt fotometrisch gemeten.

-natrium (Na^+), kalium (K^+)

Na toevoeging van een oplossing van cesiumchloride ter onderdrukking van de ionisatie, vindt bepaling van natrium en kalium plaats met behulp van atomaire absorptiespectrometrie waarbij de vlamtechniek wordt toegepast.

-calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+})

Na toevoeging van een oplossing van lanthaanchloride ter onderdrukking van mogelijke storingen, vindt bepaling van calcium en magnesium plaats met behulp van atomaire absorptiespectrometrie waarbij de vlamtechniek wordt toegepast.

-zink (Zn^{2+})

De bepaling vindt plaats door middel van atomaire emissiespectrometrie met een inductief gekoppeld plasma.

-fluoride (F^-)

De bepaling vindt plaats in een doorstroom systeem. Er wordt een acetaat-buffer toegevoegd met trans-1,2-diaminocyclohexaan-N,N,N',N'-tetra-azijnzuur als decomplexeringsreagens. Fluoride wordt vervolgens gemeten met een fluoride gevoelige elektrode met een koolstofelektrode als tegenelektrode.

-chloride (Cl^-)

Chloride wordt bepaald door middel van titratie met een zilvernitraat-oplossing. De eindpuntsindicatie geschiedt potentiometrisch met een zilver/zilverchloride-elektrode met een zilverchloride referentie-elektrode.

-nitraat (NO_3^-)

De bepaling wordt ionchromatografisch verricht. Hiertoe wordt 20 μ l monster in een scheidingskolom geïntroduceerd. Vervolgens wordt de kolom geelueerd met een 2,4 mM natriumcarbonaat/3,0 mM natriumwaterstofcarbonaat oplossing. Nitraat wordt met een UV-fotometer bij 200 nm geregistreerd.

-sulfaat (SO_4^{2-})

De bepaling wordt verricht in een doorstroomsysteem. Het monster wordt geleid door een kolom met een kationenwisselaar en vervolgens gemengd met een aangezuurde bariumchloride-oplossing. Na vorming van bariumsulfaat wordt de overmaat barium gekleurd met dimethylsulfonazo(III). De resulterende oplossing wordt geleid door een doorstroomcuvet en de absorptie wordt bij 660 nm fotometrisch gemeten.

-bicarbonaat (HCO_3^-)

Zie bij "vrij zuur".

-fosfaat (PO_4^{3-})

De bepaling wordt verricht in een doorstroomsysteem. Fosfaat reageert in zwak zuur milieu eerst in aanwezigheid van de katalysator kaliumantimonyltartraat met ammoniumheptamolybdaat. Het reactieproduct wordt met ascorbinezuur omgezet in een gekleurde verbinding. De verkregen oplossing wordt geleid door een doorstroomcuvet en de absorptie wordt bij 880 nm fotometrisch gemeten.

Tabel 3: Enige karakteristieken van de analysemethoden die worden toegepast voor de bepaling van de hoofdcomponenten.

component	analyse volgens	detectielimiet ¹	relatieve standaarddeviatie ²		
			1	2	3
H ³	NEN 6587	5	25 (5.10 ⁰)	3 (2.10 ¹)	1 (5.10 ¹)
NH ₄	NEN 6646	1	2 (3.10 ¹)	2 (1.10 ²)	2 (3.10 ²)
K	NEN 6424	0,5	10 (3.10 ⁰)	5 (6.10 ⁰)	2 (2.10 ¹)
Na	NEN 6423	2	10 (1.10 ¹)	3 (9.10 ¹)	2 (9.10 ²)
Ca	NEN 6446	1,5	15 (4.10 ⁰)	5 (1.10 ¹)	2 (6.10 ¹)
Mg	NEN 6455	0,2	5 (2.10 ⁰)	2 (1.10 ¹)	2 (3.10 ¹)
Zn	NEN 6443	0,1	25 (2.10 ⁻¹)	10 (4.10 ⁻¹)	4 (2.10 ⁰)
F	I ⁴	1	7 (5.10 ⁻¹)	2 (2.10 ⁰)	1 (1.10 ⁰)
Cl	NEN 6476	14	1 (2.10 ¹)	1 (9.10 ¹)	0,5 (5.10 ²)
SO ₄	I ⁵	2	2 (3.10 ¹)	1 (6.10 ¹)	1 (2.10 ²)
NO ₃	NEN 6588	0,2	3 (2.10 ¹)	3 (5.10 ¹)	3 (2.10 ²)
PO ₄	NEN 6663	0,11	5 (1.10 ⁻¹)	0,5 (3.10 ⁻¹)	1 (3.10 ⁰)

¹ in $\mu\text{mol/l}$; gedefinieerd als 3σ van de blanco

² in % bij het tussen haakjes gegeven concentratieniveau. Concentratiewaarden in $\mu\text{mol/l}$; de vermelde concentratieniveaus 1, 2 en 3 corresponderen ongeveer met een "laag", "gemiddeld", resp. "hoog" concentratieniveau zoals gemeten in het LMR

³ tevens van toepassing op HCO₃

⁴ I: intern laboratoriumvoorschrift naar Cowell (1977)

⁵ I: intern laboratoriumvoorschrift naar Reijnders et al. (1979)

3.2 Anorganische microcomponenten

De anorganische microcomponenten cadmium (Cd), koper (Cu), lood (Pb), mangaan (Mn), nikkel (Ni), vanadium (V) en ijzer (Fe) [als pakket aangeduid met AM-1] worden bepaald in het regenwater van alle stations.

De anorganische microcomponenten arseen (As), chroom (Cr) en kobalt (Co) [als pakket aangeduid met AM-2] worden alleen onderzocht in regenwater afkomstig van de stations De Bilt, Gilze-Rijen en Rotterdam.

Vóór de analyse wordt de HClO₄-concentratie in de monsteroplossing op 0,2 M gebracht.

De analyses op bovengenoemde componenten worden uitgevoerd door het Laboratorium voor Anorganische Chemie (LAC) van het RIVM en worden als volgt uitgevoerd:

-As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb en V

Deze componenten worden bepaald met atomaire absorptiespectrometrie waarbij van een grafietoven gebruik wordt gemaakt.

-Fe en Mn

De bepaling vindt plaats door middel van atomaire emissiespectrometrie met een inductief gekoppeld plasma.

Tabel 4: Enige karakteristieken van de analysemethoden die worden toegepast voor de bepaling van de anorganische microcomponenten.

component	analyse volgens ¹	detektielimiet ²	relatieve standaarddeviatie ³		
			1	2	3
As	I/NEN 6457	7	-	30 (1.10 ¹)	-
Cd	I/NEN 6458	0,2	10 (8.10 ⁻¹)	5 (2.10 ⁰)	3 (8.10 ⁰)
Co	I/NEN 6468	10	-	40 (1.10 ¹)	-
Cr	I/NEN 6444	10	50 (7.10 ¹)	25 (2.10 ²)	10 (4.10 ²)
Cu	I/NEN 6454	8	8 (4.10 ¹)	6 (8.10 ¹)	3 (3.10 ²)
Fe	I	100	6 (9.10 ²)	4 (2.10 ³)	4 (9.10 ³)
Mn	I	20	12 (8.10 ¹)	5 (2.10 ²)	2 (9.10 ²)
Ni	I	10	30 (1.10 ¹)	5 (7.10 ¹)	-
Pb	I/NEN 6429	5	6 (3.10 ¹)	5 (1.10 ²)	5 (2.10 ²)
V	I/NEN 6463	20	40 (2.10 ¹)	8 (1.10 ²)	4 (3.10 ²)

¹ I: intern laboratoriumvoorschrift

² in nmol/l; gedefinieerd als 3 σ van de blanco

³ in % bij het tussen haakjes gegeven concentratieniveau. Concentratiewaarden in nmol/l; de vermelde concentratieniveaus 1,2 en 3 corresponderen ongeveer met een "laag", "gemiddeld", resp. "hoog" concentratieniveau zoals gemeten in het LMR

3.3 Organische microcomponenten

Het meetpakket organische microcomponenten (ook aangeduid als OC) bestaat uit drie onderdelen, te weten:

-a) organochloorbestrijdingsmiddelen:

α - en γ -hexachloorcyclohexaan (α - en γ -HCH), hexachloorbenzeen (HCB);

-b) polychloorbiphenylen (PCB's):

de congenere nummer 28, 44, 49, 52, 70, 72, 87, 97, 101, 118, 128, 136, 138, 141, 151, 153, 180, 185, 194, 202;

-c) polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK):

fenanthreen, anthraceen, fluorantheen, pyreen, fluoreen, chryseen, benzo(a)anthraceen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, dibenzo(a,h)anthraceen, benzo(ghi)peryleen, indeno(1,2,3-cd)pyreen.

Deze organische componenten worden gemeten in regenwater afkomstig van de stations De Bilt, Leiduin en Rotterdam.

De chemische analyse van genoemde componenten wordt uitgevoerd door het Laboratorium voor Organisch-analytische Chemie (LOC) van het RIVM en vindt als volgt plaats:

-organochloorbestrijdingsmiddelen

De regenwatermonsters worden drie maal geëxtraheerd met petroleumether. De extracten worden samengevoegd en gedroogd met watervrij natriumsulfaat en vervolgens geconcentreerd. Het concentraat wordt gezuiverd door het te leiden over een aluminiumoxidekolom. Het gezuiverde extract wordt geïnjecteerd in een gaschromatograaf. Detectie van de individuele componenten vindt plaats met een elektroneninvangdetector.

-PCB's

De extractieprocedure is dezelfde als bij de organochloorbestrijdingsmiddelen. De extracten worden gezuiverd door ze te leiden over een aluminiumoxide- en een silicagelkolom. De individuele PCB-congeneren worden bepaald met behulp van capillaire gaschromatografie met een elektroneninvangdetector.

Nadere details worden beschreven in Wegman en Hofstee (1985).

-PAK

Scheiding van vaste deeltjes en vloeistoffase vindt plaats door het regenwatermonster onder vacuum te leiden over een glasfiberfilter. De glasfiberfilters met het gesuspendeerde materiaal worden ultrasonoor geëxtraheerd met tetrahydrofuraan (THF).

De waterfase worden onder vacuum over een C-18 Sep-Pak-kolom geleid. Deze kolom is vooraf geactiveerd door elutie met methanol en water. De op de kolom geadsorbeerde componenten worden geelueerd met THF. De verkregen THF-oplossingen worden tot bijna droog ingedampt met behulp van een zachte stikstofstroom. Het residu wordt opgelost in petroleumether en vervolgens gezuiverd over basisch aluminiumoxide. Na concentreren van het eluaat tot bijna droog wordt het residu opgelost in THF.

Vervolgens vindt HPLC-analyse plaats, waarbij detectie geschiedt met behulp van een fluorescentiedetektor.

Nadere details worden gegeven in Van Noort en Wondergem (1985).

Tabel 5: Enige karakteristieken van de analysemethoden die worden toegepast voor de bepaling van de organische componenten.

component	detectielimiet ¹	relatieve standaarddeviatie ²
γ -HCH, HCB	10	1
α -HCH	10	2
PCB no. 28, 44, 49, 52	2	1
PCB no. 72, 87, 97, 128, 136 138, 141, 151, 153, 194, 202	1	1
PCB no. 101, 118, 180, 185	1	2
indeno(1,2,3-cd)pyreen	15	15
dibenzo(a,h)anthraceen	10	5
benzo(g,h,i)perileen	8	8
fluorantheen	5	10
pyreen	5	7
benzo(a)pyreen	2	7
benzo(b)fluorantheen	1.5	5
benzo(a)anthraceen	1.5	9
chryseen	1.5	7
fluoreen	1.5	12
phenanthreen	1.5	16
benzo(k)fluorantheen	0.7	5
anthraceen	0.3	9

¹ in ng/l; gedefinieerd als 3σ van de blanko

² in %; waarde geldig voor het gebruikelijk optredende concentratietrajekt in regenwater

LITERATUUR

- Asman, W.A.H., Ridder, T.B., Reijnders, H.F.R. en Slanina, J. (1982)
The influence of bird-droppings in precipitation chemistry
experiments. *Water, Air, Soil Poll.* **17**, 415-420.
- Barrett, C.F., Goldsmith, A.L., Hall, D.J. en Irwin, J.G. (1985)
An experimental study of the effect of altitude on the composition
of rain and snow. In: Grosch, W. [ed.] *Advancements in air pollution
monitoring equipment and procedures*. Federal Ministry of the
Interior, Bonn, pp.138-148.
- Buishand, T.A. (1988) Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
De Bilt. *Persoonlijke mededeling*.
- Buijsman, E. (1973) Enkele chemische aspecten met betrekking tot de pH
van regenwater. Rapport V-73-3, Instituut voor Meteorologie en
Oceanografie, Rijksuniversiteit Utrecht.
- Cowell, D.C. (1977) Automated fluoride ion determination. *Anal.Clin.
Biochem* **14**, 169-174.
- Dasch, J.M. (1985) Direct measurements of dry deposition to a polythene
bucket and various surrogate surfaces. *Environ.Sci.Technol.* **19**,
721-725.
- De Pena, R.G., Walker, K.L., Lebowitz, L. en Micka, J.G. (1985)
Wet deposition monitoring-effect of sampling period, *Atm.Env.* **19**,
151-156.
- Egmond, N.D.van, Kesseboom, H. en Onderdelinden, D. (1985)
Statistische optimalisatie van het Landelijk Meetnet voor de
Regenwaterkwaliteit. Rapport 218203001, Rijksinstituut voor
Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.
- Fowler D. en Cape, J.N. (1984) The contamination of rain samples by dry
deposition on rain collectors, *Atm.Env.* **18**, 183-189.
- Galloway, J.N. en Likens, G.E. (1976) Calibration of collection procedures
for the determination of precipitation chemistry, *Water, Air, Soil
Pollut.* **6**, 241-258.
- Galloway, J.N. en Likens, G.E. (1978) The collection of precipitation for
chemical analysis. *Tellus* **30**, 71 -2.

- Hall, D.J., Cottrill, S.M., Goldsmith, A.L., Upton, S.L. en Waters, R.A., Wright, P. (1988) The development and field use of a snow collector for acid precipitation studies. Report LR 585 (PA)M, Warren Spring Laboratory, Stevenhage.
- Heyes, C.J., Irwin, J.G. en Barret, C.F. (1985) Acid deposition monitoring networks in the United Kingdom. In: Grosch, W. [ed.], Advancements in air pollution monitoring equipment and procedures. Federal Ministry of the Interior, Bonn, pp.155-168.
- IMP (1985) Indicatief Meerjaren Programma Milieubeheer 1986-1990. Tweede Kamer, vergaderjaar 1985-1986, 19204, nrs. 1-2.
- Keuken, M.P. (1988) Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten. *Persoonlijke mededeling.*
- KNMI/RIVM (1988) De chemische samenstelling van de neerslag over Nederland. Jaarverslag 1987. Rapport nr. 156-10, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt/Rapport nr. 228703005, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.
- Madsen, B.C. (1982) An evaluation of sampling interval length on the chemical composition of wet-only deposition, *Atm.Env.* **16**, 2515-2519.
- Muller, K.P., Aheimer, G. en Gravenhorst, G. (1982) The influence of immediate freezing on the chemical composition of rain samples. In: Georgii, H.W. and Pankrath, J. [eds.], Deposition of atmospheric pollutants, Reidel, Dordrecht, pp. 125-132.
- NEN 6411 (1981) Water. Bepaling van de pH, Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6423 (1988) Water. Bepaling van het gehalte aan natrium met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlamtechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6424 (1988) Water. Bepaling van het gehalte aan kalium met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlamtechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6429 (1983) Water. Bepaling van het gehalte aan lood met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoventechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6443 (1977) Water. Bepaling van het gehalte aan zink met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlamtechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

- NEN 6444 (1977) Water. Bepaling van het gehalte aan chroom met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoventechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6446 (1980) Water. Bepaling van het gehalte aan calcium met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlamtechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6455 (1980) Water. Bepaling van het gehalte aan magnesium met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlamtechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6454 (1981) Water. Bepaling van het gehalte aan koper met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoventechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6457 (1981) Water. Bepaling van het gehalte aan arseen met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoventechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6458 (1983) Water. Bepaling van het gehalte aan cadmium met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoventechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6463 (1982) Water. Bepaling van het gehalte aan vanadium met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoventechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6468 (1982) Water. Bepaling van het gehalte aan kobalt met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoventechniek). Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6476 (1981) Water. Bepaling van het gehalte aan chloride door potentiometrische titratie. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6584 (1987) Regenwater. Termen en definities. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6585 (1988) Regenwater. Monsterneming van de natte depositie. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6587 (1989) Regenwater. Bepaling van het zuur- of baseverbruik. *Concept ontwerp*. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6588 (1987) Regenwater. Ionchromatografische bepaling van het gehalte aan chloride, fosfaat, nitraat en sulfaat. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.

- NEN 6646 (1988) Water. Fotometrische bepaling van het gehalte aan ammoniumstikstof en van de som van de gehalten aan stikstof en organisch gebonden stikstof volgens Kjeldahl met behulp van een doorstroom-analysesysteem. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- NEN 6663 (1986) Water. Fotometrische bepaling van het gehalte aan opgelost orthofosfaat en het totaalgehalte aan fosforverbindingen met behulp van een doorstroomanalysesysteem. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- Noort, P.M.van en Wondergem, E. (1985) The isolation of some polynuclear aromatic hydrocarbons from aqueous samples by means of reversed-phase concentration columns. *Anal.Chim.Acta* **172**, 335-340.
- Peden, M.E. en Skowron, L.M. (1978) Ionic stability of precipitation samples, *Atm.Env.* **12**, 2343-2349.
- Reijnders, H.F.R., Staden, J.J.van en Griepink, B.F.A. (1979) Flow injection determination of sulphate in environmental samples using dimethylsulfonazo(III) as indicator. *Fresenius Z.Anal.Chem.* **295**, 210-212.
- Ridder, T.B., Baard, J.H. en Buishand, T.A. (1984) De invloed van monstermethoden en analysetechnieken op gemeten concentraties in regenwater. Rapport T.R.-55, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.
- Ridder, T.B., Buishand, T.A., Reijnders, H.F.R., 't Hart, M.J. en Slanina, J. (1985) Effects of storage on the composition of main components in rainwater samples, *Atm.Env.* **19**, 759-762.
- RIVM (1988) Luchtkwaliteit, Jaarverslag 1987. Rapport nr. 228702009, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.
- RIVM (1989) National Air Quality Monitoring Network: technical description. Rapport nr. 228702010, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven. *In voorbereiding*
- Schroder, L.J., Linthurst, R.A., Ellson, J.E. en Vozzo, S.F. (1985) Comparison of daily and weekly precipitation sampling efficiencies using automatic collectors, *Water, Air, and Soil Pollut.* **24**, 177-187.
- Sisterson, D.L., Wurfel, B.E. en Lesht, B.M. (1985) Chemical differences between event and weekly precipitation samples in north-eastern Illinois, *Atm.Env.* **19**, 1453-1459.

- Slanina, J. (1986) Standardized techniques for the collection and analysis of precipitation. In: Jaeschke, W. [ed.] Chemistry of multiphase atmospheric systems. Springer, Berlin, pp. 91-116.
- Slanina, J., Baard, J.H. en Asman, W.A.H. (1983) Meetstrategie bij onderzoek naar neerslag: een meetstrategie voor de opsporing van trends in de neerslagsamenstelling. In: Adema, E.N., Ham, J. van [eds.], Zure regen - oorzaken, effecten, beleid. Proceedings van het symposium gehouden op 17 en 18 november 1983. Pudoc, Wageningen, pp. 30-35.
- Slanina, J., Baard, J.H., Broersen, B.C., Mols, J.J. en Voors, P.I. (1986) The stability of precipitation samples under field conditions. Rapport 86-057, Energie Onderzoekcentrum Nederland, Petten.
- Söderlund, R. (1982) On the difference in chemical composition of precipitation collected in open and wet-only collectors, Report CM-57, International Meteorological Institute, Stockholm, Sweden.
- Wegman, R.C.C. en Hofstee, A.W.M. (1985) Determination of polychlorinated biphenyls (PCB) in sewage sludge and related samples. In: Treatment and use of organic sludge and liquid agricultural wastes. Commission of the European Communities, Brussels, pp. 49-51.

BIJLAGE A

Meetnetconfiguratie en meetprogramma sinds 1978

Tabel A1: Hoofdcategorieën¹

station ²	code		periode
	nieuw ³	oud ⁴	
<u>Beek</u>	134	12	1.78-
Berenplaat	---	22	1.83-12.85
<u>Braakman</u>	318	23	1.83-
Breeheij	---	25	1.83-12.87
<u>De Bilt</u>	628	7	1.78-
De Kooij	---	1	1.78-12.87
Deelen	---	8	1.78-12.85
Druten	---	26	1.83-12.87
<u>Eibergen</u>	722	21	1.83-
Eindhoven	---	11	1.78-12.85
Epe	---	20	1.83-12.85
<u>Gilze-Rijen</u>	231	10	1.78-
<u>Huijbergen</u>	235	24	1.83-
<u>Kloosterburen</u>	901	--	1.88-
Leeuwarden	---	2	1.78-12.87
<u>Leiduin</u>	540	19	1.83-
<u>Lelystad</u> ⁵	632	4	1.78-
Nieuwkoop	---	18	7.82-12.85
<u>Rotterdam</u>	434	6	1.78-
Schiermonnikoog	---	13	1.79-12.82
Twente	---	5	1.78-12.85
Vlissingen	---	9	1.78-12.85
<u>Vredepeel</u>	131	--	1.88-
<u>Wageningen</u>	724	--	1.88-
<u>Wieringerwerf</u>	538	--	1.88-
<u>Witteveen</u>	928	3	1.78-

¹ pH, geleidbaarheid, H, NH₄, Na, K, Ca, Mg, Zn, F, Cl, NO₃, SO₄, HCO₃, PO₄

² onderstreepte stations maken deel uit van de huidige configuratie

³ nummering in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM met ingang van 1988

⁴ tot 1988

⁵ tot 1982 Lelystad Haven, daarna Lelystad vliegveld

Tabel A2: Anorganische microcomponenten-1¹

station ²	code		periode
	nieuw ³	oud ⁴	
<u>Beek</u>	134	12	1.81-
Berenplaat	---	22	1.83-12.85
<u>Braakman</u>	318	23	1.83-
Breeheij	---	25	1.83-12.87
<u>De Bilt</u>	628	7	1.81-
De Kooij	---	1	1.81-12.87
Deelen	---	8	1.83-12.85
Druten	---	26	1.83-12.87
<u>Eibergen</u>	722	21	1.83-
Eindhoven	---	11	1.83-12.85
Epe	---	20	1.83-12.85
<u>Gilze-Rijen</u>	231	10	1.83-
<u>Huijbergen</u>	235	24	1.83-
<u>Kloosterburen</u>	901	--	1.88-
Leeuwarden	---	2	1.83-12.87
<u>Leiduin</u>	540	19	1.83-
<u>Lelystad</u> ⁵	632	4	1.78-
Nieuwkoop	---	18	1.83-12.85
<u>Rotterdam</u>	434	6	1.83-
Schiermonnikoog	---	13	1.79-12.82
Twenthe	---	5	1.81-12.85
Vlissingen	---	9	1.78-12.85
<u>Vredepeel</u>	131	--	1.88-
<u>Wageningen</u>	724	--	1.88-
<u>Wieringerwerf</u>	538	--	1.88-
<u>Witteveen</u>	928	3	1.81-

¹ Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V

² onderstreepte stations maken deel uit van de huidige configuratie

³ nummering in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM met ingang van 1988

⁴ tot 1988

⁵ tot 1982 Lelystad Haven, daarna Lelystad vliegveld

Tabel A3: Anorganische microcomponenten-2¹

station ²	code		periode
	nieuw ³	oud ⁴	
Beek	134	12	1.81-12.82 ⁵
<u>De Bilt</u>	628	7	1.81- ⁶
De Kooij	---	1	1.81-12.82 ⁵
<u>Gilze-Rijen</u>	231	10	1.88-
<u>Rotterdam</u>	434	6	1.88-
Vlissingen	---	9	1.81-12.82 ⁵
Witteveen	928	3	1.81-12.82 ⁵

¹ As, Co, Cr

² onderstreepte stations maken deel uit van de huidige configuratie

³ nummering in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM met ingang van 1988

⁴ tot 1988

⁵ experimentele metingen

⁶ van 1.81 t/m 12.82 experimentele metingen

Tabel A4: Organische componenten¹

station ²	code		periode
	nieuw ³	oud ⁴	
<u>De Bilt</u>	628	7	1.83-
<u>Leiduin</u>	540	19	1.88-
<u>Rotterdam</u>	434	6	1.88-
Vlissingen	---	9	1.83-12.87
Witteveen	928	3	1.83-12.87

¹ -organochloorbestrijdingsmiddelen: α -HCH, γ -HCH, HCB

-polychloorbiphenylen (PCB's): de congenere nummer 28, 44, 49, 52, 72, 87, 94, 97, 101, 118, 128, 136, 138, 141, 151, 153, 158, 180, 202

-polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK): fenantheen, anthraceen, fluorantheen, pyreen, fluoreen, chryseen, benzo(a)anthraceen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, dibenzo(a,h)anthraceen, benzo(ghi)peryleen, indeno(1,2,3-cd)pyreen

² onderstreepte stations maken deel uit van de huidige configuratie

³ nummering in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM met ingang van 1988

⁴ tot 1988

BIJLAGE B

Meetprogramma op de macrostations

Tabel B1: Meetprogramma op de macrostations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

station	code	meetprogramma ¹										
		SO ₂	NO _x	O ₃	CO	AKW	ARKW	CKW	MVS	TAG	GAG	ND
Biddinghuizen ²	631	+	+	+	+							
Bilthoven ⁴	627	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Braakman	318	+	+	+	+	+		+		+		+
Eibergen	722	+	+	+	+							+
Houtakker ³	230	+	+	+	+							
Huijbergen	235	+	+	+	+							+
Kloosterburen	901	+	+	+	+							+
Leiduin	540	+	+	+	+							+
Naaldwijk	435	+	+	+	+							
Vlaardingen ⁵	433	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Vredepeel	131	+	+	+	+	+		+		+		+
Wageningen	724	+	+	+	+							+
Westmaas	437	+	+	+	+							
Wieringerwerf	538	+	+	+	+	+		+		+		+
Witteveen	928	+	+	+	+	+		+		+		+
Wijnandsrade ⁶	133	+	+	+	+							
Zegveld	633	+	+	+	+							

<vervolg van Tabel B1 op de volgende pagina>

¹ Betekenis codering:SO₂ : zwaveldioxideNO_x : stikstofoxiden (NO en NO₂)O₃ : ozon

CO : koolstofmono-oxide

AKW : alifatische koolwaterstoffen

ARKW: aromatische koolwaterstoffen

CKW : gechloreerde koolwaterstoffen

MVS : monsternamen van aerosolen met medium volume sampling; analyse van zware metalen

TAG : totaal aerosol en gas (nitraat, sulfaat, ammonium, chloride)

GAG : gescheiden aerosol en gas (nitraat/salpeterzuur, sulfaat)

ND : chemische samenstelling van de neerslag; onderdeel van het LMR

Voor nadere details zie RIVM (1989)

² Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 632 (Lelystad)³ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 231 (Gilze-Rijen)⁴ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 628 (De Bilt)⁵ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 434 (Rotterdam)⁶ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 134 (Beek)

Tabel B1 (vervolg): Meetprogramma op de macrostations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

station	code	meetprogramma ¹										
		ZWR	BS	PM10	TSP	T	R	E	WD/WV	IPO	RIN	TNO
Biddinghuizen ²	631	+				+	+	+				
Bilthoven ⁴	627	+	+	+	+	+	+			+	+	
Braakman	318	+	+	+		+	+	+			+	
Eibergen	722	+				+	+	+			+	+
Houtakker ³	230	+				+	+					
Huijbergen	235	+				+	+			+		
Kloosterburen	901	+				+	+	+				
Leiduin	540	+				+	+					
Naaldwijk	435	+				+	+					
Vlaardingen ⁵	433	+	+	+		+	+				+	+
Vredepeel	131	+	+	+		+	+	+		+	+	+
Wageningen	724	+				+	+			+		
Westmaas	437	+				+	+		+			
Wieringerwerf	538	+	+	+		+	+	+	+		+	
Witteveen	928	+	+	+	+	+	+				+	
Wijnandsrade ⁶	133	+				+	+				+	+
Zegveld	633					+	+		+			

¹ Betekenis codering:

ZWR : zwarte rook

BS : b_{scat} (fijn stof 0-2,5 µm)

TSP : total suspended particulates (totaal stof m.b.v. high volume sampling)

PM10 : fijn stof (0-10 µm)

T : temperatuur

R : relatieve vochtigheid

E : globale straling

WD/WV : windrichting en windsnelheid

IPO : onderzoek uitgevoerd door het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (IPO) in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Onderzoek omvat o.a. meting van de effecten van zure depositie en stikstofdepositie bij een aantal boomsoorten en bij heide-grasmengels. Meting van HF-immisiewaarden met de kalkpapiermethode (niet op Vredepeel; tevens meting op LML-lokatie 903 [Delfzijl])

RIN : onderzoek uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Natuurbeheer (RIN) in het kader van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit; o.a. inventarisatie van epifytische korstmossen in een gebied van 25 x 30 km² rondom het macrostation

TNO : effecten op materialen uitgevoerd door de hoofdgroep Maatschappelijke Technologie van TNO

Voor nadere details zie RIVM (1989)

² Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 632 (Lelystad)³ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 231 (Gilze-Rijen)⁴ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 628 (De Bilt)⁵ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 434 (Rotterdam)⁶ Macrostation dichtst bij LMR-lokatie 134 (Beek)

BIJLAGE C

Beschrijving van de regenvangers zoals gebruikt tot in 1988

Tot in 1988 werden in het meetnet voor het opvangen van regenwater zgn. open vangers gebruikt (zie Figuur C1 en C2). Dit zijn regenvangers, waarvan de trechter ook tijdens droge periodes blootgesteld is aan de atmosfeer. Zodoende worden ook stoffen door middel van droge depositie in de trechter afgezet. Bij een regenperiode worden de voor die tijd in de trechter verzamelde stoffen in het regenwater opgenomen. De vervolgens aanwezige concentraties van stoffen zullen daarom hoger zijn in vergelijking met de werkelijke concentraties in het regenwater. Afhankelijk van de component kunnen de concentraties 10 tot 40% hoger zijn (Ridder *et al.*, 1984).

De versturende invloed van vogels tracht men bij de open vanger tegen te gaan door de zgn. vogelafweer. Het is bekend dat vogeluitwerpselen, indien deze in het regenwater geraken, een duidelijk herkenbare invloed hebben op de chemische samenstelling van het regenwater. Meestal blijkt dit uit sterk verhoogde PO_4^{3-} -concentraties, soms gepaard gaande met verhoogde K^+ - en NH_4^+ -concentraties (Asman *et al.*, 1982).

Om te verhinderen dat insecten, of ander grof materiaal, in de verzamelfles terecht komen, is de hals van de verzamelfles met een 450 μm polytheen zeefje uitgerust.

In 1981 is de konstruktie van de open vangervanger zodanig gewijzigd, dat opgevangen regenwater verzameld werd in een tegen het licht beschermde fles (zie Figuur C2). Uit onderzoek bleek namelijk dat, met name in de zomermaanden, NH_4^+ - en H^+ -concentraties in regenwater dat zich enige tijd in de verzamelfles had bevonden, grote veranderingen konden ondergaan (KNMI/RIV, 1981). Gerapporteerde NH_4^+ - en H^+ -concentraties voor de jaren 1978/1980 zijn waarschijnlijk dan ook minder betrouwbaar. Voor beide typen vangers geldt dat het opvangoppervlak van de trechter ca. 400 cm^2 bedraagt en zich op ca. 1,50 m boven het maaiveld bevindt.

BIJLAGE D

Regionale regenwatermeetnetten

