



National Institute
for Public Health
and the Environment

Report 680721004/2009

A. de Goffau et al.

Evaluatie TrendMeetnet Verzuring

RIVM-rapport 680721004/2009

Evaluatie TrendMeetnet Verzuring

A. de Goffau
E.J.W. Wattel-Koekkoek
K.W. van der Hoek
L.J.M. Boumans

Contact:
Esther Wattel-Koekkoek
Centrum voor Milieu Monitoring
Esther.Wattel@rivm.nl

Deze evaluatie werd verricht in opdracht van ministerie VROM - DGM BWL, in het kader van Monitoring Bodem en Grondwater

© RIVM 2009

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Rapport in het kort

Evaluatie TrendMeetnet Verzuring

Het TrendMeetnet Verzuring (TMV) blijkt een geschikt instrument om de effecten aan te tonen van het Nederlandse overheidsbeleid op het gebied van verzuring en luchtverontreiniging op de kwaliteit van het grondwater. Het meetnet registreert de invloed van atmosferische depositie, oftewel de neerslag van verzurende en vermestende stoffen uit de lucht, op de kwaliteit van het grondwater. Verminderde neerslag van deze stoffen is terug te zien in een betere kwaliteit van het grondwater. Zo heeft het meetnet aangetoond dat de nitraatconcentratie in het grondwater significant is afgenomen. Dit blijkt uit een evaluatie van het TMV door het RIVM in opdracht van het ministerie van VROM.

Het TMV is in 1989 gestart en is in beheer van het RIVM. Het meetnet volgt de kwaliteit van de bovenste meter van het grondwater onder natuurgebieden (bos en heide) op zandgronden. In deze gebieden zijn geen andere noemenswaardige bronnen van verzurende en vermestende stoffen die het grondwater verontreinigen. Bovendien is het vermogen van zandgronden om effecten van verzuring te neutraliseren beperkt. Daarom zijn effecten van atmosferische depositie op de grondwaterkwaliteit het duidelijkst meetbaar in natuurgebieden op zandgrond. In andere meetnetten is de invloed van atmosferische depositie niet te onderscheiden. In landbouwgebieden bijvoorbeeld overschaduw het effect van bemesting veelal de invloed van andere verontreinigingsbronnen op de kwaliteit van het grondwater.

Aanbevolen wordt om TMV-resultaten mee te nemen bij de rapportageverplichtingen van de Kader Richtlijn Water (KRW) over de grondwaterkwaliteit, en de monitoringfrequentie in lijn te brengen met deze rapportages (een cyclus van 6 jaar). De monitorfrequentie binnen het TMV zou dan omlaag kunnen. Om de efficiëntie van het TMV te vergroten is meer integratie met andere nationale en provinciale monitoringmeetnetten nodig. Bovendien kan meer coördinatie met activiteiten op het gebied van bos- en vegetatiemonitoring en meer uitwisseling van gegevens de meerwaarde van het meetnet vergroten.

Trefwoorden: emissiebeleid, eutrofiëring, landelijk meetnet, grondwaterkwaliteit, verzuring en grootschalige luchtverontreiniging, kwaliteit grondwater natuurgebieden, evaluatie

Abstract

Evaluation of the national Acidification Trend Monitoring Network (TMV)

The national Acidification Trend Monitoring Network (TMV) has proven to be an effective instrument for demonstrating the impacts of government policies on acidification and air pollution on the quality of groundwater in the Netherlands. The network records the effect of atmospheric deposition – the deposition of acidifying and eutrophication substances from the atmosphere – on the quality of groundwater. Reduced deposition is reflected in improvements in groundwater quality. Based on these groundwater quality measurements, the network has demonstrated that nitrate concentrations in groundwater have dropped significantly over the past 30 years. These are the findings of an evaluation of the TMV that was performed by the National Institute of Public Health and the Environment (RIVM) by order of the Ministry of Public Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM)

The TMV was established in 1989 and is administered by the RIVM. The network monitors the quality of the top 1 m of groundwater under natural areas (forest and heather land) with sandy soils. The groundwater under these areas is not affected by any other notable acidifying and eutrophication substances and, in addition, sandy soils have a limited capacity to neutralize the impacts of acidification. For these reasons, the impacts of atmospheric deposition on groundwater quality are most clearly detected under natural terrains with sandy soils. In other monitoring networks, the effects of atmospheric deposition are difficult or impossible to distinguish from other sources of pollution. In agricultural areas, for example, the impacts of fertilizer application on groundwater quality eclipse those of other sources of pollution.

The evaluation report recommends utilizing the measurements of the TMV in the Water Framework Directive reports on groundwater quality and, thereby, bringing the monitoring frequency of the TMV in line with the WFD reporting cycle (cycle of 6 years). In this case, the monitoring frequency of the TMV could be decreased. A greater integration with other national and provincial monitoring networks would improve the efficiency of the TMV. In addition, more interaction with other networks in the domain of forest and vegetation monitoring as well as the exchange of information would enhance the significance of the network's results.

Key words: acidification, eutrophication, national monitoring networks, groundwater quality, acidification and long-range scale air pollution, quality of groundwater under natural areas, evaluation

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	11
1.1 Algemeen	11
1.2 De term verzuring	11
1.3 Doel van de evaluatie	12
1.4 Leeswijzer	12
2 Achtergronden van het TrendMeetnet Verzuring	13
2.1 Historisch perspectief	13
2.2 Beleid	15
2.2.1 Internationaal beleid	15
2.2.2 Nederlands beleid	17
2.3 Huidige situatie in Nederland	18
2.3.1 Actuele emissie van verzurende stoffen	18
2.3.2 Depositie van potentieel zuur en stikstof	20
2.3.3 Monitoring van effecten verzuring op het milieu	24
2.3.4 Monitoringinspanning op het terrein van grondwaterkwaliteit	27
2.4 Verzuring en eutrofiëring op de politieke agenda	29
3 Het TrendMeetnet Verzuring	31
3.1 Het ontstaan van het TMV	31
3.2 Monitoringsstrategie en doelstelling van het TMV	32
3.3 Uitvoeringsopzet van het TMV	32
3.3.1 Locatiekeuze: aantallen en plaats	32
3.3.2 Monsternamemethode	34
3.3.3 Bemonsteringsfrequentie	34
3.3.4 Chemische analyses en andere informatie	35
3.3.5 Datavalidatie en databeheer	35
3.4 Producten en resultaten van het TMV	35
3.5 Planning en kosten	41
4 Evaluatie	43
4.1 Monitoringstrategie en doelstellingen van het TMV	43
4.2 Uitvoeringsopzet van het TMV	45
4.2.1 Locatiekeuze: aantallen en plaats	45
4.2.2 Monsternamemethode	47
4.2.3 Bemonsteringsfrequentie	48
4.2.4 Chemische analyses	48
4.2.5 Datavalidatie en databeheer	48
4.3 Planning en kosten	49
4.4 Producten en resultaten van het TMV	49
4.5 Relevantie en meerwaarde van het TMV	50
4.6 Mogelijkheid tot synergie met andere meetnetten	52
4.7 Conclusies	53

5 Rol van het TMV in de toekomst	55
5.1 Continuering TMV op basis van huidige doelstellingen	55
5.2 TMV en de Kaderrichtlijn Water	56
5.2.1 Inleiding	56
5.2.2 TMV en artikel 5-rapportage 2013/2019	56
5.2.3 TMV en beoordeling toestand 2015	57
5.2.4 Opties voor toekomstige TMV monitoringfrequentie	58
5.3 Synergie met andere monitoringmeetnetten	60
5.4 Ondersteuning van ecologische monitoringmeetnetten	60
6 Conclusies en aanbevelingen	63
6.1 Conclusies	63
6.2 Aanbevelingen	64
Literatuur	67
Bijlage 1 Mijlpalen antiverzgingsbeleid tot 2000	71
Bijlage 2 Critical loads voor stikstofdepositie op natuurgebieden	73
Bijlage 3 Verslag bijeenkomst Evaluatie TMV	75

Samenvatting

Achtergrond

In de jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw stond het verschijnsel ‘zure regen’ in het brandpunt van de politieke en maatschappelijke belangstelling. Zure regen werd geassocieerd met het afsterven van bossen in delen van Centraal-Europa en Scandinavië, en met het verdwijnen van aquatisch leven uit rivieren en meren.

Als oorzaak van zure regen werd atmosferische depositie van verzurende stoffen aangemerkt, een grensoverschrijdend verschijnsel dat het gevolg is van luchtverontreiniging. De precieze effecten van zure regen en de causale verbanden tussen oorzaken en waargenomen gevolgen waren niet volledig bekend.

Om de effecten van zure regen beter te onderzoeken is het TrendMeetnet Verzuring opgezet.

Beleidskader

Het op een efficiënte manier aanpakken van de oorzaken van zure regen is alleen mogelijk in internationaal kader. De VN-organisatie UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) is initiator geweest van internationale afspraken over het terugdringen van verzurende emissies. De inspanningen van UNECE hebben geleid tot de ‘Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP)’. Het verdrag is in 1979 ondertekend door 34 landen, en is van kracht sinds 1983. Ondertekenaars zijn alle Europese landen, de Europese Commissie, de Verenigde Staten en Canada. Specifieke afspraken zijn vastgelegd in een aantal protocollen. Van deze protocollen is het Gothenburg Protocol het meest omvattende.

De internationale afspraken hebben geleid tot nationale wet en regelgeving. In Nederland valt zure regen onder het beleidsthema ‘Verzuring en Grootschalige Luchtverontreiniging’. Het gevoerde beleid heeft geresulteerd in de afname van atmosferische emissie van verzurende stoffen door verschillende sectoren, waarbij vooral de emissies van SO₂, maar ook van NO_x en NH₃, aanzienlijk teruggebracht zijn. De landbouwsector is voor meer dan 90% verantwoordelijk voor de ammoniak emissies.

Het TrendMeetnet Verzuring

Het TrendMeetnet Verzuring is geïnitieerd met als doel om de effecten van zure regen op de grondwaterkwaliteit vast te stellen. Deze relatie kan het best onderzocht worden in grondwater dat niet beïnvloed wordt door andere bronnen van verzurende stoffen. Om die reden is gekozen om het meetnet op te zetten in natuurgebieden (in bossen en heidevelden). Bij de opzet is gekozen voor natuurgebieden op zandgrond, omdat deze grondsoort een beperkt bufferende werking heeft. Daardoor zijn eventuele effecten van atmosferische depositie op de grondwaterkwaliteit het sterkst merkbaar op zandgrond. Om praktische redenen is gekozen om bemonstering van grondwater te beperken tot locaties met een grondwaterstand op minder dan 5 m-mv. De formele doelstellingen van het TMV zijn:

- het vaststellen van veranderingen in grondwaterkwaliteit van natuurgebieden (bos en heide) op zandgrond;
- het beschrijven en verklaren van de kwaliteit en de veranderingen hierin, in relatie tot milieudruk (atmosferische emissies) en beleidsmaatregelen.

Het meetnet bestaat uit circa 160 bemonsteringslocaties in bos en/of heidegebied. De eerste bemonsteringsronde vond plaats in 1989/1990. Daarna zijn er nog drie complete bemonsteringsrondes geweest. Een vijfde ronde is gestart eind 2009.

Op elke bemonsteringslocatie wordt op tien punten het grondwater bemonsterd. Deze monsters worden als mengmonster geanalyseerd op een breed spectrum aan parameters. Daarnaast is tijdens twee van de vier uitgevoerde bemonsteringsrondes een volledige beschrijving gemaakt van de locatiekenmerken (type vegetatie, boomhoogte, dikte strooisellaag, afstand tot ander bodemgebruik, et cetera).

Resultaten van het TrendMeetnet Verzuring

Het TMV heeft de informatie geleverd voor een aantal rapporten, studies en artikelen. Daarnaast wordt de informatie verkregen uit het TMV gebruikt voor de Milieubalans en andere beleidsondersteunende studies.

De belangrijkste bevindingen uit de analyses tot op dit moment zijn:

- Tijdens de eerste bemonsteringsronde (1989/90) was bij 30% van de locaties de gemiddelde nitraatconcentratie in het grondwater boven de EU-norm van 50 mg/l.
- In 2007 was de grondwaterkwaliteit onder bos- en heidegebied zodanig verbeterd dat de overschrijding van de nitraatnorm nog op circa 10% van de meetlocaties werd waargenomen.
- De nitraatconcentratie in het grondwater onder bos en heide is gecorreleerd aan atmosferische stikstofdepositie, de hoogte van de vegetatie, het aandeel naaldbomen in een bos, het bodemtype, en de grootte van een aaneengesloten bosgebied.
- In de periode tussen 1989/90 en 2000/02 heeft een afname plaatsgevonden in de emissie van verzurende stoffen, vooral van zwavelverbindingen. De verwachte afname in de concentraties van nitraat en sulfaat in het grondwater is inderdaad bevestigd in de bemonsteringsrondes tussen 2000 en 2004.

Toekomstige rol van het TMV

De oorspronkelijke doelstellingen van het TMV zijn nog steeds relevant, ook al omdat er naar verwachting strengere emissienormen zullen worden gesteld voor een aantal verzurende stoffen.

Vanuit wetenschappelijk oogpunt zou het wenselijk zijn, om naast de grondwaterkwaliteit ook aandacht te geven aan de kwaliteit van het bodemvocht en aan de mineralogische samenstelling van de bodem. Bemonstering of opvangen van percolerend bodemvocht middels een Leaching Assessment Device (LAD) geeft bovendien de mogelijkheid om een groter deel van de natuurgebieden te bemonsteren, namelijk daar waar de grondwaterstand dieper is dan 5 m-mv.

Nederland heeft monitoringverplichtingen voor de Kaderrichtlijn Water. De samenstelling van het hiervoor benodigde meetnet is op het ogenblik onderwerp van overleg tussen overheidsinstanties. Het TMV is gebruikt voor de artikel 5-rapportage ten behoeve van KRW en kan hier ook in 2013 weer voor dienen. Daartoe dient in 2009/2010 en 2010/2011 een volledige meetronde uitgevoerd te worden.

In Nederland en Europa bestaan verschillende monitoringmeetnetten, gericht op biodiversiteit en status van bossen. Het verdient aanbeveling te bezien of en hoe de resultaten van het TMV gebruikt kunnen worden voor de interpretatie van deze ecologische meetnetten.

Conclusies

Het TMV vormt een effectief instrument om de effecten van het emissiebeleid, die resulteren in veranderingen in atmosferische depositie, op de grondwaterkwaliteit in natuurgebieden te volgen en te kwantificeren. Hoewel de emissie van SO₂, NO_x en NH₃ de laatste jaren afgenomen is, ligt de verzurende depositie nog steeds boven de doelstelling voor 2010. Daarnaast ligt de stikstofdepositie ook nog steeds boven de doelstelling voor 2010. Hierdoor komt er meer stikstof in de grond dan de

hoeveelheid die door planten opgenomen kan worden. Vanuit beide doelstellingen is voortzetting van het TMV dan ook nodig.

Vanuit het oogpunt van efficiëntie en transparantie en het optimaliseren van het beschikbaar maken van meetgegevens, is een afstemming tussen de landelijke lucht-, bodem- en grondwatermeetnetten onderling gewenst. Dat geldt naast de landelijke ook voor de provinciale meetnetten. Een ander argument voor meer afstemming is dat op die manier stoffen als het ware door de systemen heen gevolgd kunnen worden.

Het TMV kan een bijdrage leveren aan de monitoringverplichtingen in het kader van de KRW.

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Het voorliggende rapport bevat een evaluatie van het Trendmeetnet Verzuring (TMV).

Het TMV is één van de meetnetten die de grondwaterkwaliteit in Nederland of delen van Nederland in kaart brengt. Het TMV richt zich specifiek op de waterkwaliteit onder natuurgebieden (bos en heideveld). In het TMV wordt de kwaliteit van het bovenste grondwater onder natuurgebieden op zandgrond in Nederland gevolgd. Hiertoe wordt op 150 tot 160 locaties de bovenste meter van het grondwater bemonsterd en geanalyseerd. Het TMV wordt sinds 1989 door het RIVM geëxploiteerd in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu (VROM).

De doelstellingen van het TMV zijn:

- het vaststellen van veranderingen in grondwaterkwaliteit van natuurgebieden (bos en heide) op zandgrond;
- het beschrijven en verklaren van de kwaliteit en de veranderingen hierin, in relatie tot milieudruk (atmosferische emissies) en beleidsmaatregelen.

Een nadere uitwerking van de doelstellingen van het meetnet is gepresenteerd in hoofdstuk 3.2.

1.2 De term verzuring

In de tweede helft van de vorige eeuw begonnen de effecten van atmosferische depositie van verzurende stoffen onderkend te worden. Deze effecten werden aanvankelijk toegeschreven aan zogenoemde zure regen. Zure regen is (mede)oorzaak van verzuring.

Voor de term ‘verzuring’ is niet één enkele definitie geformuleerd. In dit rapport wordt de term ‘verzuring’ in de volgende betekenis gebruikt:

Onder verzuring wordt verstaan aantasting van het milieu door zuurvormende stoffen, al dan niet in combinatie met ozon. Verzuring is het gevolg van verontreiniging van de lucht met (direct of indirect) verzurende stoffen, zoals stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO_2), ammoniak (NH_3) en vluchtige organische stoffen (VOS). De belangrijkste bronnen voor verzurende stoffen zijn landbouw, industrie, elektriciteitscentrales en verkeer. De verzurende stoffen kunnen via neerslag of als droge depositie in het milieu terecht komen

Zure regen is neerslag waarvan de pH lager is dan 5 (Allaby, 1994). De verlaagde pH kan een natuurlijke oorzaak hebben (bijvoorbeeld door gassen en aerosolen van vulkaanuitbarstingen) of door antropogene emissies

Ondertussen is duidelijk dat verzuring, behalve door natte depositie (zure regen) ook het gevolg is van droge depositie van verzurende stoffen. Beide verschijnselen betreffen door de atmosfeer getransporteerde verzurende stoffen.

Het thema verzuring heeft zich ontwikkeld van ‘single issue’ zure regen, naar een veel breder aandachtsgebied. Zure regen en luchtverontreiniging in bredere zin zijn niet van elkaar los te zien. De effecten van verzuring en grootschalige luchtverontreiniging – luchtvervuiling die zich over grote afstanden verspreidt – op het milieu en de gezondheid hangen nauw met elkaar samen. Daarom beschouwt het ministerie van VROM deze twee aspecten dan ook als één thema.

1.3 Doel van de evaluatie

Het doel van deze evaluatie is om, nu het meetnet bijna twintig jaar functioneert, een inventarisatie en analyse te maken van de werkwijze en resultaten van het meetnet, aan te geven wat het nut van het meetnet was en is, en welke rol het meetnet in de toekomst kan spelen. Dit rapport resulteert in een evaluatie van het meetnet met betrekking tot:

- de monitoringsstrategie en uitvoeringsmethodiek;
- resultaten;
- de beleidsrelevantie nu en in de toekomst.

Steeds wordt aandacht besteed aan de huidige praktijk en aan mogelijke of wenselijke wijzigingen in de meetnetopzet.

1.4 Leeswijzer

Het voorliggende rapport bestaat inclusief dit inleidende deel uit zes hoofdstukken.

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de maatschappelijke en politieke context van het fenomeen verzuring. Ook geeft dit hoofdstuk informatie over de internationale en nationale beleid met betrekking tot dit milieuprobleem, de actuele situatie in Nederland met betrekking tot verzurende emissies en bestaande monitoringmeetnetten die een raakvlak met verzuring hebben. Ten slotte wordt een beschrijving gegeven van de huidige status van de verzuringsproblematiek.

Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van het TMV-meetnet, waaronder doelstelling, de inrichting van het meetnet en de resultaten die bereikt zijn.

Hoofdstuk 4 bevat de eigenlijke evaluatie van het TMV. In dit hoofdstuk worden de meetstrategie, de opzet en de resultaten van het meetnet geëvalueerd. Ook is de relevantie van het meetnet voor het beleid geëvalueerd. Kort is aangegeven welke synergie er mogelijk bereikt kan worden tussen de verschillende meetnetten.

Hoofdstuk 5 is gewijd aan de rol die het meetnet in de toekomst kan vervullen, vanuit het oogpunt van de bestaande doelstelling, maar ook in het kader van andere beleidsrelevante monitoringsinspanningen en wetenschappelijk onderzoek.

Hoofdstuk 6 vat de bevindingen van het rapport samen en geeft aanbevelingen.

2 Achtergronden van het TrendMeetnet Verzuring

2.1 Historisch perspectief

In de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw is het verschijnsel verzuring, onder de noemer ‘zure regen’ onder de aandacht van het grote publiek gekomen. Het verschijnsel was niet nieuw. Al in het midden van de negentiende eeuw heeft Robert Angus Smith in Engeland de relatie aangetoond tussen zure regen en luchtvervuiling, en de schadelijke effecten van zure regen op de natuur (Eyler, 1980).

Pas in het begin van de jaren zestig kwam het onderwerp onder de aandacht van een groter publiek. De Zweedse wetenschapper Svante Oden kan hiervoor als ‘aanjager’ beschouwd worden: hij publiceerde zijn bevindingen, behalve in wetenschappelijke tijdschriften, ook in een landelijke dagblad (Norton en Veselã, 2003).

Sindsdien kwamen er steeds sterkere aanwijzingen over de ernst van de effecten van zure regen (zie Box hieronder). Het verband werd aangetoond tussen verzuring en het atmosferische transport van vooral SO₂ over grote afstanden, dus ook tussen landen.

De gevolgen van zure regen worden in Oosthoeks ‘Encyclopedie van het Milieu’ (1984) als volgt omschreven:

‘De effecten van zure regen zijn zeer ernstig. De verzuring verstoort de voortplanting van in water levende dieren als vissen, salamanders en kikkers; bomen kunnen afsterven; planten zijn vaker ziek; bosgrond verarmt door het uitspoelen van kalium, magnesium en calcium; zware metalen worden uit de complexe verbindingen vrijgemaakt, waardoor het grondwater en het oppervlaktewater worden vergiftigd met b.v. kwik en aluminium; in bosvegetatie (mossen, paddestoelen e.d.) nemen de gehalten aan zware metalen zoals cadmium en lood toe, die zo via het dier bij de mens kunnen terecht komen.

Zure regen heeft ook schadelijke werking op materialen zoals beton, verf, metalen en natuursteen. Onherstelbaar is de schade aan monumentale beeldhouwwerken, vooral die van kalksteen, die relatief snel tot onherkenbare klompen worden misvormd.’

‘Zwaar getroffen’ waren vooral de Scandinavische landen, maar ook Duitsland. In 1984 werd bekend dat bijna de helft van de bomen in het Duitse Zwarte Woud aangetast waren door zure regen. Na de val van het communisme bleek dat ook de natuur in Oost-Europese landen sterk te lijden heeft gehad, zoniet onder de effecten van zure regen, dan toch als gevolg van luchtverontreiniging. Volgens het *World Watch Institute* varieerde tegen het einde van de jaren tachtig, begin jaren negentig het areaal aangetaste bossen in Europa van 4% in Portugal tot 71% in Tsjecho-Slowakije, met 35% als gemiddelde waarde voor het aangetaste areaal. Ook in Nederland waren bossen aangetast.

In de jaren zeventig en tachtig was zure regen en de gevolgen ervan een onderwerp van grote publieke belangstelling (zie Figuur 2.1 met voorbeelden uit een publiciteitscampagne van VROM).



Figuur 2.1 Materiaal uit de VROM-campagne 'Stop de zure regen'. (Bron: [http://noorderlicht.vpro.nl/dossiers/13186443/ hoofdstuk/13206508/](http://noorderlicht.vpro.nl/dossiers/13186443/hoofdstuk/13206508/))

Al in de jaren zeventig was duidelijk dat de emissiebronnen, die leiden tot het ontstaan van zure regen, veelal op grote afstand lagen van de gebieden waar de effecten waargenomen werden. Internationale samenwerking en afspraken waren onontbeerlijk om de problemen aan te pakken. Tegen het eind van de jaren zeventig is al begonnen met het formuleren van beleid om de oorzaken van zure regen tegen te gaan. Maar het duurde nog ruim tien jaar voor beleid effectief werd.

De oorzaken van zure regen waren betrekkelijk goed bekend. De precieze effecten waren minder duidelijk. In eerste instantie is veel aandacht besteed aan de effecten van zure regen op bossen en aquatisch leven. In vele landen zijn monitoringprogramma's opgezet om ecologische effecten of effecten op de grondwaterkwaliteit in kaart te brengen. Enkele voorbeelden van dergelijke meetnetten zijn hieronder weergegeven:

- in Canada: DNARPA, Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies acides, Réseau national de surveillance de l'état de santé des forêts au Canada ;
- Duitsland: uitgebreide lokale meetnetten in de regio's Hunsrück en Taunus, om de ontwikkeling van de verzuring van bronnen voor stedelijke watervoorziening te voorspellen;
- Finland: Geological survey monitoring network;
- Tsjechië: national groundwater quality network;
- Verenigde Staten: Water Quality Assessment Program in the United States en National Atmospheric Deposition Program NADP;
- Zweden: meetnetten beheerd door het 'National Swedish Environmental Programme' en de 'Geological Survey of Sweden';
- Zwitserland: réseau national d'observation de la qualité des eaux souterraines NAQUA (<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00371/index.html?lang=fr>).

Dat ook de kwaliteit van bodem en grondwater beïnvloed werd door zure regen was bekend. Maar goede kennis van de bodemprocessen en mechanismen die leiden tot uitspoeling van zware metalen, aluminium, en andere kationen ontbrak.

Een specifiek probleem van Nederland is het feit dat een aanzienlijk deel van de drinkwatervoorziening afhankelijk is van grondwater¹. Veel winningen liggen in zandgebieden, in een omgeving met veel bos en heideveld². Deze zandgronden zijn bij uitstek gevoelig voor de gevolgen van verzuring.

In deze context van sterke publieke en politieke belangstelling voor het verschijnsel zure regen, en van de vele onzekerheden die er bestonden over de effecten van dit verschijnsel, is in 1989 de basis gelegd van het TMV. Besloten werd een monitoringcampagne (een soort statusmonitoring) uit te voeren om de effecten van zure regen op de kwaliteit van het grondwater in kaart te brengen. Omdat de effecten het meest direct tot uiting komen in arme (slecht bufferende) gronden zonder input van andere verzurende stoffen, is gekozen voor het meten in natuurgebieden (bos en heide) op de zandgronden.

2.2 Beleid

Gezien het grensoverschrijdende karakter van verzuring uit atmosferische depositie, kan het verschijnsel alleen effectief aangepakt worden in internationaal verband.

2.2.1 Internationaal beleid

De VN organisatie UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) heeft een leidende rol gespeeld in het maken van internationale afspraken over het thema grensoverschrijdende luchtverontreiniging. Bepalend voor het op internationale schaal terugdringen van verzurende emissies was het Verdrag over grootschalige luchtverontreiniging (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP)). Dit verdrag is opgesteld in het kader van UNECE. Aan dit verdrag doen alle Europese landen, de Europese Commissie, de Verenigde Staten en Canada mee. Het verdrag – in 1979 ondertekend door 34 landen, en van kracht sinds 1983 – beoogt het bestrijden van luchtverontreiniging en kent acht protocollen.

Zwavelemissies en hun grensoverschrijdende fluxen waren het onderwerp van een in 1985 opgesteld protocol, dat in 1987 van kracht is geworden. Dit protocol beoogde een afname van zwavelemissies van minimaal 30% in 1993. Een ander protocol uit 1988, en van kracht sinds 1991 had tot doel het terugdringen van NO_x-emissies en hun grensoverschrijdende transport. De laatste drie protocollen van de CLRTAP zijn het meest ingrijpend: het Gotenburgprotocol en de protocollen voor zware metalen en POP's; zie box hierna (VROM: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=10141>).

¹ In 2006 bedroeg het aandeel van grondwaterwinning voor de drinkwatervoorziening ongeveer 60% van de totale hoeveelheid door drinkwaterbedrijven geproduceerd water (Milieu & Natuurcompendium, PBL).

² Zandgronden hebben een beperkt bufferend vermogen tegen verzurende effecten van zwavel (S) en stikstof (N). Een hoge depositie van S en N heeft effect op de chemische processen in deze bodems. De bodems raken verzadigd met sulfaat. De N-depositie is vaak groter dan door planten wordt opgenomen. Deze belasting kan leiden tot uitspoeling van sulfaat en nitraat naar het grondwater. Door deze verzuring kunnen ook aluminium, zware metalen en kationen (zoals Ca, Mg en K) uit het bodemprofiel naar het grondwater uitspoelen.

De EU heeft op basis van het protocol van Gotenburg in 2001 de zogenaamde NEC-richtlijn vastgesteld. NEC staat voor 'national emission ceilings' ofwel nationale emissieplafonds. Het gaat om: zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x), niet methaanvluchtige stoffen (NMVOS) en ammoniak (NH₃). De nationale emissieplafonds van Nederland voor 2010 voor stikstofoxiden en voor vluchtige organische stoffen zijn 266 kton en 191 kton. Die voor ammoniak en zwaveldioxiden zijn 128 kton en 50 kton (bron VROM: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=21535>). De NEC-plafonds zijn een tussenstap naar strengere emissie eisen op langere termijn. Tot voor kort werd verwacht dat de Europese Commissie in 2009 met een voorstel voor nieuwe, strengere emissieplafonds zou komen. Deze nieuwe plafonds zouden vanaf 2020 moeten gaan gelden. Ondertussen, midden 2009, worden nieuwe voorstellen pas in 2010 of zelfs 2011 voorzien.

Protocol van Gotenburg

In het Gotenburgprotocol uit 1999 hebben de lidstaten van UNECE afspraken gemaakt over vermindering van de uitstoot van ammoniak (NH₃), zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x) en vluchtige organische stoffen (VOS). Het protocol legt iedere lidstaat een nationaal emissieplafond op. Met ingang van 2010 mag Nederland niet meer uitstoten dan deze plafonds aangeven. Voor Nederland zijn de nationale emissieplafonds voor ammoniak 128 kton, voor zwaveldioxide 50 kton, voor stikstofoxiden 266 kton en voor vluchtige organische stoffen 191 kton. Nederland heeft het protocol op 5 februari 2004 als 8e land geratificeerd. Het protocol treedt in werking als 16 landen het hebben bekrachtigd. In 2005 is het protocol ook daadwerkelijk van kracht geworden. Ondertussen hebben 24 landen en de EU het protocol geratificeerd

Praktische maatregelen die al dan niet onder dwang van de nationale overheden ingezet werden om emissies van verzurende stoffen te reduceren, omvatten onder andere de verminderde inzet van fossiele brandstof, het inzetten van schonere brandstof (vervanging van kolen met een hoog zwavelgehalte door kolen met een laag zwavelgehalte, of (in Nederland) door aardgas), het gebruik van technologische oplossingen om verontreinigingen uit emissies te halen (gaswassers, rookgasreiniging, het gebruik van de driewegkatalysator in auto's). De ammoniakemissie uit de landbouw is de laatste decennia aanzienlijk gedaald door het afdekken van mestilo's, het onderwerken van dierlijke mest en de introductie van emissie-arme huisvesting, de zogenoemde Groen Label-stallen (zie Starmans en Van der Hoek, 2007). Verder heeft vermindering van de nationale productie van dierlijke mest ook geleid tot vermindering van ammoniakemissie uit de landbouw.

Evaluatie van internationaal beleid

In 2007 is onder redactie van het MNP (PBL) een evaluatie van het Gotenburg Protocol uitgevoerd. De volgende alinea's zijn aan deze evaluatie ontleend (Bron: <http://www.pbl.nl/nl/publicaties/mnp/2007/ReviewvanhetGothenburgProtocol.html> en CIAM Report, 2007).

In de afgelopen 25 jaar is een aanzienlijke vermindering van de luchtvervuiling in Europa bereikt, maar het afgesproken beleid is ontoereikend om een duurzame bescherming van natuur en gezondheid te bereiken. Ook met de afgesproken maatregelen zal in 2020 nog steeds sprake zijn van gezondheidsrisico's door fijn stof en ozon en gaat de natuur in vrijwel geheel Europa verder achteruit door een overmaat aan stikstof.

De vermindering van de zwavelemissies gaat sneller dan oorspronkelijk gedacht, doordat veel kolencentrales zijn gesloten. In grote delen van Europa is hierdoor de verzuring van bossen en meren tot staan gebracht. De vermindering van de uitstoot van stikstofoxiden uit het verkeer gaat wat trager en over de ammoniakemissie uit de landbouw zijn in het Protocol slechts bescheiden afspraken gemaakt.

Dat betekent dat in vrijwel geheel Europa een verdere ophoping plaatsvindt van stikstof, waardoor zeldzame plantensoorten verdwijnen en de groei van dominante soorten als brandnetels, algen en gras in natuurterreinen wordt bevorderd. De evaluatie beschrijft de situatie voor bossen als volgt:

The monitoring activities under the ICP Forests and ICP Integrated Monitoring have confirmed the positive impacts of the declines in sulphur emissions over the last decade on deposition in forests ecosystems. Observations at almost all monitoring sites of ICP Waters and ICP Integrated Monitoring have shown a clear decrease in sulphate in surface waters since 1990. This has resulted in less acidic surface waters, which are now less toxic to biota, and has led to the first signs of biological recovery. No trends, however, have been detected for nitrogen deposition. Nitrogen continues to accumulate in most forest and catchment soils with risks for biodiversity changes; and nitrogen deposition remains in many regions twice above the critical loads for eutrophication. *Thus, the recovery achieved by the decline in sulphur deposition could be offset by the net acidifying effects of nitrogen leaching following nitrogen saturation caused by further nitrogen deposition.*

2.2.2 Nederlands beleid

Voorgeschiedenis

De emissiebronnen van verzurende stoffen zijn divers. Verschillende economische sectoren zijn verantwoordelijk voor deze emissies (zie paragraaf 2.3.1). Dit impliceert dat beleid om verzurende emissies te reduceren gevoerd, of ten minste ondersteund moet worden door verschillende ministeries. Het ministerie van VROM heeft een coördinerende rol, maar het is afhankelijk van de medewerking van ministeries als LNV, VWS en EZ.

De geschiedenis van het antiverzursingsbeleid, en vooral van het daarmee samenhangende Nederlandse mestbeleid is complex. Het probleem van de verzuring kwam begin 1983 op de beleidsagenda van het luchtverontreinigingbeleid te staan. Aanvankelijk werd verzuring als een buitenlands probleem gezien. Een eerste inspanning tot samenhangend verzuringsbeleid is eind jaren tachtig geformuleerd in het Bestrijdingsplan Verzuring (BPV) uit 1989.

In de jaren tachtig werd ook duidelijk, of althans erkend, dat in Nederland de mestoverschotten een bijzonder grote rol speelden in de verzuring. Midden jaren tachtig werden de eerste serieuze pogingen gedaan de groei van de mestoverschotten in te dammen. Het heeft daarna nog meer dan tien jaar geduurd voor er ingrijpende en effectieve maatregelen van kracht werden (onder andere Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid (IN) in samenhang met de Wet herstructurering varkenshouderij (ROM-advies Bilthoven, 1998))

Het verzuringsbeleid, zoals dit in het BPV is neergelegd, is verder uitgewerkt in het Nationaal MilieuPlan (NMP) Plus (1990), NMP2 (1993) en NMP3 (1998). In het NMP3 werd een evaluatie van de doelstellingen aangekondigd. Deze evaluatie was nodig omdat de emissiedoelen voor het jaar 2010 niet meer haalbaar werden geacht, er een beter inzicht bestond in effecten van verzuring, en omdat er in internationaal verband (UN/ECE en EU) nieuwe afspraken voor nationale emissiedoelen werden voorbereid.

Dougle en Kroon (2005) geven een uitvoerige beschrijving van het gevoerde antiverzursingsbeleid tot circa 2000. Uit de opsomming van het grote aantal rapporten, plannen, beleidsdocumenten en wetten in de periode 1980-2000 blijkt de grote publieke en politieke belangstelling voor dit milieuaspect. In de jaren negentig is serieus werk gemaakt van de regelgeving met betrekking tot mestgebruik en mestproductie. In Bijlage 1 staat een selectie van een aantal relevante beleidsdocumenten en mijlpalen uit deze periode.

Huidig beleid

Het huidige beleid is vastgelegd in het vierde nationale milieubeleidsplan uit 2001 (NMP4). De doelstellingen van het NMP4 gaan verder dan die van de EU/NEC-richtlijn en het UNECE Gotenburgprotocol, zodat de internationale doelstellingen in ieder geval worden gehaald. Het NMP4 stelt de nationale emissieplafonds voor ammoniak op 100 kton, voor zwaveldioxide op 46 kton, voor stikstofoxiden op 231 kton en voor VOS op 163 kton. Deze NMP4 doelen en de afspraken van het UNECE Gotenburgprotocol moeten in 2010 zijn gehaald. In deze documenten staan geen specifieke doelen wat betreft de effecten op bijvoorbeeld waterkwaliteit als gevolg van verminderde emissies.

De emissiedoelen zijn zogenaamde inspanningsverplichtingen: de overheid moet zich maximaal inspannen om de doelen te halen.

Enige beleidsdocumenten van de afgelopen acht jaar die (ook) betrekking hebben op het antiverzuringbeleidsterrein zijn:

- Wet ammoniak en veehouderij (Wav) (mei 2002);
- Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) (mei 2002);
- Vaste waarden, nieuwe vormen. Milieubeleid 2002-2006. (november 2002);
- Uitvoeringsnotitie emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging (december 2003);
- Besluit ammoniakemissie huisvesting veehouderij ('amvb huisvesting') (december 2005);
- Meststoffenwet (aanpassing) (januari 2006);
- Optie document energie en emissie 2010-2020. (Maart 2006). ECN en MNP;
- Aanscherping emissie-eisen middelgrote stookinstallaties. December 2008.

Het beleid van de afgelopen jaren is sterk gericht op de emissiereductie van verzurende stoffen vanuit de verschillende economische sectoren.

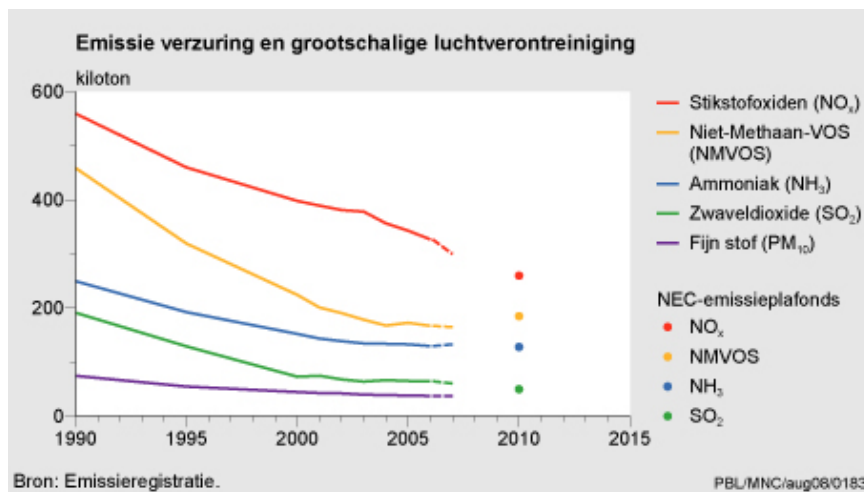
2.3 Huidige situatie in Nederland

2.3.1 Actuele emissie van verzurende stoffen

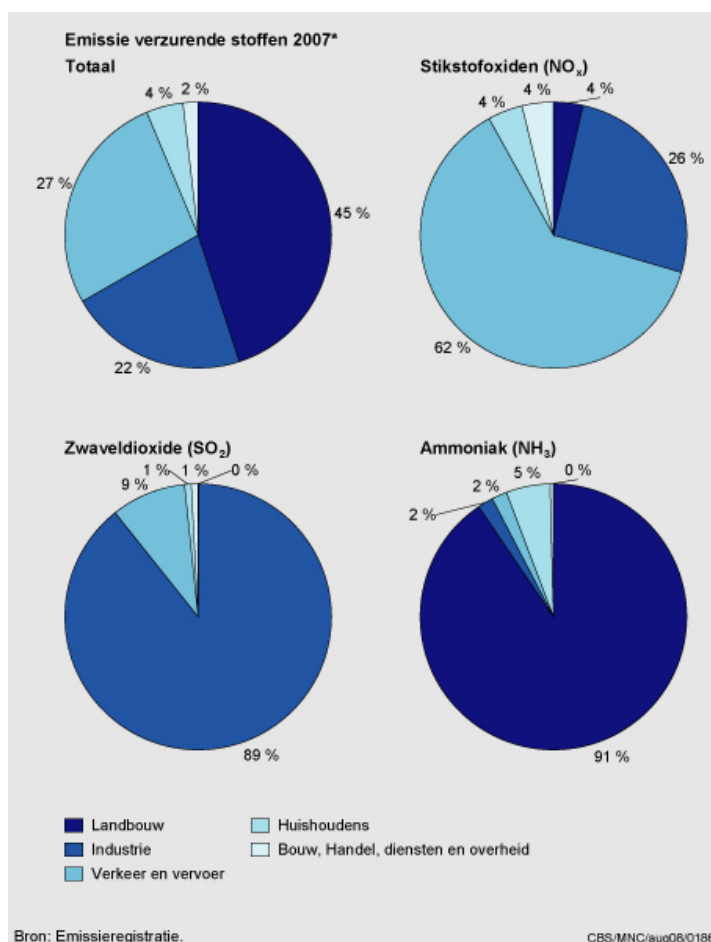
De emissies van verzurende stoffen zijn de afgelopen jaren flink gedaald. De daling was het sterkst in de periode 1990 tot 2000. Sindsdien is de afname minder geworden behalve voor stikstofoxiden (zie Figuur 2.2). In 2007 waren de meeste emissies al gedaald tot nabij het niveau van de voor 2010 gestelde emissieplafonds.

De overheid onderscheidt bij het identificeren van de sectoren verantwoordelijk voor 'verzuring en grootschalige luchtverontreiniging' vijf hoofdsectoren:

- consumenten (huishoudens);
- bouw, handel, dienstverlening, overheid;
- landbouw;
- verkeer en vervoer;
- industrie.



Figuur 2.2 Verandering in atmosferische emissies in Nederland in de periode 1990-2007 (Bron: Milieu- en NatuurCompendium, PBL, 2009)



Voor elk van de verzurende stoffen valt een sector aan te wijzen die dominant is wat betreft zijn aandeel in atmosferische emissies. Van de uitstoot aan NO_x wordt ruim 60% veroorzaakt door de sector verkeer en vervoer. De industriële uitstoot is verantwoordelijk voor bijna 90% van de emissie aan SO₂. Voor NH₃ is de landbouw de grootste emissiebron, met ruim 90%. De emissieaandelen per sector staan grafisch weergegeven in Figuur 2.3.

De effecten van de uitstoot door de landbouw (NH₃) zijn over het algemeen van meer lokale aard dan die van de andere twee stoffen. Ammoniak komt voor een belangrijk deel direct terecht in de bodem en grondwater, waar het veelal omgezet wordt in nitraat. Atmosferische emissies van NO_x en SO₂ hebben vaak een grotere verspreiding, regionaal en zelf internationaal.

Figuur 2.3 Bijdrage aan verzuring in 2007 per sector (Bron: Milieu- en NatuurCompendium, PBL, 2009)

2.3.2 Depositie van potentieel zuur en stikstof

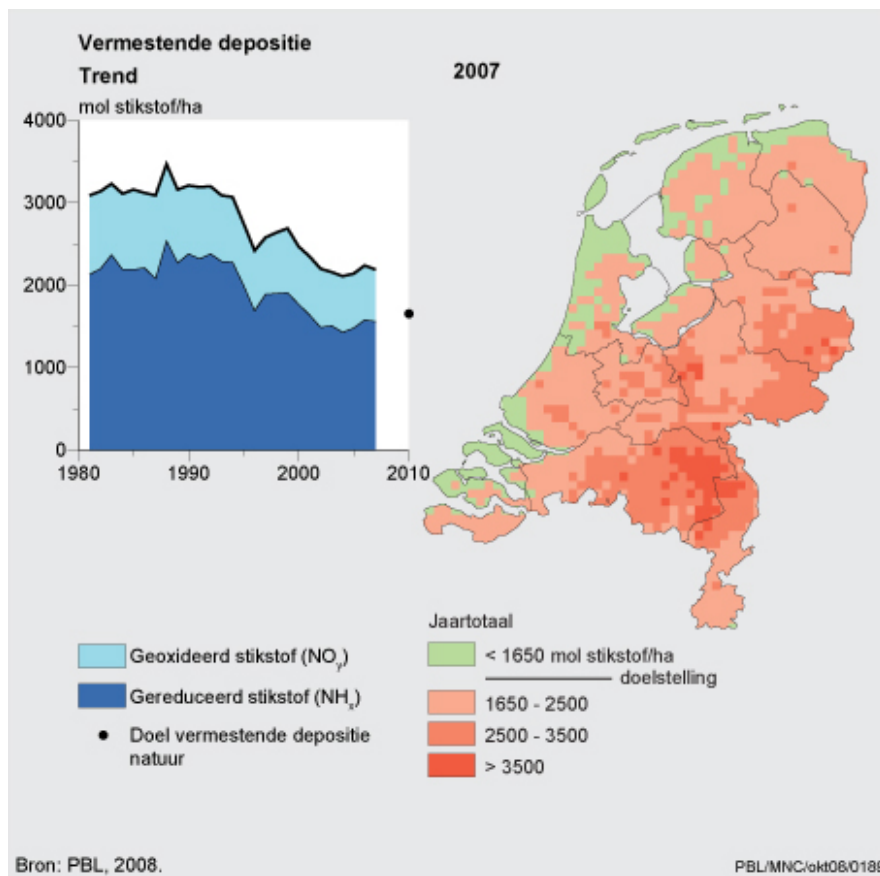
Overmatige depositie van zuur leidt tot een verandering van de soortensamenstelling in vegetaties en tot een achteruitgang van de biodiversiteit. De ecologische effecten van depositie van stikstof zijn echter belangrijker geworden dan de verzurende effecten van zwavel en stikstof. Veel natuurlijke ecosystemen zijn stikstof gelimiteerd. Het gevolg is dat extra stikstof extra groei geeft. Daarbij is de beschikbaarheid van stikstof bepalend voor de concurrentieverhoudingen tussen de plantensoorten. Meestal neemt een beperkt aantal plantensoorten sterk toe ten koste van meerdere andere, zodat de biodiversiteit afneemt. Nederland heeft zich verplicht de biodiversiteit van daartoe aangewezen natuurgebieden te handhaven (Natura 2000, Vogel en Habitatrichtlijn, VHR). De stikstofdepositie zal voorlopig een van de belangrijkste beperkende factoren voor biodiversiteit in Nederland blijven. Het beleid richt zich daarom op het terugdringen van de uitstoot van ammoniak en stikstofoxiden. Naast de overmatige stikstoftoevoer vormen ook verdroging, klimaatverandering, versnippering en de schaalvergroting in de landbouw een bedreiging voor de biodiversiteit. De effecten van verzurende stoffen zijn overigens niet altijd te scheiden van die van vermestende stoffen, omdat een deel van de verzurende stoffen ook vermestend werkt.

Het verschijnsel eutrofiëring (synoniem van vermesting) staat tegenwoordig meer in de publieke en beleidsmatige belangstelling. Eutrofiëring kan kortweg omschreven worden als de overmatige toevoer van plantenvoedende stoffen als N en P naar het milieu.

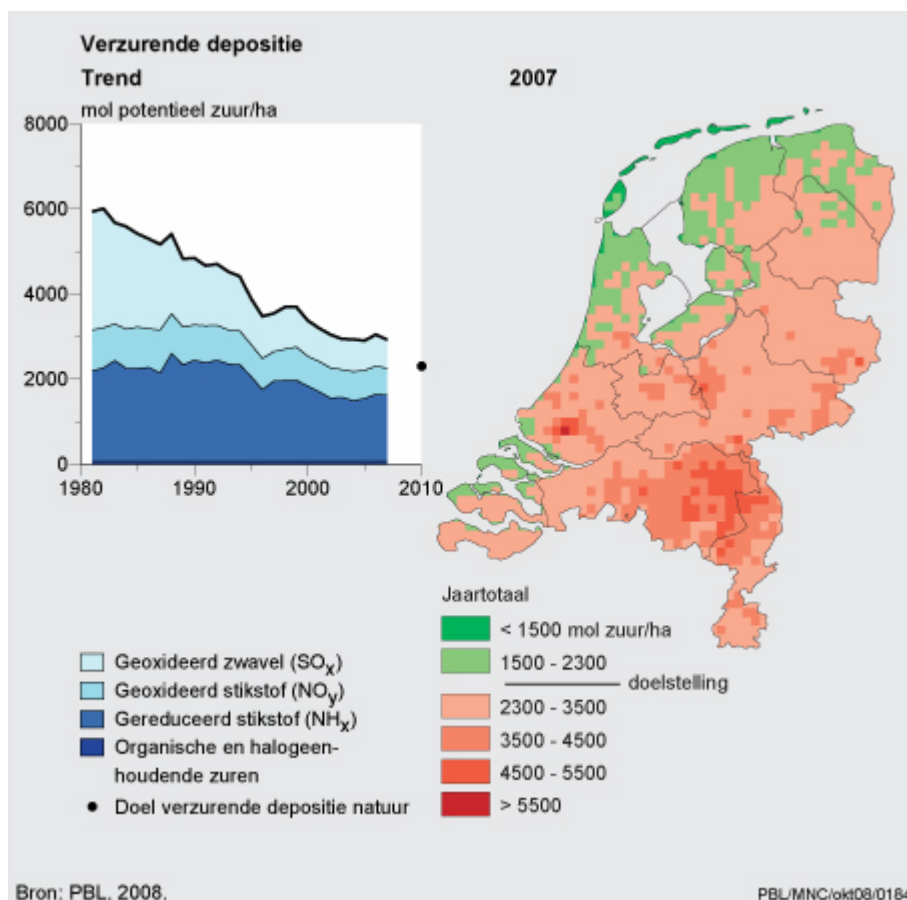
Depositiedoelstellingen hebben daarom betrekking op zowel de totale hoeveelheid zuur als op de totale hoeveelheid stikstof die per hectare wordt gedeponneerd. Na 2010 zijn verdergaande reducties van zuur/stikstof depositie nodig voor de gewenste bescherming van gezondheid en natuur, bijvoorbeeld om vergrassing van heide tegen te gaan. De doelstelling voor zure depositie is 2.300 mol/ha voor natuur in 2010 (zie Figuur 2.5).

De doelstelling voor de stikstofdepositie is 1.650 mol stikstof per hectare gemiddeld over de Nederlandse ecosystemen in 2010 (PBL: <http://www.milieuennatuurcompendium.nl/indicatoren/nl0189-Vermestende-depositie.html?i=14-66>). Van het areaal Nederlandse natuur is dan ongeveer 20% volledig beschermd. Vanaf 2002 is de depositie redelijk stabiel rond 2.200 mol per hectare per jaar. De kleine variaties ontstaan vooral door weersomstandigheden. De doelstelling voor 2010 van 1.650 mol per hectare is vooralsnog niet dichterbij gekomen (zie Figuur 2.4). Ondanks de afname in de depositie van stikstofcomponenten, wordt de depositie doelstelling van 1.650 mol stikstof/ha alleen nog maar bereikt in de kustgebieden (situatie 2007). Een belangrijk aandeel in deze depositie wordt gevormd door de landbouw geëmitteerde NH_x .

Van belang bij de beoordeling van de stikstofdepositieniveaus is het begrip critical load (kritisch depositieniveau). Dit is de grens waar beneden de kwaliteit van de natuur, volgens de huidige kennis, niet significant wordt aangetast als gevolg van de verzurende en/of vermestende invloed van de atmosferische depositie. In het verzuringsonderzoek in de jaren tachtig van de vorige eeuw werden voor de diverse effecten van depositie van zuur en stikstof 'critical loads' berekend (zie Figuur 2.6).



Figuur 2.4 Stikstofdepositie in Nederland. Bron: www.milieucompendium.nl



Figuur 2.5 Verzurende depositie in Nederland. Bron: www.milieucompendium.nl

Tabel 4. Gemiddelde berekende kritische depositieniveaus voor stikstof (mol/ha per jaar) en zuur (mol/ha per jaar) voor landecosystemen op goed ontwaterde zandgronden volgens APV1.

Element	Effect	Kritische belasting (mol/ha per jaar)		
		Naaldbos	Loofbos	Heide
Stikstof	Vegetatieveranderingen	400-800	400-800	350-700 ¹⁾
	Toename gevoeligheid stress ²⁾	1500	1500	-
	Nutriëntenbalans ³⁾	1000	1500	-
	Nitraatuitspoeling grondwater ⁴⁾	1000-1600	1600-2800	2000-3600
Zuur	Wortelschade	1400	1800 ⁵⁾	-
	Aluminium uitspoeling ondiep grondwater ⁶⁾	200	200	-

¹⁾ De geschatte range waarbij heide door gras wordt verdrongen was 1400-2100 mol N ha⁻¹ per jaar.

²⁾ Dit betreft met name vorstschade en het optreden van ziekten en plagen.

³⁾ Dit betreft met name een veronderstelde sterke toename van de NH_4 /basen verhouding in bodemwater.

⁴⁾ De eerste waarde is gebaseerd op een streefwaarde van 25 mg NO_3 l⁻¹ en de tweede waarde op de norm van 50 mg NO_3 l⁻¹ voor drinkwater.

⁵⁾ Voor loofbossen op rijkere gronden werd een waarde van 2400 mol H⁺ ha⁻¹ per jaar aangehouden.

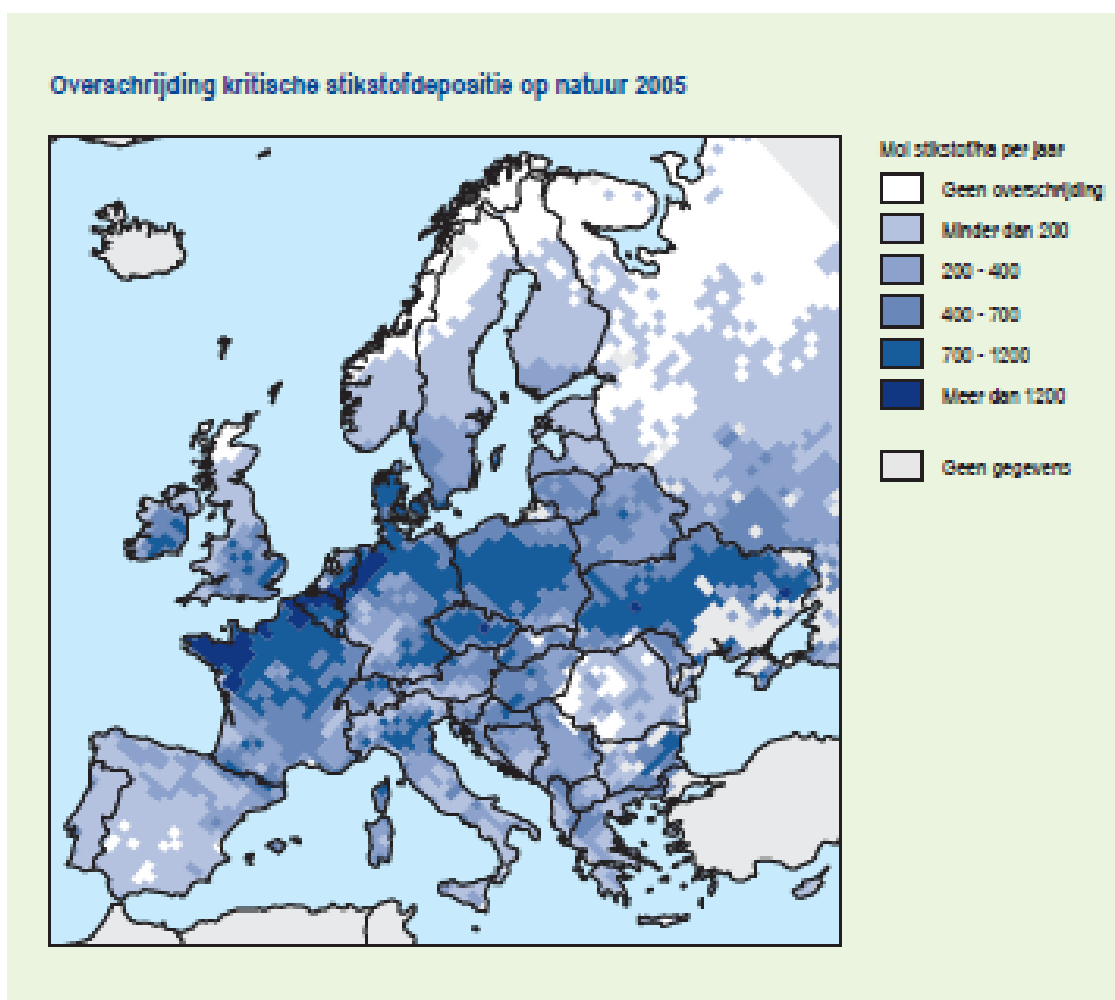
⁶⁾ Deze waarden zijn berekend door de drinkwaternorm van 0,2 mg Al l⁻¹ aan te houden voor het ondiepe grondwater.

Figuur 2.6 Critical Loads volgens APV1 = Additioneel Programma Verzuring. Bron: Albers et al., 2001

Merk op dat nitraatuitspoeling pas optreedt bij de hoogste stikstofdepositieniveaus. In een recent onderzoek zijn deze critical loads voor stikstof opnieuw berekend en voor uiteenlopende ecosystemen vastgesteld, zie hiervoor Bijlage 2.

Voor het krijgen van een goed beeld van de ernst van de eutrofiërende werking van de stikstofdepositie zijn drie grootheden van belang. Allereerst is dat de critical load van het betreffende gebied, wat is de kwetsbaarheid van de ecosystemen in dat gebied? Bijlage 2 geeft critical loads voor uiteenlopende ecosystemen.

Vervolgens is inzicht nodig in de hoogte van de depositie, zie hiervoor bijvoorbeeld Figuur 2.4. Ten slotte geeft het verschil tussen de opgetreden depositie en de critical load de daadwerkelijke overbelasting van de ecosystemen in dat gebied. Figuur 2.7 geeft dit voor stikstof weer voor geheel Europa. Merk op dat een laag depositieniveau op een kwetsbaar gebied evenveel overschrijding kan geven als een hoger depositieniveau op een minder kwetsbaar gebied.



Figuur 2.7 Voorkomen van overschrijding 'critical load' voor stikstof. Bron: Milieubalans 2008

2.3.3 Monitoring van effecten verzuring op het milieu

Op het beleidsterrein ‘verzuring en grootschalige luchtverontreiniging’ zijn diverse aspecten waarvoor een monitoring en rapportage verplichting geldt, of waar meet- en onderzoeksactiviteiten gaande zijn.

Luchtkwaliteit

Met betrekking tot luchtkwaliteitsbeleid richten de formele monitoring- en rapportageverplichtingen zich op *emissies*. De EU heeft op basis van het protocol van Gotenburg in 2001 de zogenaamde NEC-richtlijn vastgesteld. De NEC-richtlijn verplicht lidstaten periodiek te rapporteren over de voortgang in de realisatie van de nationale plafonds. In 2006 heeft Nederland gerapporteerd aan de Europese Unie, in de Rapportage emissieplafonds verzuring en grootschalige luchtverontreiniging 2006 (<http://www.vrom.nl/pagina.html?id=21535>).

Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit in Nederland, die op directe manier de effecten van gevoerd beleid representeert, wordt routinematig bemonsterd. Op landelijk niveau volgt het RIVM de luchtkwaliteit met behulp van het ‘Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit’ (LML). Het LML stamt uit het eind van de jaren tachtig.

Landelijk Meetnet Regenwater

Dit onderdeel van het LML, dat ook wel het Landelijk Meetnet Regenwater-samenstelling (LMR) wordt genoemd, bestaat sinds 1978 en is sinds 1988 opgebouwd uit vijftien meetpunten. Het zijn metingen van de chemische samenstelling van neerslag in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, met name sulfaat en nitraat. De metingen worden verricht om te voorzien in de informatiebehoeften voor een aantal beleidsthema’s die behandeld worden in de Milieubalans (onder andere ‘Verzuring’, ‘Vermesting’ en ‘Verspreiding’).

Ammoniak Depositie in Natuurgebieden

Het RIVM opereert ook een meetnet gericht op de depositie van ammoniak in natuurgebieden. Met het meetnet wordt de invloed van ammoniakbronnen buiten de natuurgebieden in beeld gebracht. Het is in 2005 opgezet om ammoniakconcentraties in de natuur te volgen en de modelberekeningen van de concentratie te toetsen die standaard worden gebruikt. De metingen vinden plaats in Natura 2000-gebieden die door hun ligging op arme zandgronden kwetsbaar zijn voor bemesting door de atmosferische aanvoer van ammoniak (<http://www.rivm.nl/milieuportaal/nieuws/meetnet-ammoniak-in-natuurgebieden.jsp>). Gemeten wordt op vooral heide, veen en schrale graslanden, en dus niet in bossen. Het meetnet telt nu circa 28 meetlocaties.

De ammoniakconcentraties zijn ook berekend met een nieuwe, experimentele versie van het model OPS van het RIVM en het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL). De berekeningen komen goed overeen met de metingen. Dit bevestigt dat het voormalige verschil tussen berekende en gemeten ammoniakconcentraties, het zogeheten ammoniakgat, door de gemaakte aanpassingen in het model zo goed als verdwenen is. Alleen de gemeten concentraties in de duingebieden zijn, hoewel heel laag, enkele malen hoger dan de berekeningen (Stolk et al., 2009).

Ecologische meetnetten

Nederlandse bosmonitoring

Nationaal Meetnet Bosvitaliteit

In het verleden werd intensief gemeten in het Nederlandse bos binnen het zogenaamde ‘Nationaal Meetnet Bosvitaliteit’. Zo werd tussen 1984 en 1994 jaarlijks de bosvitaliteit opgenomen op 3000 plots. In 1995 werd het aantal meetopstanden teruggebracht tot 200, maar daarin werd naast bosvitaliteit ook de bosgroei (staande houtbiomassa) en de chemische samenstelling van bladeren, bodem en bodemwater gemeten. Dit is in een deel van die opstanden (150) ook gebeurd in 1990 en herhaald in

2000. Na 2000 zijn er voor het Nationaal Meetnet Bosvitaliteit geen metingen meer uitgevoerd. Het meetnet is feitelijk opgeheven (ontleend aan De Vries, 2008).

Resultaten van het Nationaal Meetnet Bosvitaliteit worden gepresenteerd in Schoonderwoerd et al., 2006 en De Vries, 2008. Hieruit wordt de volgende passage ontleend:

‘De ingezette emissievermindering en bijbehorende depositievermindering hebben wel reeds op relatief korte termijn een gunstig effect gehad op de kwaliteit van bodemvocht en grondwater. Dit komt tot uiting in een vergelijkbare afname in de sulfaat- en nitraatconcentratie in het bodemvocht en in mindere mate in het grondwater. Er is ook sprake van een sterke daling van het potentieel giftige aluminium in bodemvocht. Als gevolg daarvan is ook de verhouding van aluminium ten opzichte van basen als calcium, magnesium en kalium, in het bodemvocht gedaald, wat wijst op een verbetering van het wortelmilieu’ (De Vries, 2008).

Landelijk Meetnet Flora Milieu- en Natuurkwaliteit (LMF M&N)

Dit meetnet heeft onder andere tot doel om, op grond van vegetatieopnamen, landelijke trends in verdroging, verzuring en vermesting in te schatten. Een tweede doel is het signaleren van veranderingen in biodiversiteit. Het volgt daartoe de vegetatie in ongeveer 10.000 permanente kwadranten in natuur en natuurlijke elementen in het landelijk gebied, zoals houtwallen en dijken. Naast het LMF M&N leveren de vogel-, dagvlinder- en paddenstoelmeetnetten uit het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) gegevens over de verandering van biodiversiteit van deze groepen. Het LMF is sinds 2005 volledig operationeel (ontleend aan De Vries, 2008). Het LMF M&N is onderdeel van het ‘Netwerk Ecologische Monitoring’ (<http://nemweb.ipo-rivm.nl/>), dat wordt gefinancierd door verschillende overheidsinstanties.

Meetnet Bodembioologische indicatoren (Bobi)

Doel van dit project is het verkrijgen van inzicht in effecten van bodemtype en bedrijfsvoering op diversiteit en functioneren van het bodemleven en mineralisatieprocessen (sturende teeltmaatregelen). Het project is gericht op operationalisering ten behoeve van het biodiversiteitsbeleid. Voor de samenhang van het project is van belang dat voor alle betrokken organismengroepen metingen worden verricht op dezelfde locaties en plots. In dit project worden in vijf jaar tijd tien verschillende combinaties van bodemtype en bodemgebruik bemonsterd, meestal agrarische bedrijven maar ook natuurgebieden. Het gaat in totaal om 200 locaties. Binnen het Bobi-project worden in deelprojecten, naast de bacteriën en microarthropoden, ook andere diergroepen bemonsterd, zoals nematoden en regenwormen. Verder worden diverse relevante bodemchemische parameters bepaald in samenwerking met het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (<http://www.onderzoekinformatie.nl/nl/oi/nod/onderzoek/OND1302595/>).

Het meten van biologische parameters voor de Bodembioologische Indicator (Bobi) wordt uitgevoerd door het RIVM in samenwerking met Alterra. Er vindt nauwe samenwerking plaats met het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) van het RIVM.

Monitoring Natura 2000-gebieden

In het kader van het beheer van Natura 2000-gebieden bestaan monitoringsverplichtingen. Monitoring is gericht op omvang en samenstelling van populaties, habitattypen. Eén van de aspecten die hierbij een rol spelen zijn de ‘abiotische randvoorwaarden’. Verantwoordelijk voor het opstellen van beheersplannen van de Natura 2000-gebieden zijn de provincies en de regionale kantoren van de Dienst Landelijk Gebied (ministerie LNV). In principe wordt bij het monitoren aangesloten bij bestaande provinciale en/of landelijke meetnetten (www.natura2000.nl/files/pve-gebiedsgerichte-monitoring.pdf).

Europese bosmonitoring

In het kader van ICP Forest vindt in Europa bosmonitoring plaats. ICP Forest staat voor 'International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests'. ICP Forest opereert onder de vlag van de UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (www.icp-forest.org).

Extensieve monitoring van de bosvitaliteit op Level I plots in Europa en Nederland

Binnen het UN-ECE/EU monitoringmeetnet wordt op circa 6000 level I plots, die regelmatig over Europa zijn verdeeld, de ontwikkeling van de vitaliteit van bomen gemeten. Opgenomen worden blad- en naaldbezetting, blad- en naaldverkleuring en aantastingen door schimmels of insecten. De chemische samenstelling van de bodem is eenmalig onderzocht.

In Nederland omvat dit meetnet 11 bosopstanden die het Nederlandse bos representeren met een dichtheid van één punt per 256 km². Jaarlijks wordt aan ICP Forest gerapporteerd. De 11 plots zijn tussen 1987 en nu jaarlijks aan in totaal ongeveer 230 bomen bemeten. De gemeten bomen zijn representatief voor de belangrijkste boomsoorten op zandgrond (inlandse eik, grove den, Douglas spar). De punten vormen een eigen meetnet en maken geen deel uit van het eerder genoemde Nationaal Meetnet Bosvitaliteit (ontleend aan De Vries, 2008).

Intensieve monitoring van de oorzaken van veranderde bosvitaliteit op Level II plots in Europa en Nederland

Om de oorzaak van veranderingen in bosesystemen, waaronder de kroonconditie, te bepalen wordt in Europa op circa 860 punten het bos intensief bemeten. De verplichte metingen (bosvitaliteit, bodem, bladanalyse, bosgroei en vegetatie) vinden op alle 860 plots plaats. Overige metingen betreffen atmosferische depositie op circa 500 plots (bulk depositie waarvan op circa 300 plots ook doorval) en bodemvochtsamenstelling (circa 220 plots). Deze punten zijn zo gekozen dat zij representatief zijn voor de belangrijkste bosesystemen.

Nederland heeft relatief weinig bos, ongeveer 10% van het landoppervlak. Als gevolg hiervan heeft Nederland veertien Intensieve Monitoring (Level II) plots. Daarop wordt in principe alleen datgene gemeten wat verplicht is (bosvitaliteit, bodem, bladanalyse, bosgroei en vegetatie) en op een deel van de plots de depositie en bodemvochtsamenstelling. Na een jaar depositiemetingen op alle plots (1995/1996) is ervoor gekozen om de depositie (bulk depositie en doorval) nog maar op vier plots te meten met in 2002 een uitbreiding naar een vijfde plot. De bodemvochtsamenstelling wordt op drie plots gemeten sinds 2002 (ontleend aan De Vries, 2008).

Andere indirecte effecten

Voor vaststelling van de *indirecte effecten* van beleid ter verbetering van luchtkwaliteit zijn geen formele monitorings- en rapportageverplichtingen. Wel worden landen die ondertekenaar zijn van de CLRTAP aangespoord deel te nemen aan een zestal ICPs (International Cooperative programmes) en aan een 'task force on health'. De ICP betreffen de aspecten 'forests', 'water (rivers and lakes)', 'materials', 'vegetation', 'integrated monitoring' en 'modelling and mapping'. Grondwater en bodem vallen onder 'integrated monitoring'. Nederland stuurt vertegenwoordigers naar vier van de zes 'ICP task force meetings'. Ook levert Nederland monitoring informatie aan vier van de zes ICP's. Maar Nederland levert geen informatie bijdrage aan de ICP 'integrated monitoring'.

2.3.4 Monitoringinspanning op het terrein van grondwaterkwaliteit

Naast de bovengenoemde monitoringinspanningen gekoppeld aan verzuring, vindt in Nederland ook bodem en grondwater monitoring plaats, die niet noodzakelijkerwijs is opgezet om de effecten van verzuring in beeld te brengen, maar die daar wel informatie over verschaft.

Voor de grondwaterkwaliteit onder natuurgebieden zijn nog geen monitoringsverplichtingen, althans niet specifiek gericht op het antiverzuringsbeleid. Wel zijn er verplichtingen om de waterkwaliteit te monitoren voor de Kaderrichtlijn Water, met het oog op de bescherming van aquatische en terrestrische ecosystemen.

Emissies vanuit landbouw en veeteelt worden onder andere gereguleerd door de EU-Nitraatrichtlijn en door de nationale Meststoffenwet. In het kader van deze regelgeving bestaat de verplichting om de grondwaterkwaliteit onder landbouwgebieden te volgen. Dit gebeurt in het LMM, het LMB en het LMG.

Landelijke meetnetten RIVM

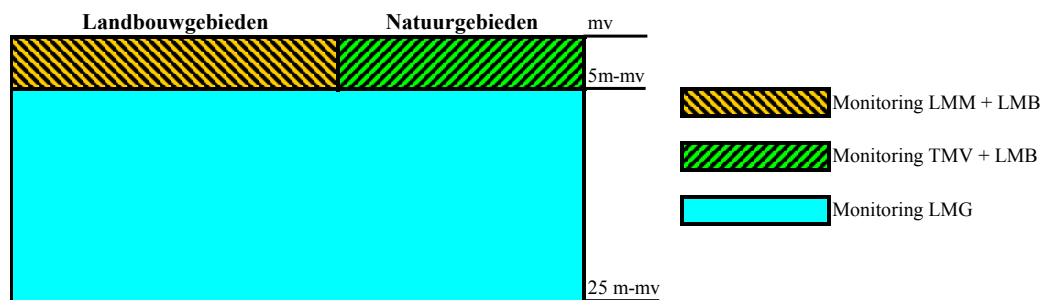
Het RIVM beheert, inclusief het TMV, vier meetnetten die een relatie hebben met verzuring en vermisting. Deze meetnetten richten zich op bodem en of grondwater. De meetnetten, in volgorde van jaarlijkse RIVM-kosten, zijn:

- Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM);
- TrendMeetnet Verzuring (TMV);
- Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG);
- Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB).

De effecten op het grondwater als gevolg van het mestoverschot werden aanvankelijk gevolgd in het Meetprogramma Kwaliteit Bovenste Grondwater Landbouw-bedrijven (MKBGL), de voorloper van het huidige LMM. Het LMM stamt uit ongeveer dezelfde periode als het verzuringsmeetnet. De bodem is sinds 1993 onderwerp van monitoring in het LMB, waarin 180 landbouwbedrijven en 20 boslocaties (die overlappen met TMV-locaties) worden gemonitord. Het LMG ten slotte werd opgezet aan het eind van de jaren zeventig door het toenmalige RID.

De effecten gemeten in het LMM worden gedomineerd door de landbouwpraktijk en bemesting. In het LMG, waarbij op grotere diepte bemonsterd wordt, worden eventuele effecten van atmosferische depositie pas op lange termijn gemeten. Daarnaast is de oorzaak van veranderingen of verschillen minder duidelijk. Maar door de grotere diepte (wat tot menging leidt) is een waarnemingspunt van het LMG representatief voor een groter gebied.

Voor het LMG en LMB is het RIVM de coördinator. Veld- en laboratoriumwerk vallen onder de verantwoordelijkheid van TNO. De twee andere meetnetten, LMM en TMV, vallen volledig onder de verantwoordelijkheid van het RIVM. De aandachtsgebieden van de vier meetnetten zijn schematisch weergegeven in Figuur 2.8.



Figuur 2.8 Aandachtsgebied van de vier landelijke monitoringmeetnetten

Het LMM, TMV en LMB richten zich alle drie op de ondiepe ondergrond (tot een diepte van maximaal 5 m), de zone die het meest direct beïnvloed wordt door depositie van verzurende of vermestende stoffen. De vier meetnetten bemonsteren allen het grondwater. Daarnaast wordt in het LMB ook de vaste fase bemonsterd en geanalyseerd.

De compartimenten die worden bemonsterd in de drie oppervlakkige meetnetten mogen dan grotendeels overeenkomen, de aard van de fenomenen die het doel zijn van de monitoring zijn geheel verschillend. Daarom zijn ook de dichtheid van de meetnetten, bemonsteringsfrequentie en (in beperkte mate) het analysepakket verschillend. Een vergelijking van de aard van de vier verschillende meetnetten is beschreven in het Arcadis Rapport ‘Op naar een Doelmatige Monitoring’ (maart 2009).

Provinciale meetnetten

Loos en Zwart (2008) hebben gerapporteerd over de mogelijke synergie tussen nationale en provinciale meetnetten (‘Inventarisatiefase DGM-bod’). In hun rapport wordt een inventarisatie gemaakt van de verschillende monitoringmeetnetten in gebruik bij de provincies. Het blijkt dat de provincies heel verschillende inzichten hebben over de noodzaak van monitoring, en dus ook sterk verschillen in type meetnetten, aantallen meetpunten en monitoringfrequentie. De enige overeenkomst is dat alle provincies over een provinciaal meetnet grondwaterkwaliteit beschikken (PMG), met putten op 10 m en 25 m diepte, vergelijkbaar met het LMG. Een aantal provincies maakt tevens gebruik van het LMG. Daarnaast hebben een aantal provincies een meetnet voor het freatische (ondiepe) grondwater. Alle provincies verschaffen met hun meetpunten op 10 m en 25 m diepte gegevens voor KRW-rapportages: het KRW Monitoringprogramma grondwaterkwaliteit bestaat uit een selectie van LMG en PMG meetpunten.

Loos en Zwart concluderen in hun rapport met betrekking tot de efficiëntie van de uitvoering van monitoring dat:

‘... de monitoringsinspanningen sterk versnipperd zijn. Dit leidt ertoe dat partijen soms niet van elkaars werk op de hoogte zijn, maar ook dat de wijze van uitvoering tussen Rijk, provincies en gemeenten niet altijd op elkaar is afgestemd.’

Uit het rapport blijkt ook dat ‘verzuring, vermesting en verspreiding’ thema’s zijn die ook provincies hanteren bij het inrichten van en rapporteren over hun meetnetten. De provincies die een eigen meetnet voor verzuring opereren zijn Friesland, Drenthe (veertien locaties) en Utrecht. In 2004 is in de provincie Utrecht een innovatie voorgesteld om te komen tot een robuust meetnet van verzuring. Deze innovatie voor het provinciale meetnet verzuring in Utrecht kwam voort uit een behoefte om een relatie te leggen tussen de verzuring van de bodem en de effecten op de vegetatie, en uit de behoefte om beter de trends te bepalen. Deze kennis is onontbeerlijk voor bijvoorbeeld de systeembeschrijving van de

huidige situatie, de autonome ontwikkeling en de milieugevolgen van voorgenomen activiteiten in het plangebied van de provincie Utrecht (Rietra en Brus, 2007).

De provincie Utrecht meet de verzuring in de bosbodems op de Utrechtse Heuvelrug en richt zich hierbij op het volgen van veranderingen van verzuringindicatoren in de bodem en in het bodemvocht in de bovenste meter van het bodemprofiel. Er zijn veertig meetlocaties. De omvang van het meetnet is mede bepaald door de mogelijkheid om beleidsvoornemens te modelleren en door te rekenen. De provincie wil dat het meetnet resultaten geeft waarmee vastgesteld kan worden of de in het beleid gestelde doelen gehaald worden. Ook moeten resultaten vergeleken kunnen worden met (inter)nationale resultaten. De verschillen tussen de meetjaren (2004 - 2007) zijn gering en meestal niet significant (Rietra en Brus, 2007).

De provincies maken nog geen gebruik van de informatie van het TMV, omdat de gegevens nog niet eenvoudig beschikbaar zijn. Binnen het RIVM wordt gewerkt aan een nieuw data managementsysteem zodat gegevens gemakkelijker beschikbaar komen.

2.4 Verzuring en eutrofiëring op de politieke agenda

Het verschijnsel verzuring is in Nederland uit het centrum van de publieke belangstelling geraakt. Wellicht wordt dit veroorzaakt door het feit dat de acute problemen verminderd zijn.

Nationaal en internationaal lijkt de aandacht voor het verschijnsel verzuring af te nemen. In de westerse geïndustrialiseerde landen zijn veelal effectieve maatregelen genomen. Als men op het internet naar artikelen over verzuring zoekt, valt op dat er weinig recente informatie beschikbaar is. De meeste artikelen dateren uit de jaren tachtig en negentig van de vorige eeuw.

In Oost-Europa staat het onderwerp van verzuring nog wel prominent op de agenda. Hier zijn maatregelen om verzuring tegen te gaan nog heel recent. Het ligt voor de hand dat het probleem van verzuring binnenkort ook acuut wordt in landen als China en Vietnam, landen die voor hun energievoorziening voor een belangrijk deel afhankelijk zijn van een slechte kwaliteit kolen.

Zoals beschreven in paragraaf 2.3.2 staat het verschijnsel eutrofiëring (synoniem van vermesting) wel in de publieke en beleidsmatige belangstelling. Eutrofiëring wordt kortweg omschreven als de overmatige toevoer van plantenvoedende stoffen als N en P naar het milieu.

Het belang van eutrofiëring blijkt bijvoorbeeld ook uit de 'at risk'-bepaling (artikel 5 rapportage) van Meinardi en van den Berg (2008), waarin het grondwater in heel Nederland 'at risk' werd verklaard door de toevoer van N en P vanuit het grondwater naar het oppervlakte water en naar grondwater afhankelijke aquatische en terrestrische ecosystemen.

3 Het TrendMeetnet Verzuring

3.1 Het ontstaan van het TMV

Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven was het onderwerp zure regen en verzuring heel actueel in de tweede helft van de jaren tachtig. Omdat de effecten van zure regen, naar men aannam, het meest dramatisch naar voren kwamen in de vitaliteit van bossen en aquatische organismen, heeft monitoring van verzuring zich sterk geconcentreerd op bomen en aquatisch leven (bijvoorbeeld Nationaal Meetnet Bosvitaliteit).

Het op nationale schaal in beeld brengen van de (directe) effecten van atmosferisch depositie op bodem en grondwater bestond eind jaren tachtig nog niet. Wel waren er al enkele, locale grondwaterkwaliteitskarteringen in bos en heidevelden uitgevoerd (Boumans en Beltman, 1991). Hierin was geconcludeerd dat de drinkwaternorm voor nitraat vooral onder naaldbossen werd overschreden. Ook waren er indicaties dat de aluminiumconcentraties in het grondwater toenamen.

Omdat:

- atmosferische depositie van verzurende stoffen naar verwachting effecten heeft op de kwaliteit van het grondwater;
- het grondwater onder natuurgebieden op de zandgronden op vele plaatsen de bron vormt van het grondwater dat op waterwingebieden opgepompt wordt voor menselijke consumptie;
- dit grondwater op andere plaatsen op termijn het oppervlaktewater voedt, en daarmee van invloed is op de trofische toestand van dat oppervlaktewater,

werd het nuttig geacht om te bezien of, en in welke mate atmosferische depositie van verzurende stoffen invloed had op de grondwaterkwaliteit.

Het RIVM heeft ingespeeld op de toenmalige actualiteit. In 1989 heeft het instituut een meetcampagne geïnitieerd om de kwaliteit van het ondiepe grondwater onder bos en heidevelden in kaart te brengen, en om die kwaliteit in verband te brengen met het fenomeen verzuring.

Aanvankelijk was het de bedoeling dat de meetcampagne van 1989/1990 ter vaststelling van de kwaliteit van het ondiepe grondwater onder natuurgebieden een eenmalige exercitie zou zijn. De monitoringcampagne van 1989/1990 heeft geresulteerd in een soort nulmeting van de situatie voordat het merendeel van de beleidsmaatregelen ter beperking van atmosferische emissies effectief werd.

Aan het einde van de jaren negentig waren al diverse maatregelen ter beperking van de verzuring en van de grootschalige luchtvervuiling geïmplementeerd. Het antiverzuringsbeleid stond, na een periode van geïntensifieerde regelgeving op het gebied van het mestbeleid, weer volop in de belangstelling, zoals moge blijken uit het grote aantal rapporten, plannen en beleidsstukken dat op dit terrein verscheen (zie Bijlage 1). In deze situatie werd het nodig geacht vast te stellen of en in welke mate de genomen maatregelen effect hadden geressorteed op de grondwaterkwaliteit. Bovendien zou kennis van de oorzaak – effect relatie (emissie reductie – kwaliteit grondwater) informatie kunnen geven over de effectiviteit van toekomstige maatregelen.

In feite is toen pas het TrendMeetnet Verzuring geboren, gebruikmakend van de meetlocaties uit de eerste bemonstering van 1989/1990.

3.2 Monitoringsstrategie en doelstelling van het TMV

Bij het initiëren van de eerste meetcampagne in 1989 is de meetstrategie geformuleerd. Om de effecten van atmosferische depositie zo helder mogelijk te kunnen bepalen, is gekozen voor bemonstering van het grondwater onder natuurgebied (bos en heide) op zandgronden. Op deze plaatsen wordt de minste verstoring verwacht door andere processen. Verder zijn zandgronden ook het meest kwetsbaar voor verzuringprocessen.

De oorspronkelijke doelstelling van het meetnet werd als volgt geformuleerd (Boumans en Beltman, 1991):

‘Het doel van het onderzoek is het beschrijven van de kwaliteit van het bovenste grondwater onder bos en heideveld in Nederland in relatie met emissie-depositie factoren. Met behulp van deze beschrijving kan een diagnose worden gesteld, die de grondwaterkwaliteit relateert aan deze factoren. Hiermee kunnen prognose-studies worden gedaan, die bijvoorbeeld de effecten van verminderde depositie op de grondwaterkwaliteit berekenen.’

Bij de herstart van de meetinspanning in 2000 werd de directe doelstelling als volgt geformuleerd:

- Het vaststellen van veranderingen in grondwaterkwaliteit van natuurgebieden (bos en heide) op zandgrond.
- Het beschrijven en verklaren van de kwaliteit en de veranderingen in relatie met milieudruk (atmosferische emissies) en beleidsmaatregelen.

De achterliggende doelstelling kan omschreven worden als:

- het aantonen van de effectiviteit van gevoerd antiverzuringsbeleid met betrekking tot atmosferische emissies en depositie;
- het verzamelen van wetenschappelijke kennis van de evolutie van grondwaterkwaliteit onder natuurgebieden, als functie van diverse omgevingsfactoren;
- het verzamelen van informatie gebruiken om de effectiviteit van toekomstig beleid in te schatten.

3.3 Uitvoeringsopzet van het TMV

3.3.1 Locatiekeuze: aantallen en plaats

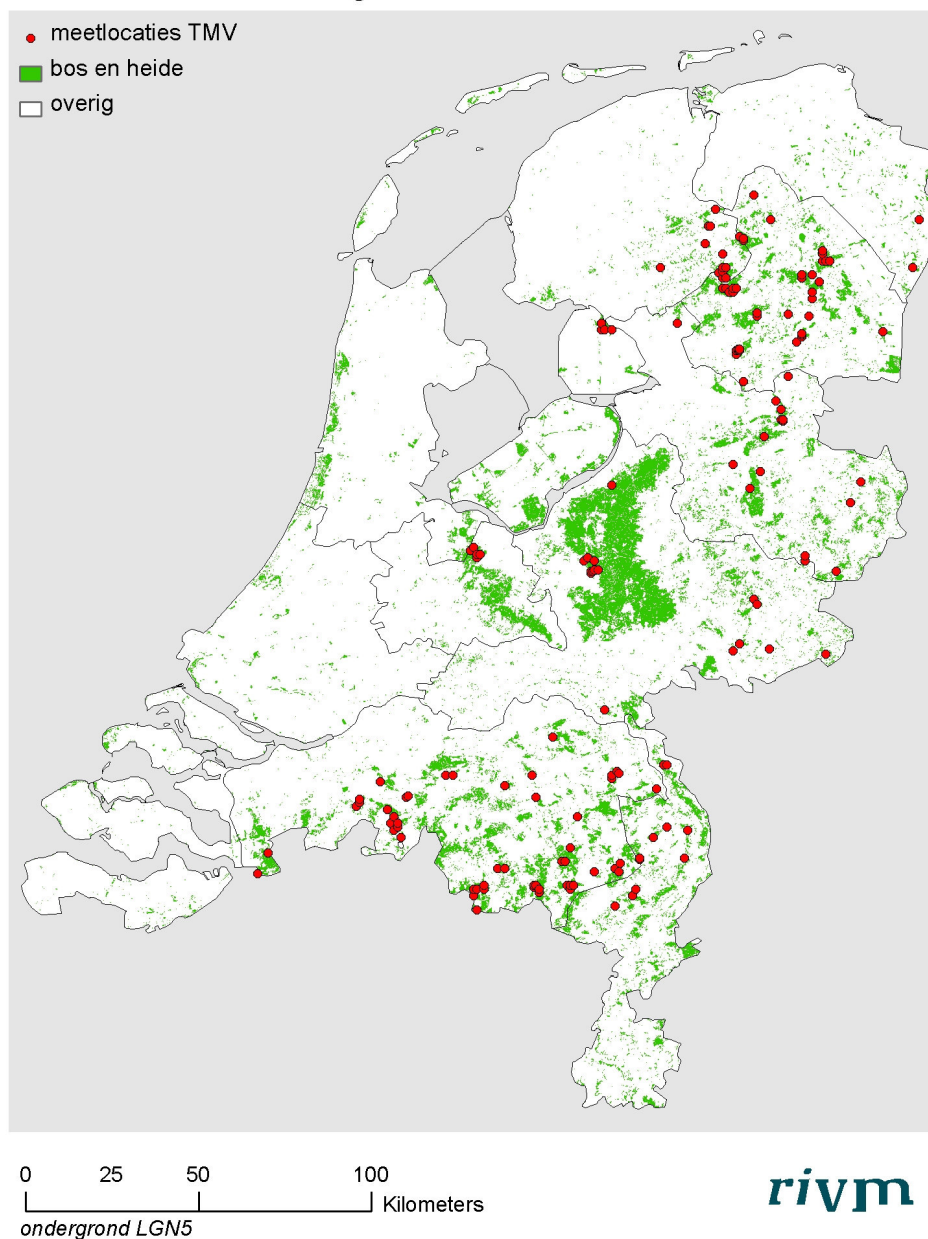
Op 150 à 160 locaties in bossen en op heidevelden wordt de bovenste meter van het grondwater bemonsterd. De ligging van de locaties is weergegeven in Figuur 3.1. De selectie van de bemonsteringslocaties is uitvoerig beschreven in de rapporten van Boumans en Beltman (1991) en in Van Elzakker et al. (2009).

In het TMV wordt onder een ‘locatie’ verstaan het grootste aaneengesloten oppervlak bos en heide in een gridcel van 500 bij 500 meter. Bij de opzet van het meetnet (Boumans en Beltman, 1991) zijn gridcellen gekozen met een zo goed mogelijke spreiding met betrekking tot parameters, waarvan verwacht wordt dat zij een overheersende invloed hebben op de grondwaterkwaliteit. Deze parameters zijn:

- de mogelijke waarden van de N-depositie in de betreffende gridcel;
- de bosoppervlakte in de gridcel en de acht aangrenzende gridcellen;

- de heideveldoppervlakte in de gridcel en de acht aangrenzende gridcellen;
- de landbouwoppervlakte in de gridcel en de acht aangrenzende gridcellen.

TrendMeetnet Verzuring



Figuur 3.1 Bemonsteringlocaties van het TrendMeetnet Verzuring

Uit praktische overwegingen werden verder alleen die gridcellen geselecteerd die in beheer zijn bij Staatsbosbeheer en met een verwachte grondwaterstand ondieper dan 6 meter. Op iedere locatie zijn 10 monsterpunten gekozen. Deze monsterpunten bevinden zich in beginsel om de 50 meter langs de langste rechte lijn (transect). Indien de transect minder dan 450 meter lang is, zijn de resterende monsterpunten langs de middelloodlijn van de transect geplaatst. Monsterpunten bevinden zich altijd op ten minste 20 meter van de rand van het bos of het heideveld.

In onderstaande tabel is het aantal individuele bemonsteringspunten in relatie tot het vegetatietype weergegeven (Boumans en Beltman, 1991)

Tabel 3.1 Aantal waarnemingen per vegetatietype (1989/1990)

Vegetatietype	Aantal waarnemingen	Percentage (%) van totaal
Gemengd bos	200	13
Loofbos	546	36
Naaldbos	634	41
Heideveld	155	10

3.3.2 Monsternamemethode

De bemonsteringsstrategie was als volgt (Van Elzakker et al., 2009):

‘Op iedere locatie zijn 10 monsterpunten uitgezet. Bij ieder van deze 10 monsterpunten is uit een open boorgat een grondwatermonster opgepompt. In het laboratorium zijn deze monsters samengevoegd tot één mengmonster voor die betreffende locatie. Dit mengmonster is geanalyseerd op een groot aantal componenten. Van de individuele grondwatermonsters zijn per monsterpunt in het veld ook analyses gedaan. Het grondwater is alleen bemonsterd wanneer dit zich op minder dan zes meter beneden maaiveld bevindt. Anders is het niet mogelijk om dit water met behulp van een slangenpomp op te pompen.’

Naast de grondwaterkwaliteit zijn ook de bodemtextuur en omgevingsparameters zoals begroeiing, boomhoogte en dikte van de strooisellaag in kaart gebracht.

3.3.3 Bemonsteringsfrequentie

Er zijn tot nu toe vier complete monitoringrondes uitgevoerd:

- A. 100% in oktober 1989 – maart 1990;
- B. 50% in november 2000 – februari 2001 en 50% in oktober 2001 – maart 2002;
- C. 50% in januari 2003 – mei 2003 en 50% in november 2003 – april 2004;
- D. 50% in oktober 2006 – januari 2007 en 50% in november 2007 – februari 2008;
- E. 50% in oktober 2009 – april 2010.

Tussen rondes A en B zijn in totaal nog 46 locaties bemonsterd, veelal ongeveer tien locaties per jaar. De aanzienlijke duur van het interval tussen ronde A en B is terug te voeren op de aanvankelijke intentie om de bemonstering maar eenmalig uit te voeren.

3.3.4 Chemische analyses en andere informatie

Binnen het TMV wordt de volgende informatie verzameld:

- analyses in het veld
 - zuurgraad (pH)
 - elektrisch geleidingsvermogen (EC)
 - opgelost zuurstof
 - nitraat (via kleurreactie)
- vastlegging locatiekenmerken (alleen bij ronde A en D)
 - vastlegging van het landschapstype, en binnen een steekproefcirkel met een straal van vier meter, tevens het begroeiingstype, hoofdboomsoort, kroonbedekking, boomhoogte, bedekking struiklaag, bedekking kruidlaag en dikte van de strooisellaag.
- analyses in het laboratorium
 - pH, EC en DOC
 - zware metalen (cadmium, lood, chroom, koper, zink en arseen)
 - overige metalen (aluminium, barium, calcium, magnesium, mangaan, natrium en strontium)
 - vermistende stoffen (totaal-fosfor, fosfaat, totaal-stikstof, ammonium, chloride, nitraat, sulfaat en kalium)

Voor een gedetailleerde beschrijving van deze werkzaamheden gedurende het eerste deel van ronde D wordt verwezen naar Van Elzakker et al. (2009).

3.3.5 Datavalidatie en databeheer

Gegevens die in het veld verzameld zijn, worden door projectmedewerkers van het RIVM gecompileerd in een database en gecontroleerd op consistentie. Waar onduidelijkheden zijn, wordt een terugkoppeling gemaakt naar de veldwaarnemers.

De resultaten van laboratoriumanalyses worden op consistentie vergeleken met veldwaarnemingen. Daarnaast worden de resultaten volgens de gebruikelijke methoden (ionenbalans, stikstofbalans, check op onwaarschijnlijke meetresultaten) gevalideerd en opgeslagen in een EXCEL-database, waarvan de structuur vergelijkbaar is met die welke ook gebruikt wordt voor het LMM en LMG.

Een voorbeeld van de beschrijving van elke bemonsteringslocatie is weergegeven in Figuur 3.2.

3.4 Producten en resultaten van het TMV

In algemene zin duiden de resultaten van het TMV erop dat de door de overheid genomen antiverzorgingsmaatregelen (reductie van atmosferische emissies en mestbeleid) effect hebben op de nitraat- en sulfaatconcentraties in het ondiepe grondwater. Het gevoerde beleid heeft geresulteerd in lagere concentraties van genoemde stoffen in het grondwater (Boumans et al., 2009).

TMV-116 (Lage Vuursche, gemeente Baarn)

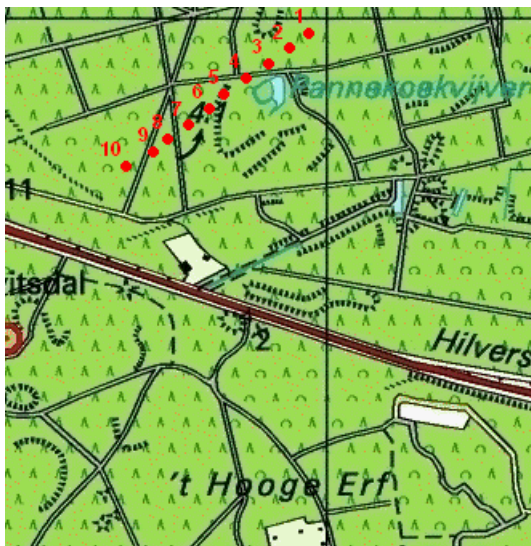
datum monsterneming: 27-11-2006 bijzonderheden: geen



mp 5/6 richting mp 1



mp 5/6 richting mp 10



geplande en gerealiseerde bemonstering

Tabel Kenmerken per monsterpunt

monsterpunt	begroeiing	gws m -mv	H ⁺ pH	EC μS/cm	O ₂ %	NO ₃ -N g/m ³	bodemsoort per laag
1	bos	3,1	4,1	254	7	4,5	45:Zh2 80:Z 280:Z 390:Zs1
2	bos	3,3	4,1	231	9	5,4	50:Zh2 70:Zh1 300:Z 410:Zs1
3	bos	3,2	4,2	217	5	4,2	40:Zh2 70:Zh1 400:Z
4	bos	3,3	4,1	154	14	1,0	50:Zh2 80:Zh1 350:Z 410:Zs1
5	bos	3,7	4,1	138	9	1,0	50:Zh2 70:Zh1 350:Z 450:Zs1
6	bos	2,7	4,2	265	11	1,0	50:Zh2 60:Zh1 290:Z 350:Zs1
7	bos	2,9	4,2	144	10	1,4	50:Zh2 70:Zh1 300:Z 360:Zs1
8	bos	2,4	4,1	218	8	5,4	40:Zh2 70:Zh1 280:Z 320:Zs1
9	bos	2,3	4,2	196	8	5,1	30:Zh2 80:Zh1 310:Z
10	bos	2,2	4,2	208	10	5,2	30:Zh2 50:Zh1 90:Z 300:Z

Figuur 3.2 Voorbeeld van rapportage format per monsterpunt (Van Elzakker et al., 2009)

Analyse en evaluatie van de gegevens die door het TMV aangeleverd zijn, heeft geresulteerd in een aantal rapporten en artikelen. Daarnaast zijn de gegevens gebruikt voor rapportages zoals de Milieubalans³ en bijvoorbeeld het Basisdocument Karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water (Meinardi en Van den Berg, 2008). Box 3.1 geeft een lijst van rapporten en publicaties, gebaseerd op (of gebruikmakend van) de meetresultaten van het TMV.

- **Kwaliteit van het bovenste freatische grondwater in de zandgebieden van Nederland, onder bos en heidevelden** (*Groundwater quality of natural sandy areas in the Netherlands*). Boumans LJM ; Beltman WHJ, - 1991. Onderzoeksrapport. RIVM-rapport 724901001.
- **Aluminiumconcentraties in het freatische grondwater in de zandgebieden van Nederland onder bos en heidevelden** (*Dissolved aluminium in phreatic groundwater in the sandy parts of the Netherlands under forest and heathland*). Boumans LJM ; Grinsven JJM van, - 1992. Onderzoeksrapport. RIVM-rapport 724901002.
- **Cadmium, chroom, lood, zink en arseen in het freatische grondwater van de zandgebieden van Nederland, onder bos en heidevelden** (*Concentrations of cadmium, chromium, lead, zinc and arsenic in freatic groundwater under Dutch acid sandy soils with natural vegetation*). Boumans LJM ; Fraters B, - 1993. Onderzoeksrapport. RIVM-rapport 712300001.
- **Nitraat in het bovenste grondwater onder natuurgebieden op zandgrond in Nederland** (*Nitrate in the upper part of ground water under forests and heather of the sandy regions of the Netherlands*). Boumans LJM – 1994. Onderzoeksrapport. RIVM-rapport 712300002.
- **Nitraat in het bovenste grondwater bij landbouwgewassen, bos en heideveld in de zandgebieden van Nederland** (*Nitrate in the uppermost groundwater in the presence of agriculture, forest and heather, in the sandy areas of the Netherlands*). Boumans LJM ; Drecht G van, - 1995. Onderzoeksrapport. RIVM-rapport 714901004.
- **Nitrate Leaching by atmospheric deposition to upper groundwater in the Sandy regions of the Netherlands in 1990**. Leo Boumans, Dico Fraters and Gerard van Drecht, - 2004. Artikel gepubliceerd in: Environmental Monitoring and Assessment 93: p. 1-15.
- **Veranderende grondwaterkwaliteit bij natuur in de zandgebieden, door het Nederlandse emissiebeleid, Trendmeetnet verzuring** (*Changing groundwater quality in nature areas of sandy regions, caused by Dutch legislation for atmospheric emissions*). L.J.M. Boumans, K.W. van der Hoek en W.A.J. van Pul, 2009. Onderzoeksrapport. RIVM-rapport in voorbereiding
- **TrendMeetnet Verzuring. Monsternemingen in 2006/2007** (*Trend Monitoring Network Acidification. Monitoring in 2006/2007*). B.G. van Elzakker, K.W. van der Hoek en N.J. Masselink, - 2009. Onderzoeksrapport. RIVM-rapport 680721002.
- **Basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de KRW**. *Considerations of groundwater quality characterisation for the Water Framework Directive*. Beusen AHW ; Born GJ van den ; Boumans LJM ; Fraters B ; Lijzen JPA ; Linden AMA van der ; Otte PF ; Reijnders HFR ; Schotten CGJ ; Versluijs CW ; Willems WJ; Meinardi CR ; Berg R van den (eds). 2008 Onderzoeksrapport. PBL-rapport 500003006

Box 3.1 Overzicht van rapporten en artikelen gebaseerd op het TrendMeetnet Verzuring

Enige belangrijke bevindingen uit meetronde A zijn (Boumans en Beltman, 1991):

- De drinkwaternorm voor nitraat, aluminium en ammonium bedraagt respectievelijk 50, 0,2 en 0,5 mg/l. In de bemonsteringsronde van 1989/90 wordt in respectievelijk 20%, 80% en 20% van de waarnemingen deze drinkwaternorm overschreden.

³ Een jaarlijks document dat dient als beleidsverantwoording door de minister van VROM aan de Tweede Kamer.

- De gemiddelde aluminiumconcentraties zijn een factor 10 hoger dan de concentraties gemeten in het LMG in dezelfde periode. De gemiddelde nitraatconcentraties zijn 3 maal hoger dan gemeten in het ondiepe filter van het LMG. Sulfaatconcentraties komen overeen met de waarden gemeten in het eerste filter van het LMG.
- Nitraat komt in verhoogde concentraties voor onder hogere vegetatie, zuidelijke bosranden, minder vitale vegetatie en bij diepere grondwaterstanden.
- Aluminium komt in verhoogde concentraties voor onder minder vitale vegetatie, hogere vegetatie, grotere afstand tot de bosrand, in bosranden die grenzen aan lage vegetatie en onder dikkere strooisellagen.
- De hoogste nitraat- en aluminiumconcentraties en laagste pH's worden onder Douglassparren gevonden. Grove den komt op de tweede plaats gevolgd door Corsicaanse den en fijnspar. Onder inlandse eik worden de hoogste sulfaatconcentraties en pH's gevonden. De laagste nitraat-, sulfaat- en aluminiumconcentraties worden onder lage vegetaties (heideveld) gevonden.

Deze bevindingen duiden er onder andere op dat bossen en vooral de bosranden interceptie van verzurende stoffen uit de atmosfeer veroorzaken. Verder zijn er aanwijzingen dat in deze bosranden, naast interceptie van verzurende stoffen, ook een verhoogde depositie van kationen plaatsvindt. Dit verschijnsel werkt de verzurende werking van vooral de NH_3 -depositie tegen door de bufferende werking van de kationen. De keerzijde van dit verschijnsel komt tot uiting in het feit dat hogere aluminiumconcentraties gevonden worden onder bosranden grenzend aan *niet* voor landbouw gebruikte grond; hier vindt door het ontbreken van invloed van bemesting een geringere depositie van kationen plaats.

Andere bevindingen uit latere rapporten zijn:

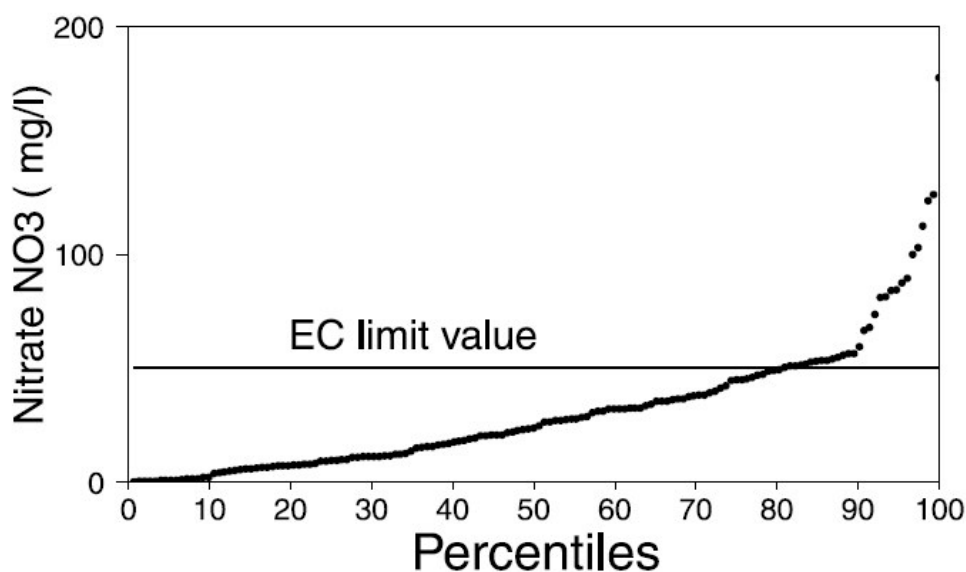
- Op basis van regressiemodellen wordt geschat dat omstreeks 1990 de nitraatconcentratie in het ondiepe grondwater onder landbouwgewassen ongeveer zesmaal hoger is dan de concentraties onder bos en heideveld (Boumans en van Drecht, 1995).
- In 1990 waren over het algemeen de concentraties aan cadmium en chroom hoger dan de toen geldende streefwaarde. De zinkconcentratie was zelfs vaak (70% van de metingen) hoger dan de referentiewaarde waarbij aanvullend onderzoek nodig verondersteld werd. Cadmium- en zinkconcentraties onder de zandige bodems van Zuid-Nederland overschreden regelmatig (5 en 20% respectievelijk) de waarde waarbij sanering noodzakelijk geacht werd (Boumans en Fraters, 1993).

Op basis van bemonsteringsronde B en C zijn de volgende conclusies getrokken (Boumans, van der Hoek en van Pul, 2009):

- De gemiddelde nitraatconcentratie onder bos en heideveld in de Nederlandse zandgronden is in 2003 ongeveer 30% afgenomen ten opzichte van 1990. Voor nitraat werd in ronde B nog in 8%, en in ronde C nog in 7% van de waarnemingen een overschrijding van de drinkwaternorm gevonden.
- Gelijktijdig met de afname van de nitraatconcentraties zijn ook de concentraties van SO_4 , Al, K, Ca, Mg, Zn en Cd afgenomen. Er is een toename geweest van DOC en Cr; deze hogere waarden worden toegeschreven aan een hogere grondwaterstand in de periode van bemonstering.
- De afname van de nitraatconcentraties in grondwater ten opzichte van de afname van de sulfaatconcentraties is meer lokaal geweest. Ook de aluminiumconcentraties in regenwater zijn vooral lokaal afgenomen.

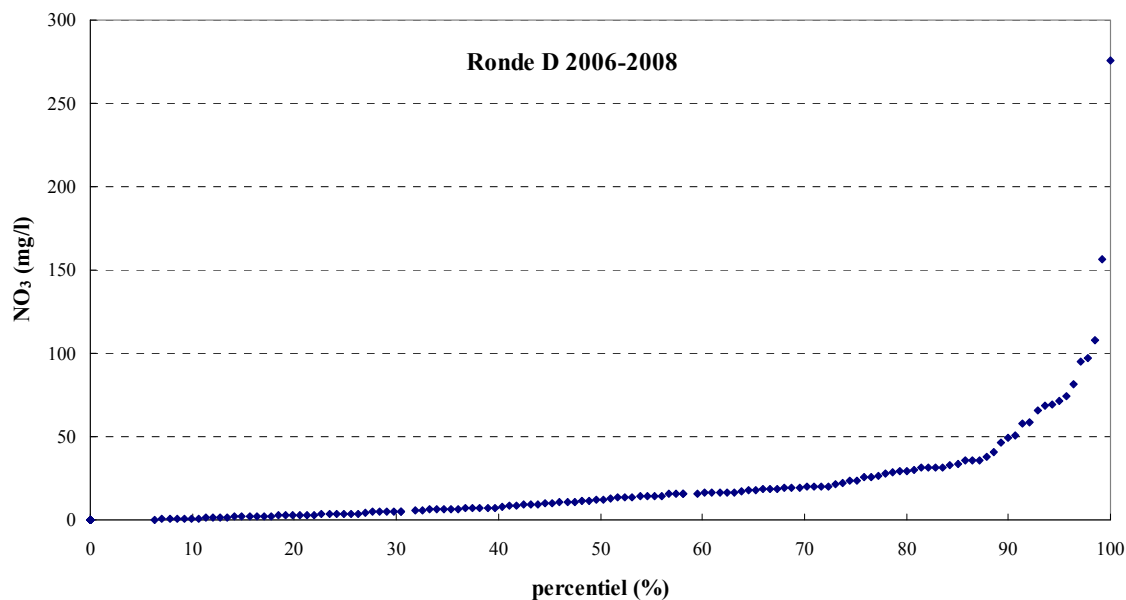
- Uit de bemonsteringsrondes B en C bleek ook dat de daling in concentraties van Al, SO₄ en NO₃ ten opzichte van ronde A groter waren in het noorden van het land dan in het zuiden. In het zuiden werd zelfs een procentuele toename van de Al-concentratie waargenomen.
- In de periode tussen 1989/1990 en 2000/2002 heeft een afname plaatsgevonden in de emissie van verzurende stoffen, vooral van zwavelverbindingen. De verwachte afname in de concentraties van nitraat en sulfaat in het grondwater, en daaraan gekoppeld een afname van de concentratie aan kationen en zware metalen is inderdaad bevestigd in de bemonsteringsrondes B en C.
- Voor Al is de verandering in waterkwaliteit minder gunstig. Ondanks de geconstateerde gemiddelde afname in de Al-concentratie, is er geen duidelijke verbetering in de grondwatersamenstelling met betrekking tot de kritische molaire verhouding van Al versus kationen.

Figuur 3.3, tot en met Figuur 3.5 tonen enkele resultaten van het TMV. Figuur 3.3 geeft voor meetronde A de cumulatieve frequentieverdeling van de nitraatgehalten in de bovenste meter van het grondwater. Hieruit blijkt dat bij de eerste bemonsteringsronde circa 19% van de monsters de nitraatnorm van 50 mg NO₃ per liter overschrijdt. Tijdens de laatste bemonsteringsronde D (najaar 2006/2007 en 2007/2008) werd op circa 10% van de locaties de nitraatnorm overschreden.

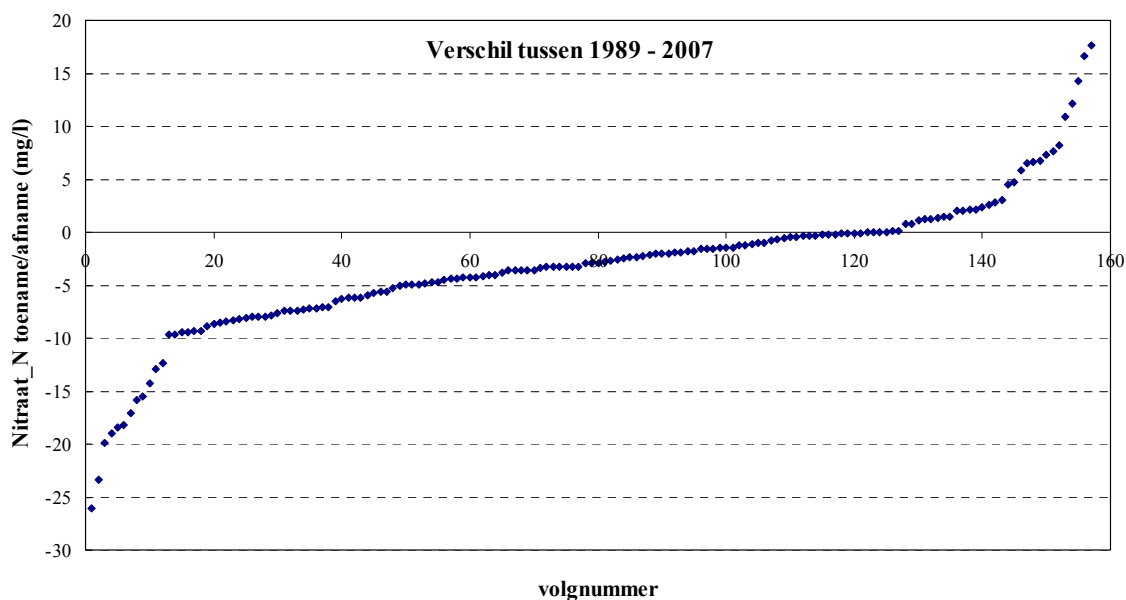


Figuur 3.3 Totaaloverzicht van gemeten nitraatconcentraties tijdens de eerste meetronde (1989-1990) (Bron: Boumans et al., 2004)

Figuur 3.5 geeft voor alle locaties het verschil in nitraatgehalte tussen ronde A en ronde D. Het gemiddelde nitraatgehalte in ronde D is 21 mg/liter en in ronde A 31 mg/liter. De figuur laat zien dat ongeveer 3/4 van de ronde D-monsters lager liggen dan de ronde A-monsters, terwijl ongeveer 1/4 van de ronde D-monsters hoger is dan de ronde A-monsters. Deze figuur toont dat de nitraatconcentraties overwegend zijn gedaald maar dat op sommige locaties een stijging heeft plaatsgevonden. Een nadere analyse van de resultaten moet meer duidelijkheid verschaffen over de mogelijke oorzaken van deze bevinding (zoals weerseffecten en grondwaterstanden).



Figuur 3.4 Totaaloverzicht van gemeten nitraatconcentraties tijdens de laatste meetronde (najaar 2006-voorjaar 2008)



Figuur 3.5 Verschil in gemeten $\text{NO}_3\text{-N}$ -concentratie per locatie tussen 1989 en 2006-2008 (ronde D-A)

In de PBL-publicatie 'Basisdocument Karakterisering Grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water' (Meinardi en van den Berg, 2008) is gebruikgemaakt van gegevens onder meer verkregen uit het TMV. De beoordeling van de kwaliteit in het licht van de door de EU bepaalde grenswaarden en nationale doelstellingen, leidt tot de conclusie dat alle grondwaterlichamen slecht scoren ('at risk' zijn), met name vanuit het oogpunt van de interactie met het oppervlaktewater. (<http://www.pbl.nl/nl/publicaties/2008/Basisdocument-karakterisering-grondwaterkwaliteit-voor-de-Kaderrichtlijn-Water.html>)

3.5 Planning en kosten

Eind 2006 is door RIVM een projectplan 'Monitoring Bodem en Grondwater' bij het ministerie van VROM (DGM-BWL) ingediend. Dit projectplan omvatte ook de werkzaamheden in het kader van het TMV. Het projectplan is verwerkt in de RIVM-offerte d.d. 29 november 2006 met kenmerk 517/06 BMV/RW/RR/mg. In zijn brief van 29 december 2006 (Kenmerk SB 2006342063) heeft de staatssecretaris van VROM goedkeuring verleend aan het plan. Voor een periode van drie jaar is een budget van € 420.180 toegewezen.

In het projectplan werd een cyclus van drie jaar voorzien: in 2006 en 2007 zou elk jaar 50% van de locaties bemonsterd worden en in 2008 zou een uitgebreide rapportage plaats vinden. In de daaropvolgende jaren 2009 en 2010 zou elk jaar weer 50% van de locaties bemonsterd worden met in 2011 wederom een rapportage. Bemonsteringsronde D heeft plaatsgevonden tussen december 2006 en februari 2008. De rapportage voorzien in 2008 vindt in 2009 plaats. Het toegewezen budget bevatte een allocatie voor het eerste deel van bemonstering in 2009; er is nog geen allocatie voor het laatste deel van de bemonstering voorzien voor 2010.

Uitvoering van monitoring omvat een viertal activiteiten:

- planning, coördinatie en audits van het veldwerk;
- veldwerk;
- laboratoriumanalyses;
- gegevensverwerking en rapportage.

In de beginjaren van TMV zijn alle genoemde activiteiten in eigen beheer uitgevoerd. Vanaf ronde B is het *veldwerk* uitbesteed aan een externe firma. Een bosbouwkundig adviesbureau heeft daarbij de toegang tot de bospercelen geregeld en bij ronde D geadviseerd over de vast te leggen locatie-kenmerken. De laboratoriumanalyses zijn bij alle ronden door het RIVM uitgevoerd.

De kosten voor de vier genoemde onderdelen zijn als volgt (exclusief btw en prijspeil 2007):

- planning, coördinatie en veldaudits circa € 300 per locatie, inclusief de aanbestedingsprocedure voor het veldwerk.;
- bosbouwkundig adviesbureau circa € 40 per locatie;
- veldwerk circa € 1.000 per locatie;
- laboratoriumanalyses circa € 300 per locatie;
- gegevensverwerking en rapportage circa € 400 per locatie.

Daarmee bedragen de kosten per bemonsteringslocatie per meetronde € 2.040. De kosten voor een volledige meetronde van 150 locaties waren circa € 306.000.

Binnen het RIVM heeft het meetnet in de loop van de tijd deel uitgemaakt van verschillende programma's of thema's: Thema Vermesting, Thema Verzuring, Additioneel Programma Verzuring.

Sinds 2006 is het TMV ondergebracht bij Monitoring Bodem en Grondwater. Alle programma's en thema's waren opgenomen in het zogenoemde MAP, het Meerjaren Activiteiten Programma.

4 Evaluatie

4.1 Monitoringstrategie en doelstellingen van het TMV

Beleidsmaatregelen dienen gepaard te gaan met instrumenten die in kaart brengen of die maatregelen effect hebben en, zo ja, in welke mate. Het verschijnsel van verzuring heeft negatieve effecten op tal van componenten van het milieu: atmosfeer, bodem en water, en via deze media op de biosfeer inclusief de mens. Daarom is het exploiteren van een meetnet gericht op het in kaart brengen van de (veranderingen in de) kwaliteit van het grondwater een zinvolle activiteit.

Status

De doelstellingen geformuleerd voor het TMV zijn eerder kwalitatief van aard dan kwantitatief. Gerelateerd aan deze doelstellingen is een monitoringsstrategie vastgesteld, die tot uiting komt in de opzet van het monitoringmeetnet. De monitoringsstrategie is gedeeltelijk bepaald door de beschikbaarheid van middelen.

De monitoringstrategie wordt bepaald door

- de onderzoeksvragen zoals die volgen uit de doelstellingen geformuleerd voor het TMV;
- het streven om op een effectieve en efficiënte manier betrouwbare en representatieve informatie te verschaffen;
- het streven de activiteiten uit te voeren binnen de randvoorwaarde van beschikbare middelen.

Deze uitgangspunten hebben geleid tot de volgende monitoringsstrategie:

- keuze voor bemonstering op zandgronden;
- keuze voor bemonstering onder bos- en heidegebied;
- voldoende meetlocaties zodat bevindingen representatief zijn voor geheel Nederland wat betreft locaties bos en heide op zandgrond met grondwater <5m-mv;
- monitoring beperkt tot grondwaterkwaliteit en kwalitatieve vegetatiekarakteristieken.
- keuze, bij de laboratoriumanalyses, voor een ruim pakket aan parameters, vergelijkbaar met de parameters die ook gebruikt worden bij de andere landelijke bodem- en grondwatermeetnetten.

Discussie

In de studie van Arcadis (2009) worden drie typen monitoringactiviteiten onderscheiden:

- obliged to know;
- need to know;
- nice to know.

De Arcadisstudie stelt:

- In de visie van DGM moet monitoring zich beperken tot de categorieën ‘obliged to know’ en ‘need to know’.
- In de formulering van de bestaande meetnetten beheerd door het RIVM is veelal niet aangegeven tot welk van de drie categorieën een meetnet behoort.
- Het TMV is niet gestoeld op een wettelijk verankerde noodzaak.
- De monitoringsactiviteiten van het TMV zijn grotendeels als ‘need to know’ aan te merken, vooral omdat informatie uit het TMV gebruikt wordt als input voor de KRW-rapportageverplichtingen, met name de karakterisering/artikel 5 rapportage (2004, 2013). Zie ook paragraaf 3.4.

De Arcadisstudie concludeert dat deze (TMV) gegevens dus ook in 2009 en latere jaren nodig zullen zijn. In de huidige situatie is echter nog onduidelijk welke specifieke rol het TMV verder gaat spelen bij de KRW.

Conclusies en aanbevelingen

De gekozen monitoringstrategie is effectief gebleken waar het gaat om het vaststellen van veranderingen in de grondwaterkwaliteit als gevolg van veranderingen in atmosferische depositie. Daarbij is de keuze voor bemonstering van grondwater onder natuurgebieden op zandgronden een goede en logische keuze geweest. Immers, de bodem en het grondwater onder natuurgebieden worden doorgaans door geen andere menselijke activiteit beïnvloed dan door atmosferische depositie. Vanuit hetzelfde oogpunt is de keuze voor zandgrond eveneens efficiënt en effectief, omdat, door de geringe bufferende capaciteit van zandgrond, effecten van een reductie in atmosferische depositie hier het snelst en duidelijkst meetbaar zijn.

Om te voldoen aan de TMV-doelstelling ‘beschrijven en verklaren van de kwaliteit en veranderingen in relatie met de milieudruk’ is het meetnet waarschijnlijk niet in alle gevallen adequaat, daar waar het gaat om het *verklaren* van waargenomen kwaliteit en relaties. Afhankelijk van de vraag, is het hiervoor nodig meer naar de proceskant van de interactie atmosferische depositie, processen in bodem en vegetatie en resulterende grondwaterkwaliteit te kijken.

Het meetnet biedt echter door zijn grote spreiding, het betrekkelijke grote aantal bemonsteringspunten en vooral door de lengte van de periode waarover metingen beschikbaar zijn, een belangrijke basis voor uiteenlopende vragen gerelateerd aan het verband tussen atmosferische depositie en de kwaliteit van het grondwater.

Met behulp van het meetnet is aangetoond dat het antiverzuringbeleid met betrekking tot atmosferische depositie effect heeft gehad. De resultaten van het meetnet zijn beschikbaar en bruikbaar om de effecten van toekomstige maatregelen op dit beleidsterrein in te schatten. Deze functie van het meetnet wordt versterkt door het SOR-project dat nu in uitvoering is (koppeling van de resultaten Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit met het TMV; zie paragraaf 4.5).

Het is wenselijk om naast de grondwaterkwaliteit ook aandacht te geven aan de kwaliteit van het bodemvocht onder de wortelzone en aan de mineralogische samenstelling van de bodem (zie Mol, 2002). Bemonstering van bodemvocht zou bovendien de mogelijkheid bieden om een groter deel van de natuurgebieden te bemonsteren; daar waar de grondwaterstand dieper is dan 5 m-mv. Voor deze opzet is tot nog toe niet gekozen uit kostenoverwegingen.

De bestaande doelstellingen van het TMV, zoals omschreven in 3.2, zijn niet voorgeschreven in wettelijke verplichtingen of gerelateerd aan specifieke beleidsdoelstellingen. Voor de toekomst zou het goed zijn de doelstellingen van het meetnet nader te preciseren, liefst in relatie tot beleid, en in samenhang met het andere monitoringwerk.

4.2 Uitvoeringsopzet van het TMV

4.2.1 Locatiekeuze: aantallen en plaats

Status

Het TMV beoogt een representatief beeld te geven van de effecten van verzuring op de grondwaterkwaliteit onder natuurgebieden op zandgrond. Representatief wordt hier in de zin gebruikt van: ‘een steekproef die de variatie van de populatie dekt’. Zowel de typische als de atypische, eigenaardige gevallen zijn geselecteerd (Knotters et al., 2009)

Locatiekeuze

Bij de opzet van het meetnet zijn uit praktische overwegingen de volgende beperkende uitgangspunten gekozen:

- bemonstering beperkt tot locaties waar het grondwater ondieper zit dan 5 m-mv;
- bemonsteringslocaties alleen op terreinen beheerd door de overheid; daarmee is de toegankelijkheid van de meetlocaties vereenvoudigd.

Aantal bemonsteringslocaties

Naar analogie met het LMB was het aanvankelijk de bedoeling om circa 200 bemonsteringslocaties op te nemen in het TMV. Van de aanvankelijke geselecteerde 193 locaties bleken uiteindelijk 168 locaties geschikt en toegankelijk voor bemonstering.

Discussie

Locatiekeuze

Door de keuze voor locaties met een ondiepe grondwaterspiegel wordt een deel van de natuurgebieden op de hogere zandgronden (zoals Veluwe en Utrechtse Heuvelrug en stuwwallen), niet in het bemonsteringsprogramma meegenomen. Hierdoor is het TMV niet representatief voor alle zandgronden in Nederland. Om in deze lacune te voorzien stelt Boumans et al. (2009) voor ‘om het meetnet naar deze gebieden uit te breiden en op een andere manier het meest recente neerslagoverschot te bemonsteren’. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door het bodemvocht te bemonsteren. Ook zou het diepere grondwater bemonsterd kunnen worden, hoewel dit diepere grondwater niet representatief is voor het onderzoek naar het ‘meest recente neerslagoverschot’. Bemonstering van grondwater op grotere diepte is aanzienlijk duurder dan ondiepe bemonstering, door de inzet van boorinstallatie in tegenstelling tot handboring. Beide methodes hebben als nadeel dat de kwaliteit van het water uit dit soort bemonstering niet zonder meer vergelijkbaar is met de kwaliteit van het ondiepe grondwater.

Aantal locaties

Het aantal geselecteerde bemonsteringslocaties is bescheiden vergeleken met het LMG (360 locaties) of het LMM (meer dan 600 locaties). Maar gezien de aard van het milieucompartiment dat bemonsterd wordt (grondwater *alleen* onder natuurgebied op zandgrond) en de aard van de beïnvloeding (regionale, langdurige effecten) is het gekozen aantal alleszins redelijk. In Boumans et al. (2004) is met statistische argumenten aangetoond dat het meetnet geschikt is om met een grote mate van betrouwbaarheid trendmatige veranderingen in nitraatconcentraties in grondwater te onderkennen.

Het totale areaal aan bos in Nederland in 2005 bedroeg circa 360.000 ha (bron: Planbureau voor de Leefomgeving, 2009), bijna 10% van het Nederlands landoppervlak. Hiervan staat circa 68% op zandgrond (Dirkse en Daamen, 2004 en 2006), wat overeenkomt met 245.000 ha. In het TMV zijn per ronde gemiddeld 155 bemonsteringslocaties bezocht, die elk een oppervlak van 25 ha vertegenwoordigen. Daarmee is circa 1,6% van het totale bosareaal op de zandgronden bemonsterd. De

steekproef vertegenwoordigt circa 85% van de bos- en heidegrond op zandgrond. De resterende 15% bestaat uit hogere zandgronden, die niet bemonsterd zijn.

Het aantal bospercelen in Nederland bedraagt 55.500 (bron: Planbureau voor de Leefomgeving, 2009). Hoeveel hiervan op zandgrond liggen is niet bekend. De meeste bosterreinen (83%) zijn kleiner dan 5 hectare.

De locaties van de bemonsteringspunten van het meetnet zijn gekozen met als criterium een gelijkmatige spreiding over de bos- en heidegebieden op zandgrond. (zie Figuur 3.1 en Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Areaal bos per provincie vergeleken met aantal TMV-meetlocaties

Provincie	Areaal Bos* [ha]	Areaal Bos [%]	Aantal Meetlocaties	% van Meetlocaties
Friesland	12.328	3,7	8	5,4
Groningen	6.764	2,0	2	1,4
Drenthe	32.145	9,7	40	27,0
Overijssel	36.539	11,1	14	9,5
Flevoland	16.895	5,1	4	2,7
Gelderland	96.365	29,2	16	10,8
Utrecht	20.214	6,1	5	3,4
Noord-Brabant	75.277	22,8	49	33,1
Limburg	33.761	10,2	10	6,8
Totaal	330.288	100	148	100

*Bron voor bosareaal: CBS/WUR/MNC/nov06 –Milieu- en NatuurCompendium

Uit dit overzicht blijkt dat, in verhouding tot het bosareaal, het aantal meetlocaties in de provincies Noord-Brabant en vooral Drenthe oververtegenwoordigd is. In Gelderland echter zijn relatief te weinig meetlocaties. Dit laatste is het gevolg van de grotere diepte van de grondwaterspiegel op de hoge gronden van de Veluwe. Als gevolg van de gekozen bemonsteringsmethodiek worden deze hoge gronden niet bemonsterd.

Conclusies en aanbevelingen

Locatiekeuze

De beperking van de locatiekeuze tot locaties met ondiepe grondwaterstand heeft naar verwachting geen invloed op de bevindingen van het meetnet wat betreft het achterhalen van de relatie ‘milieudruk – gemiddelde grondwaterkwaliteit’. Immers, op locaties waar de grondwaterspiegel diep is, zullen de effecten van de milieudruk op de kwaliteit van het grondwater waarschijnlijk minder snel en meer diffuus tot uiting komen. De bemonstering van ondiep grondwater biedt de meest directe en snelle procedure tot het detecteren van veranderingen in grondwaterkwaliteit.

Om het monitoringmeetnet een grotere representativiteit voor de Nederlandse situatie te geven, wordt aanbevolen om een groter aantal bemonsteringslocaties te kiezen in de natuurgebieden van vooral Gelderland, omdat daar TMV ondervertegenwoordigd is wegens de diepe grondwaterstand op de Veluwe. Hierbij kan gedacht worden aan 15 à 20 extra bemonsteringslocaties. Het extra aantal dient het resultaat te zijn van een nadere analyse.

Een verruiming van de bemonsteringsstrategie, zodat ook locaties met een diepere grondwaterstand en locaties niet beheerd door Staatsbosbeheer meegenomen worden, zou een aanzienlijke kostenverhoging met zich meebrengen.

Bij de beschikbaarheid van een ruimer budget kan, vanuit het oogpunt van het streven naar een landelijk beeld, overwogen worden om het meetnet uit te breiden naar andere grondsoorten.

Aantal locaties

Voor de huidige doelstellingen is het aantal bemonsteringslocaties van 150 à 160 adequaat. Door het relatief grote aantal bemonsteringslocaties, die zich beperken tot één hoofdgrondsoort, is het meetnet in hoge mate effectief bij het vaststellen en beschrijven van trendmatige veranderingen in de grondwaterkwaliteit in zandgronden.

4.2.2 Monsternamemethode

Status

Het aantal monsterpunten per bemonsteringslocatie is tien.

Grondwater wordt bemonsterd in open, met de hand geboorde gaten. Daarbij wordt met een Edelmanboor geboord tot circa 75 cm onder de grondwaterspiegel waarna een filterlans wordt geplaatst. Het grondwater wordt vervolgens met een slangenpomp opgepompt en gefilterd.

De bemonsteringswerkzaamheden van de laatste drie rondes worden uitbesteed; het werk wordt gecoördineerd door het RIVM.

Discussie

Om lokale factoren zoals ‘afstand tot de bosrand’, ‘type vegetatie’, ‘kroondichtheid’, ‘boomhoogte’, ‘vitaliteit’ te kunnen analyseren, is een aantal monsterpunten per locatie nodig. De tien monsterpunten per bemonsteringslocatie is gekozen uit praktische overwegingen.

Gemiddeld genomen kan een ploeg 2 locaties met ieder 10 meetpunten per dag bemonsteren. Drie locaties met minder bemonsteringspunten is minder goed haalbaar doordat de reistijd en de benodigde tijd voor in- en uitpakken, contact opnemen met de boswachter, etc. te veel toenemen.

De bemonsteringsprocedure sluit aan bij de procedures die gevolgd worden bij het LMM en LMB.

Conclusie en aanbevelingen

Met het oog op de selectiemethodiek (cellen van 500 x 500 m) en een monsterpunt-afstand van 50 m zijn 10 monsterpunten per bemonsteringslocatie een geschikt aantal.

Het TMV heeft punctueel gefunctioneerd wat betreft zijn bemonsteringswerkzaamheden.

Uitbesteding van werkzaamheden werkt optimaal als er niet al te lange hiaten zitten tussen de opeenvolgende monitoringrondes. Idealiter zou de veldbemonstering een jaarlijks weerkerende activiteit moeten zijn, met steeds dezelfde opdrachtnemer.

4.2.3 Bemonsteringsfrequentie

Discussie

Gedurende de afgelopen twintig jaar heeft de grondwaterbemonstering en gerelateerde analyses vier keer plaatsgevonden. De tussentijd tussen bemonsteringrondes was niet steeds gelijk; ook verschilde de duur van bemonsteringrondes. De tijd tussen opeenvolgende bemonsteringrondes was respectievelijk 11 à 12, 2 en 4 jaar. Ervan uitgaande dat de volgende bemonsteringsronde plaatsvindt tussen eind 2009 en begin 2011, bedraagt de gemiddelde bemonsteringsfrequentie eens per vier jaar.

Conclusies en aanbevelingen

Voor de beoogde doelstelling is de bemonsteringsfrequentie van eens per 4 jaar voldoende; maar meer regelmaat tussen opeenvolgende rondes is wenselijk.

De hoeveelheid informatie die verkregen wordt met een trendmeetnet als het TMV wordt eerder bepaald door het aantal meetpunten dan door een hoge meetfrequentie. Vanuit wetenschappelijk oogpunt gezien is een meetfrequentie van eens per vier, vijf of zes jaar voldoende om de toestand van de waterkwaliteit en eventuele trends te beschrijven. Een hogere frequentie wordt niet nodig geacht. In Boumans et al. (2009) wordt aanbevolen om de grondwaterbemonstering meer te spreiden:

‘Onbekende invloeden op de grondwaterkwaliteit, zoals de grondwaterstand, kunnen samengaan met invloeden die worden onderzocht. Om beide typen invloeden te ontwarren wordt aanbevolen om de grondwaterbemonstering meer te spreiden in de tijd. Gedacht kan worden om per winterhalfjaar 20% van de locaties te bemonsteren. De 20% locaties dienen goed ruimtelijk gespreid zijn over Nederland.’

Tegelijkertijd wordt aanbevolen om de monitoringfrequentie te synchroniseren met die van de rapportageverplichtingen in het kader van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, richtlijn 2000/60/EG). Dit wordt nader toegelicht in hoofdstuk 5.2 over de rol van het TMV in de toekomst.

4.2.4 Chemische analyses

Discussie

Het TMV heeft punctueel gefunctioneerd wat betreft zijn analysewerkzaamheden. Bij de keuze van het analysepakket zijn alle parameters meegenomen relevant voor de volledige beschrijving van de grondwaterkwaliteit. Dit impliceert dat niet alleen gekeken wordt naar parameters die direct het gevolg zijn van atmosferische depositie van verzurende stoffen. Ook de parameters waarvan het voorkomen (mogelijk) beïnvloed wordt door verzuring (zoals kationen en metalen) worden geanalyseerd.

Conclusies

Het pakket aan veld- en laboratoriumanalyses, beschreven in paragraaf 3.3., is een normaal pakket aan parameters om de kwaliteit van grondwater te karakteriseren. Het correspondeert ook met de parameters zoals geanalyseerd in het grondwater in het LMG, LMM en LMB. De laboratoriumanalyses vinden op een effectieve manier plaats.

4.2.5 Datavalidatie en databeheer

Status

Voor de laatste twee bemonsteringsrondes C en D is er binnen het RIVM sprake van vertraging in het proces van dataverificatie, dataopslag en het vrijgeven van de analyseresultaten voor evaluatie en verdere analyse. De analyseresultaten van de laatste bemonsteringsronde (oktober 2007- januari 2008) zijn bijvoorbeeld pas ten tijde van het opstellen van dit rapport (voorjaar 2009) beschikbaar gekomen.

Discussie

De vertraging geconstateerd in het proces van dataverificatie, -opslag en vrijgeven is het gevolg van de gebruikte procedures van dataverificatie, het medium van dataopslag zoals dat in gebruik is, en de prioriteit die het TMV geniet in vergelijking met andere meetnetten.

Op het ogenblik wordt er gewerkt aan het operationaliseren van een nieuw databasemanagement-systeem. De ingebruikname van dit systeem kan een bijdrage leveren aan het sneller verwerken, verifiëren en beschikbaar maken van de monitoringsinformatie.

Conclusie

Het proces van datavalidatie, opslag in database en het ter beschikking stellen van informatie aan geïnteresseerde gebruikers moet in de toekomst versneld worden (zie ook Annex 3).

4.3 Planning en kosten

Discussie

De planning voor het opereren van het TMV wordt in belangrijke mate bepaald door de korte planningshorizon van het meetnet. Er bestaat geen langetermijntoezegging van de kant van de overheid voor een langdurige continuering van de meetinspanning. Deze onzekerheid heeft onder andere tot gevolg dat samenwerking met andere monitoringmeetnetten alleen ad hoc plaatsvindt, terwijl een structurele samenwerking op zijn plaats is.

Conclusie en aanbevelingen

De kosten voor het opereren van het TMV, nu ruim € 300.000 per volledige bemonsteringsronde, zijn beperkt. Samenwerking met andere meetnetten zou kunnen leiden tot enige efficiencyverhoging in de uitvoeringskosten. Te verwachten valt dat daar extra kosten tegenover staan voor de benodigde tijd van overleg en coördinatie.

Aanbevolen wordt om aan te sluiten bij de rapportagecyclus van de KRW, in plaats van de huidige praktijk van onregelmatige bemonstering.

De meetnetbeheerder van het TMV binnen het RIVM moet de naamsbekendheid van het meetnet extern vergroten en de resultaten ervan gemakkelijker ter beschikking stellen van belanghebbenden. In dit verband, en met het oog op de afgenomen publieke en politieke belangstelling voor het thema verzuring, is het raadzaam de naam van het TMV te wijzigen. Opties voor een alternatieve naam zijn 'Trendmeetnet Grondwater onder Natuurgebieden' of 'Meetnet Effecten Atmosferische Depositie'.

4.4 Producten en resultaten van het TMV

Status

De gegevens die in 1989/1990 verzameld zijn, zijn diepgaand geanalyseerd en beschreven. De relevante rapporten staan vermeld in paragraaf 3.4.

Voor de gegevens uit de laatste drie rondes geldt dat in mindere mate. De analyseresultaten van de laatste bemonsteringsronde (oktober 2007-januari 2008) waren pas beschikbaar ten tijde van het opstellen van dit rapport (voorjaar 2009). Een analyse van de beschikbare gegevens uit de laatste drie bemonsteringsrondes heeft nog maar in beperkte mate plaatsgevonden.

De resultaten van de verschillende meetrondes worden gebruikt als basismateriaal bij het opstellen van de Milieubalans, een jaarlijks document dat dient als beleidsverantwoording door het Ministerie van VROM aan de Tweede Kamer. Daarnaast is informatie die door het meetnet is geproduceerd gebruikt bij het opstellen van bijvoorbeeld het ‘basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water’ (Meinardi en Van den Berg, 2008).

Discussie

Met het verdwijnen van de issues ‘verzuring’ en ‘zure regen’ uit het brandpunt van de belangstelling, lijkt ook de aandacht voor het TMV verslapt (zie ook Bijlage 3). Daarnaast vereist nationale en EU-regelgeving op het gebied van landbouwemissies een toenemende monitoringinspanning van de waterkwaliteit onder landbouwgebieden. Deze monitoring gerelateerd aan landbouwpraktijk geniet de laatste jaren een grotere interesse van de kant van publiek en politiek dan het fenomeen ‘verzuring’, ook al omdat er grote economische belangen op het spel staan wanneer het om emissies vanuit de landbouw gaat.

Een andere reden voor het niet up-to-date zijn van de TMV-rapportages is gelegen in reorganisaties binnen het RIVM, waarbij het Planbureau is afgesplitst, meetnetten getransfereerd zijn naar een ander instituut en taken overgenomen zijn door andere personen (zie ook Könemann et al., 2008).

Conclusies en aanbevelingen

De resultaten verkregen uit het TMV worden gebruikt, en zijn beschikbaar voor beleidsondersteuning. Omdat het meetnet niet gestoeld is op een wettelijk verankerde noodzaak, zijn er geen specifieke onderzoeks- of rapportageverplichtingen. Aanbevolen wordt om de outputverplichtingen voor de toekomst nader te specificeren.

De resultaten van de monitoringsinspanning van de eerste meetronde zijn maximaal geëxploiteerd. Die van de volgende meetrondes nog niet: daarvoor is geen opdracht gegeven. Prioriteit lag telkens bij de uitvoering, het verzamelen van de gegevens. Aanbevolen wordt dat het RIVM opdracht krijgt de monitoringresultaten van de afgelopen drie meetrondes nader te analyseren.

Tot op heden vindt geen integratie plaats tussen de resultaten van het TMV en die van andere meetnetten. Het verdient aanbeveling te bezien voor welke meetnetten zo’n integratie wenselijk en mogelijk is (zie ook Bijlage 3).

4.5 Relevantie en meerwaarde van het TMV

Status

Het TMV is het enige landdekkende monitoringmeetnet in Nederland dat specifiek informatie geeft over de effecten van (veranderingen in) atmosferische depositie op de kwaliteit van het grondwater. Geen van de andere bestaande meetnetten zou deze functie kunnen overnemen.

Daarnaast zijn de monitoringgegevens van het TMV gebruikt in het Basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water (Meinardi en van den Berg, 2008). Dit document omvat de zogenaamde ‘at risk’-bepaling conform artikel 5 van de KRW.

Discussie

Hier volgen enkele karakteristieken die het meetnet waardevol maken:

- Het meetnet is landdekkend.
- Er bestaat een tijdreeks van waarnemingen over een periode van 20 jaar.
- Doordat op zandgrond gemonitord wordt kunnen mogelijke effecten op de grondwaterkwaliteit snel waargenomen worden.
- De keuze voor bos en natuurgebieden biedt de beste mogelijkheid om de effecten van atmosferische depositie te detecteren.

Ter ondersteuning van het overheidsbeleid, vormen de resultaten van het TMV een belangrijke bron van informatie voor:

- de analyse van de *Effecten van maatregelen* ter beperking van atmosferische emissies (gerealiseerd);
- het ex-ante evalueren van effecten op het grondwater van toekomstige maatregelen in het kader van het beleid inzake ‘verzuring en grootschalige luchtverontreiniging’;
- de artikel 5-rapportage voor de Kaderrichtlijn Water (2004, 2013). Daarnaast wordt overwogen wordt om gegevens uit het TMV in de toekomst ook voor de beoordeling van de toestand in de Stroomgebiedsbeheerspannen te gebruiken.

Naast deze beleidsondersteunende functies kunnen de resultaten van het TMV een waardevolle bijdrage leveren of basis vormen voor:

- Het onderzoek naar processen in de bodem die samen met vegetatie bepalend zijn voor de relatie tussen atmosferische depositie enerzijds en bodemkwaliteit en grondwaterkwaliteit anderzijds;
- Het bestuderen van de relatie tussen kwaliteit van het (ondiepe) grondwater aan de ene kant, en vegetatiekarakteristieken, omringend landgebruik, bodemprocessen anderzijds. Deze relaties zijn maar gedeeltelijk bekend. De informatie die het TMV biedt is tot nu toe onvoldoende benut.
- Het onderbouwen van effecten op vitaliteit van natuurgebieden (bos en heidevelden) als functie van veranderende atmosferische emissies.

De waarde van het TMV groeit alleen maar in de tijd. Zoals de naam aangeeft, gaat het hier om een ‘TrendMeetnet’; trends kunnen beter onderkend en begrepen worden, naarmate er over een langere periode gemeten wordt.

In het rapport van de wetenschappelijke internationale audit stellen Könemann et al. (2008) ten aanzien van het TMV:

‘The audit panel finds that the LLM and TMV programmes are fit for their purposes, **and that the TMV is a visionary programme, where the respect for long term changes are the base of the setup.** Future changes due to EU directives can though be expected.’

Momenteel loopt een 4-jarig SOR⁴-project waarbij de resultaten van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit en van het TMV gekoppeld worden. In het SOR-project wordt nagegaan, met behulp van locatie-specifieke depositieschattingen, bos- en bosbodemeigenschappen, en waargenomen uitspoeling of het mogelijk is een landsdekkend beeld te krijgen van nitraatuitspoeling onder natuurgebieden. In de eerste fase van dit project is een bos-bosbodemmodel geselecteerd, zijn wenselijke aanpassingen aan dat model geformuleerd en is de benodigde databehoefte in beeld gebracht (Bonten et al., 2009). De volgende fasen bestaan uit aanpassing van het bestaande model, het verzamelen van de ontbrekende data, inclusief de locatie-specifieke depositieschattingen, en calibratie en validatie van het model. In deze fase zijn de TMV-gegevens van cruciaal belang. Als laatste fase zijn scenarioberekeningen voorzien zoals het effect van verdergaande vermindering van depositie op de kwaliteit van het grondwater onder natuurgebieden.

⁴ SOR staat voor Strategisch Onderzoek RIVM en wordt uitgevoerd in opdracht van de DG RIVM.

In dit SOR-project wordt ook een LAD (leaching assessment device) ontwikkeld dat de mogelijkheid moet gaan bieden ook de drogere bos- en natuurlocaties te bemonsteren.

Conclusies

Het TMV is het meetnet dat het meest direct de effecten op de grondkwaliteit als gevolg van verandering in atmosferische depositie van verontreinigende (met name verzurende) stoffen kan aantonen.

De resultaten van het TMV hebben aangetoond dat het Nederlandse mest- en emissiebeleid geleid hebben tot een verbetering van de grondwaterkwaliteit onder bos en natuurgebieden op de Nederlandse zandgronden (Boumans et al., 2009). Deze verbetering komt tot uiting in de verlaging van de nitraat- en sulfaatconcentraties, en de concentraties aan verschillende zware metalen.

Binnen beleidsadviserende kaders vindt op dit moment overleg plaats hoe de grondwatermonitoring voor de Kaderrichtlijn Water verder ingericht moet gaan worden.

De continuering van de monitoringinspanning binnen het TMV blijft van belang om de effecten van maatregelen genomen in het kader van het beleidsthema 'Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging' aan te tonen. De constatering dat het gevoerde mest- en emissiebeleid geleid heeft tot een verbetering van de grondwaterkwaliteit zou zonder de resultaten van het TMV niet met zoveel stelligheid mogelijk zijn geweest.

De resultaten van het monitoringprogramma kunnen in veel gevallen ook gebruikt worden als basis om effecten en effectiviteit van voorgenomen maatregelen te voorspellen.

4.6 Mogelijkheid tot synergie met andere meetnetten

Volgens een studie uitgevoerd door Arcadis (2009) zijn er twee soorten synergiemogelijkheden tussen de verschillende meetnetten: vergroting van doelmatigheid (bij (gedeeltelijke) overlap), en complementariteit: gecombineerde informatie levert meer dan de som der delen.

De mogelijkheden tot synergie tussen de door het RIVM beheerde meetnetten is beperkt. In de huidige situatie vindt al afstemming en combinatie van werkzaamheden plaats. Wel stelt het Arcadis-rapport dat er meer mogelijkheden tot synergie te behalen zijn in de samenwerking tussen landelijke meetnetten en die van derden (vooral provincies).

Een belangrijke constatering in het rapport is dat door de meetnetten beter op elkaar aan te sluiten, stoffen als het ware door de systemen heen gevolgd kunnen worden. De verwachting is dat 'de behoefte aan integrale systeeminformatie in de toekomst zal toenemen'.

Het TMV heeft een minimale overlap met de monitoringinspanning door de provincies (Loos en Zwart, 2008). Integratie van provinciale monitoring en landelijke monitoring op het terrein van verzuring, leidt wel tot betere spreiding van kennis, maar levert financieel waarschijnlijk niet of nauwelijks winst op omdat de locaties verschillen.

Een nauwere samenwerking tussen het TMV en een deel van het LMB (locaties in natuurgebieden) biedt wel kans op een verhoogde efficiëntie en bredere kennisbasis.

In algemene zin kan gesteld worden dat afstemming en integratie tussen alle in Nederland opererende milieumeetnetten wenselijk is. Vrijwel alle monitoringinspanningen zijn op sectorale basis ingericht en opgestart. Integratie en afstemming, binnen een geïntegreerde benadering van de verschillende milieucompartimenten kan de basis zijn voor een zekerder, lange termijn milieumonitoring. Naast integratie op nationaal niveau zou koppeling met Europese meetnetten de duurzaamheid van de milieumonitoring ten goede komen.

4.7 Conclusies

Zonder restrictie kan gesteld worden dat het TMV voldoet aan de eerste doelstelling als omschreven in paragraaf 1.1 en 3.2: het vaststellen van veranderingen in grondwaterkwaliteit van natuurgebieden (bos en heide) op zandgrond. De enige beperking die hierbij geldt, is dat het meetnet niet de gebieden meeneemt waar de grondwaterstand op meer dan 5 m-mv ligt.

Door de bemonstering in 1989 en 1990 en de daarop volgende analyses is aanzienlijk inzicht verkregen aangaande de verzuringtoestand van het grondwater onder Nederlandse natuurgebieden (bos en heidevelden). De recentere bemonsteringen en analyses geven een beeld van de effecten van emissiereducerende maatregelen op de kwaliteit van het ‘natuurlijke’ grondwater. De mechanismen verantwoordelijk voor deze effecten dienen nog nader onderzocht te worden.

Het meetnet verschaft beperkt inzicht in het tweede deel van de tweede doelstelling als omschreven in paragraaf 1.1 en 3.2: het beschrijven en *verklaren* van de kwaliteit en de veranderingen in relatie met milieudruk (atmosferische emissies) en beleidsmaatregelen. Om dat te bereiken is ook kennis en analyse nodig van de processen die plaats hebben in de onverzadigde zone. Naast onderzoek naar de interactie tussen vegetatie en bodem, (monitoring van) de mineralogische samenstelling van de vaste fase van de bodem, de kwaliteit van het bodemvocht en de ontwikkeling van de strooisellaag dienen deze processen ook in een conceptueel model gegoten te worden als functie van de verschillende fysische, chemische en biologische randvoorwaarden. Deze aspecten zijn onderdeel van het in paragraaf 4.5 genoemde SOR-project.

De meerwaarde van het TMV in vergelijking met andere monitoringsinspanningen is gelegen in het feit dat dit meetnet een zo direct mogelijke link legt tussen luchtverontreiniging en de daaruit voortvloeiende atmosferische depositie enerzijds en grondwaterkwaliteit anderzijds.

5 Rol van het TMV in de toekomst

5.1 Continuering TMV op basis van huidige doelstellingen

De oorspronkelijke redenen waarom het TMV is opgezet zijn nog steeds relevant. Met voortzetting van de monitoringinspanning wint het meetnet alleen maar aan waarde. Weliswaar heeft het beleid, nationaal en internationaal, gericht op het terugdringen van emissies met verzurende stoffen al geressorteed in aanzienlijke effecten. De effecten zijn het grootst op het terrein van de emissie en depositie van zwaveloxiden. Verzuring als gevolg van stikstof emissies en depositie gaat nog steeds door, zij het in een verminderde intensiteit vergeleken met de jaren tachtig.

Om die reden is het nog steeds zinnig om de effecten van verzuring op het milieu, waaronder het ondiepe grondwater onder natuurgebieden te blijven volgen.

In het NMP4 komt tot uiting dat het probleem van atmosferische emissies nog niet volledig is opgelost:

‘... de *luchtverontreiniging* had begin jaren zeventig ernstige vormen aangenomen. Zwaveldioxide, stof, stikstofoxiden, koolmonoxide, koolwaterstoffen en loodverbindingen veroorzaakten soms acute problemen voor de volksgezondheid.

Enkele van deze emissies zijn inmiddels grotendeels beheersbaar geworden, maar fijn stof, NO_x en smog zijn nog steeds een probleem.’

Bij de voorbereiding van het NMP4 heeft het CPB het milieubeleid van de overheid op een aantal aspecten (waaronder de NO_x-uitstoot van het verkeer en het mestvraagstuk) geëvalueerd. Twee constatering uit deze evaluatie waren (CPB, 2000):

- De belangrijkste valkuil voor het milieubeleid is het formuleren van doelstellingen zonder dat duidelijk is hoe de doelen gerealiseerd kunnen worden en *wat de consequenties zijn*.
- Een afweging van kosten en baten is belangrijk. Milieudoelstellingen worden vaak geformuleerd als emissiedoelstellingen, maar wat de *milieubaten* zijn (bijvoorbeeld in termen van kwaliteit van de leefomgeving) wordt *meestal niet benoemd*.

Het TMV biedt informatie om bovenstaande lacunes in het milieubeleid beter in te vullen. Daarom zijn de oorspronkelijke doelstellingen van het meetnet nog steeds actueel en relevant:

- Het vaststellen van veranderingen in grondwaterkwaliteit van natuurgebieden (bos en heide) op zandgrond.
- Het beschrijven en verklaren van de kwaliteit en de veranderingen hierin, in relatie tot milieudruk (atmosferische emissies) en beleidsmaatregelen.

In paragraaf 2.3.2 is aangegeven dat na 2010 verdergaande emissiereducties nodig zijn om de gewenste bescherming van natuurgebieden te waarborgen. Met name stikstofemissies en -deposities spelen daarbij een cruciale rol. Monitoring van de effecten op natuurgebieden blijft daarbij een belangrijk hulpmiddel om het ingezette beleid te onderbouwen en te evalueren. TMV levert daarbij informatie over onder meer de uitspoeling van nitraat en andere verzuringsrelevante componenten zoals aluminium.

5.2 TMV en de Kaderrichtlijn Water

5.2.1 Inleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW, richtlijn 2000/60/EG) gaat over de kwaliteit en de kwantiteit van het water. De KRW stelt doelen voor een goede ecologische en chemische toestand van het oppervlaktewater en een goede chemische en kwantitatieve toestand van grondwater in 2015. Het oppervlaktewater moet ruimte bieden aan een gevarieerde planten- en dierenwereld met een natuurlijke inrichting. Verontreiniging van grondwater moet zo veel mogelijk beperkt of voorkomen worden. Ook moet de grondwatervoorraad stabiel zijn en natuurgebieden mogen niet verdrogen door een te lage grondwaterstand. De doelstellingen moeten in 2015 zijn gehaald.

Om te komen tot een goede invulling van de KRW en de Grondwaterrichtlijn (GWR, richtlijn 2006/118/EG) zijn een aantal belangrijke stappen reeds genomen. Zo is Nederland ingedeeld in zeven (deel)stroomgebieden: Eems, Rijn Noord, Rijn Midden, Rijn Oost, Rijn West, Maas en Schelde en in 23 grondwaterlichamen. Ook is in 2004 een 'at risk'-bepaling uitgevoerd (Meinardi en van den Berg, 2008). Dit is een karakterisering van de grondwaterlichamen, waarbij vooruit wordt gekeken en een inschatting wordt gemaakt van de toestand van de grondwaterlichamen in 2015. Indien verwacht wordt dat een grondwaterlichaam de goede toestand zal hebben in 2015, dan is het niet 'at risk' en wordt surveillance monitoring uitgevoerd, waarbij in Nederland ieder KRW-meetpunt elke drie jaar wordt bemonsterd (afsprake Workshop Draaiboek Monitoring, 12 mei 2009). Indien verwacht wordt dat het grondwater in 2015 niet een goede toestand zal hebben, wordt een grondwaterlichaam 'at risk' verklaard. Er dient dan jaarlijks operationele monitoring uitgevoerd te worden. De at risk-bepaling wordt beschreven en toegelicht in de zogenaamde artikel 5-rapportage aan de EU. In 2004 zijn waarnemingen uit onder andere het TMV gebruikt om karakterisering van het grondwater in te schatten. In 2013 zal overeenkomstig artikel 5 van de KRW opnieuw een 'at risk'-bepaling uitgevoerd worden.

Naast de artikel 5-rapportage in 2004, is in 2008/2009 de beoordeling van de toestand van de grondwaterlichamen uitgevoerd. Deze is gerapporteerd in de zogenaamde Stroomgebieds-beheersplannen. De beoordeling van de toestand dient conform de KRW in 2014/2015 opnieuw uitgevoerd en gerapporteerd te worden.

Het TMV kan in de toekomst twee KRW-doelen dienen: de 'at risk'-rapportage en/of de toestandsbepaling (Stroomgebiedsbeheersplannen). De keuze voor de te volgen bemonsterings-frequentie (zie ook paragraaf 4.2.3) hangt af van het doel dat uiteindelijk gekozen wordt.

5.2.2 TMV en artikel 5-rapportage 2013/2019

In 2013 zal opnieuw een 'at risk'-bepaling uitgevoerd moeten worden voor de KRW. Dan kunnen de grondwatermonitoringgegevens van het TMV opnieuw van nut zijn: deze zijn qua locaties (natuur) een aanvulling op het LMM en LMB, die zich met name richten op landbouwgebieden. Gezamenlijk kunnen de meetnetten bijdragen aan de 'at risk'-bepaling met betrekking tot de bovenste meters van het grondwater.

Dit zou kunnen door in de winter 2009/2010 en 2010/2011 elk 50% van de locaties te bemonsteren. Na chemische analyses en datavalidatie zullen de gegevens dan omstreeks begin 2012 beschikbaar zijn voor de voorbereidende werkzaamheden van de artikel 5-rapportage. Voor de ‘at risk’-bepaling van 2019 zou, conform het advies van Boumans et al.(2009), zie paragraaf 4.2.3, de monitoringsfrequentie verlaagd kunnen worden naar 20% van de locaties per jaar. Dit zal ruwweg leiden tot halvering van de kosten op jaarbasis.

5.2.3 TMV en beoordeling toestand 2015

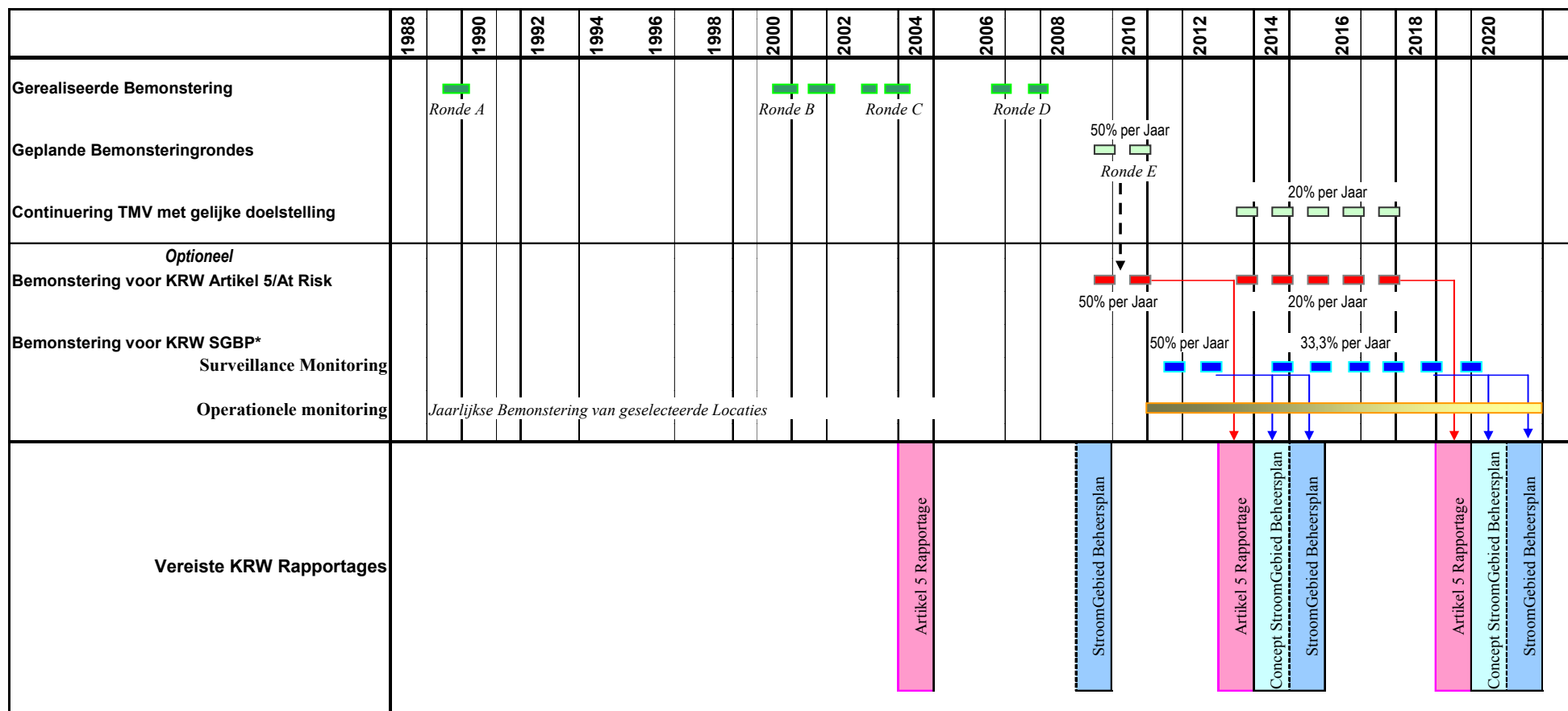
Binnen de KRW is voor grondwater sprake van surveillance monitoring en operationele monitoring. Samen vormen ze het KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit (KMG). Een belangrijk doel waarvoor de data van surveillance en operationele monitoring worden gebruikt, is de beoordeling van de chemische toestand (zesjaarlijks: in 2009, 2015, etc.). Daarnaast worden operationele monitoringgegevens gebruikt om het effect van genomen maatregelen te analyseren. Onder een goede chemische toestand wordt verstaan dat er geen significante vermindering van de ecologische of chemische kwaliteit van die waterlichamen optreedt of significante schade wordt toegebracht aan grondwaterafhankelijke ecosystemen.

Vanuit verschillende diepten stroomt grondwater naar oppervlaktewater. In de huidige opzet wordt voor de toestandbepaling uitsluitend gebruikgemaakt van putten op 10 en 25 m diepte. Diverse studies laten echter zien dat een aanzienlijk deel van de belasting van het oppervlaktewater afkomstig kan zijn van het bovenste grondwater. In Wattel-Koekkoeck et al. (2009, in press) wordt daarom aanbevolen om bij de bepaling van de chemische toestand, afhankelijk van de hydrologische situatie (het zogenaamde conceptuele model) ook grondwaterkwaliteitgegevens uit de bovenste paar meter te betrekken. Deze aanbeveling geldt zowel voor surveillance als voor operationele monitoring. Een extra reden om operationele monitoring uit te breiden naar de bovenste paar meter van het grondwater, is dat effecten van milieumaatregelen dan eerder onderzocht kunnen worden. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van bestaande meetnetten in het bovenste grondwater zoals het TMV. Nader onderzoek is dan gewenst om na te gaan hoe de doelstellingen en strategie van een eventueel meetnet in het bovenste grondwater afgestemd kunnen worden met de enigszins wisselende meetstrategieën van de bestaande meetnetten in het freatisch grondwater (LMM, LMB, provinciale meetnetten, TMV).

In 2015 zal opnieuw de toestand beoordeeld worden. Hiervoor zal in 2014 een concept-Stroomgebieds-beheersplan opgesteld worden. Welke rol het TMV zal spelen is op dit moment (november 2009) nog niet volledig bekend. Mogelijk zal een deel van de meetpunten uit het TMV te gebruiken voor ‘Deel 2’ van de ‘procedure voor het beoordelen van de chemische toestand van grondwater-lichamen’ (Zijp et al., 2008). ‘Deel 2’ omvat stappen die gezet worden indien blijkt dat de chemische toestand van een grondwaterlichaam niet goed is. Een selectie van meetpunten kan dan aangewend worden om te testen of er een impact van het grondwater op het oppervlaktewater, dan wel op terrestrische ecosystemen is. De uiteindelijke beslissing over de rol van TMV-meetpunten is bepalend voor de uiteindelijke frequentie. Indien (een deel van) het TMV onderdeel wordt van surveillance monitoring, dan is het aan te bevelen telkens twee achtereenvolgende jaren elk 50% van de geselecteerde locaties te bezoeken en het derde jaar te gebruiken als rapportagejaar. Voor de Stroomgebiedsbeheersplannen in 2015 dienen, ter voorbereiding van de rapportage de monitoringgegevens begin 2014 beschikbaar te zijn. Dit wil zeggen dat uiterlijk winter 2012/2013 de laatste bemonsteringen plaats moeten vinden. Om tot een complete dataset te komen zou 50% van de locaties in winter 2011/2012 en 50% in winter 2012/2013 bemonsterd kunnen worden. Indien het TMV gebruikt gaat worden voor operationele monitoring, dienen de locaties, conform de KRW, jaarlijks bemonsterd te worden.

5.2.4 Opties voor toekomstige TMV monitoringfrequentie

In Figuur 5.1 is schematisch weergegeven de in het verleden uitgevoerde bemonstering, de huidige planning, en opties voor een aangepaste monitoringsfrequentie om aan te sluiten bij de rapportageverplichtingen voor de KRW. De uiteindelijke bemonsteringsfrequentie zal bepaald moeten worden door keuzes voor welke doeleinden het meetnet gebruikt zal worden. Bemonstering voor de artikel 5-rapportage ('at risk'-bepaling), met een jaarlijkse bemonstering van 20% de meetlocaties past zeer wel bij een bemonsteringsschema in het kader van 'continuering van huidige TMV-doelstellingen'.



* StroomGebied BeheersPlan

Figuur 5.1 Schematische weergave van TMV-bemonsteringsschema. Opties voor toekomstige monitoringsfrequentie aangepast aan KRW-rapportage-eisen

5.3 Synergie met andere monitoringmeetnetten

In het rapport van Loos en Zwart (2008) is geëvalueerd wat de meerwaarde zou kunnen zijn van een verdergaande samenwerking tussen Rijk en provincies op het gebied van bodem- en grondwater-kwaliteitsmeetnetten. Geconcludeerd wordt dat de meerwaarde gevonden kan worden op drie vlakken: harmonisatie, efficiëntie en transparantie. Met betrekking tot efficiëntie is de conclusie:

‘Het beeld dat tijdens het opstellen van de rapportage is ontstaan, is dat de overheid op tal van plaatsen vergelijkbare werkzaamheden uitvoert of laat uitvoeren zonder dat er veel oog is voor concrete samenwerking of voor het zo efficiënt mogelijk benutten van publieke middelen. Door een samenwerking aan te gaan wordt aantoonbaar en zichtbaar dat de monitoringinspanningen in Nederland op een gecoördineerde en efficiënte manier plaats vinden. Eveneens treedt er geen ‘dataverlies’ meer op, want alle gegenereerde data kunnen gezamenlijk gebruikt worden.’

In het rapport worden drie scenario’s geformuleerd om tot betere samenwerking te komen:

- Scenario 1: huidige werkwijze in stand houden;
- Scenario 2: het RIVM als kennisintegrerende organisatie;
- Scenario 3: oprichting van een monitoringsautoriteit.

De conclusie wordt getrokken dat:

‘... het voor de hand ligt om deze monitoring onder de verantwoordelijkheid van één instantie te laten uitvoeren, als het doel is dat de in Nederland vergaarde monitoringsdata op het gebied van bodem- en grondwaterkwaliteit als één dataset gebruikt kunnen worden. Andere wijzen van organiseren kunnen wel voordelen opleveren, maar zullen op het gebied van de harmonisatie van de data te weinig resultaat opleveren.’

Maar ook binnen de meetnetten van het RIVM is het zinnig te bezien welke integratie en synergie er mogelijk is. Het LMB bijvoorbeeld opereert in dezelfde fysieke ruimte als enerzijds het TMV (natuurgebieden) als het LMM (landbouwgebieden); zie ook Figuur 2.8. Door, daar waar mogelijk, de meetnetten beter te integreren, moet het mogelijk zijn efficiënter te werken, maar ook om synergie-effecten te bereiken. De synergie die nu bestaat tussen het meetnet Bobi en LMB (paragraaf 2.3.3) kan versterkt worden door coördinatie en afstemming met het TMV.

De conclusie is gerechtvaardigd dat er winst in de efficiency te behalen valt, met name wat betreft de informatiewinning, door een betere afstemming van landelijke meetnetten onderling, als tussen de meetnetten van provincie en de landelijke meetnetten.

5.4 Ondersteuning van ecologische monitoringmeetnetten

Er bestaan in Nederland meetnetten gericht op monitoring van biotische aspecten van het milieu. In paragraaf 2.3.3 wordt hieraan gerefereerd. Het Netwerk Ecologische Monitoring (NEM) en in het bijzonder het hieronder vallende Landelijk Meetnet Flora, Milieu- en Natuurkwaliteit (LMF M&N) richten zich op het monitoren van veranderingen in de vegetatie, met als doel de waargenomen veranderingen te interpreteren in het licht van veranderingen in het abiotische milieu (Dobben en Wegman, 2008). Ook de Europese ICP Level I en Level II monitoringmeetnetten zijn in Nederland

actief. Het meetnet Bobi wordt door het RIVM geëxploiteerd. Om tot een betere afstemming tussen de verschillende meetnetten te komen zijn de volgende stappen noodzakelijk:

- onderzoek naar overlap van huidige bemonsteringslocaties tussen TMV enerzijds, en LMB/Bobi anderzijds;
- onderzoek naar mogelijke samenwerking, c.q. integratie tussen de verschillende meetnetten;
- plannen van periodiek overleg tussen de meetnetbeheerders en informatie-uitwisseling over voorgenomen activiteiten.

De resultaten van dit soort meetnetten zouden een belangrijke wetenschappelijke ondersteuning van het TMV kunnen ondervinden, wanneer de in het TMV waargenomen omgevingskwaliteit meegenomen wordt in de analyse van de biotische aspecten. Door combineren van de informatie van verschillende meetnetten valt de kennisbasis, gebruikt om de monitoringdata te interpreteren, te vergroten/verbreden.

De kennis die verkregen kan worden door het koppelen van de resultaten van andersoortige meetnetten is in de eerste plaats in wetenschappelijk opzicht interessant. Maar in het verlengde daarvan kan dit soort kennis dienen voor het gericht inzetten en optimaliseren van monitoringsinspanningen.

Nederland kent verder 162 natuurgebieden met de status van Natura 2000-gebied. In het kader van het beheer van deze gebieden is er een monitoringverplichting. Het TMV kan informatie leveren met betrekking tot de abiotische randvoorwaarden in dergelijke gebieden. Van de 150 à 160 TMV-monitoringslocaties liggen er 40 in of binnen een straal van 500 m van een Natura 2000-gebied. In Figuur 5.2 staan de TMV-locaties aangegeven die in (of zeer nabij) een Natura 2000-gebied liggen.

Tot op heden heeft het TMV nog geen rol gespeeld in de monitoringbehoefte van de Natura 2000-gebieden. De mogelijkheden zijn echter duidelijk aanwezig.

Tijdens een in 2008 in Turkije gehouden workshop, georganiseerd door COST (European Cooperation in Science and Technology), zijn aanbevelingen geformuleerd om te komen tot meer integratie tussen onderzoek naar bos-ecosystemen aan de ene kant en monitoring en modellenwerk anderzijds (<http://www.costforest2008.org/>).

In het recente verleden heeft Alterra verschillende studies verricht op het vlak van de relatie tussen abiotische en biotische omgevingsfactoren (Wamelink et al., 2009; Dobben et al., 2008; Kemmers et al., 2007; Leeters et al., 2007 en De Vries et al., 2007). In geen van deze Nederlandse onderzoeken is informatie uit het TMV gebruikt. Uit deze beperkte inventarisatie blijkt dat er aanzienlijke inspanningen verricht worden om de relatie tussen abiotische omgevingsfactoren en ecologie beter te beschrijven en begrijpen. Het TMV kan hierbij een zeer bruikbare rol spelen. Geconcludeerd kan worden dat het TMV onvoldoende bekendheid geniet.

Overzicht TMV-locaties binnen 500 meter afstand van Natura2000-gebieden

Legenda

● TMV locaties <= 500m van Natura2000

■ Natura2000-gebieden



0 25 50 100 Kilometers
Bron Natura 2000-gebieden, Alterra, versie 09-2008

rivm

Figuur 5.2 Ligging van TMV-locaties (circa 40), gelegen in of nabij Natura 2000-gebieden.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Het TMV vormt een effectief instrument om de effecten van veranderingen in atmosferische depositie op de grondwaterkwaliteit te volgen en te kwantificeren. Met behulp van het meetnet is aangetoond dat het antiverzursingsbeleid met betrekking tot atmosferische depositie een positief effect heeft gehad op de grondwaterkwaliteit.

Ook al is de depositie van SO_x, NO_x en NH₃ afgenomen gedurende de laatste twintig jaar, de verzurende werking van vooral stikstofverbindingen is nog steeds werkzaam. Er komt meer stikstof in de grond dan de hoeveelheid die door planten opgenomen kan worden. Vanuit dat oogpunt is voortzetting van het TMV nog steeds raadzaam.

Vanuit het oogpunt van efficiëntie, transparantie en optimalisering van meetgegevens beschikbaar te maken, is een afstemming tussen de landelijke bodem en grondwater meetnetten onderling gewenst. Dat geldt ook voor de relatie en interactie tussen landelijke en provinciale meetnetten. Een ander argument voor meer afstemming is dat op die manier ‘stoffen als het ware door de systemen heen gevolgd kunnen worden. De verwachting is dat de behoefte aan integrale systeeminformatie in de toekomst zal toenemen’ (Arcadis, 2009).

De analyse en presentatie van de resultaten van het TMV over de laatste drie bemonsteringsrondes is achtergebleven bij wat verwacht mag worden, gezien de schat aan gegevens die verzameld is. Hetzelfde kan gesteld worden met betrekking tot de raadpleging van het meetnet door derden. De informatie die beschikbaar is gekomen in het TMV wordt onvoldoende geëxploiteerd door externe onderzoekspartijen.

Het TMV kan een bijdrage gaan leveren aan de monitoringverplichtingen in het kader van de KRW.

De huidige inrichting van het TMV is adequaat voor het doel waarvoor het meetnet is opgericht. Aanpassingen zijn nodig in bemonsteringsfrequentie wanneer (punten uit) het meetnet deel gaan uitmaken van het KRW-monitoringmeetnet.

Continuering van het TMV is behalve voor het doel van ‘ex-post’ en ‘ex-ante’ evaluatie van overheidsbeleid op het gebied van grootschalige luchtverontreiniging en verzuring van belang gezien de ‘(voor)zorgplicht’ die de overheid heeft voor het milieucompartiment grondwater. Het TMV heeft een ‘thermometerfunctie’ die het mogelijk maakt in een vroeg stadium onverwachte, c.q. ongewenste ontwikkelingen in de kwaliteit van het grondwater te herkennen en onderkennen. Deze thermometerfunctie is van belang gezien de functie die (ondiep) grondwater heeft als voedingsbron voor drinkwater (gewonnen uit grondwater), en voor de ecologische functies gerelateerd aan (ondiep) grondwater.

6.2 Aanbevelingen

In het kader van de rol die het TMV speelt voor beleidsvorming en -ondersteuning zijn de volgende aanbevelingen geformuleerd:

- Continuering van het TMV met focus op de beleidsvelden ‘verzuring en grootschalige luchtverontreiniging’ en ‘grondwaterkwaliteit’ (KRW).
- Het verdient aanbeveling om actiever interactie te zoeken met meetnetten werkzaam op het terrein van het monitoren van de biotische componenten van de natuur. Hierdoor kan het nut en gebruik van de TMV-resultaten vergroot worden. Overwogen kan worden om zo nodig het TMV op punten aan te passen om beter aan te sluiten bij de behoeften van zulke meetnetten.
- Binnen de landelijke meetnetten die zich bezighouden met bodem en grondwater, verdient het aanbeveling te komen tot een maximale afstemming en integratie van de meetnetten.
 - Zo is het wellicht zinnig om bemonstering van het LMB in natuurgebieden te combineren met het TMV. Deze integratie zou kunnen leiden tot een meetnet natuurgebieden.
 - Hieraan parallel zou bekeken kunnen worden of de meetlocaties van het LMB op landbouwgronden, of althans de bemonsteringsactiviteit, gecombineerd kan worden met de meetinspanningen binnen het LMM.
- Gezien de afgenomen publieke en politieke interesse in het thema verzuring verdient het aanbeveling de naam van het TMV te wijzigen. Mogelijke opties voor een nieuwe naam zijn bijvoorbeeld ‘Trendmeetnet Grondwater onder Natuurgebieden’ of ‘Meetnet Effecten Atmosferische Depositie’.

Daarnaast zijn er aanbevelingen van meer technische aard:

- TMV kan in 2013 evenals in 2004 bijdragen aan de artikel 5-rapportage voor de KRW. Dit zou kunnen door in de winter 2009/2010 en 2010/2011 elk 50% van de locaties te bemonsteren. Na chemische analyses en datavalidatie zullen de gegevens dan omstreeks begin 2012 beschikbaar zijn voor de voorbereidende werkzaamheden van de artikel 5-rapportage (zie ook Figuur 5.1).
- Indien (een deel van) het TMV gebruikt gaat worden voor de toestandsbepaling van 2015, zouden om tot een complete dataset te komen 50% van de locaties in winter 2011/2012 en 50% in winter 2012/2013 bemonsterd kunnen worden, zodat de gegevens begin 2014 beschikbaar zijn ten behoeve van de concept stroomgebiedsbeheersplannen van 2014 (zie ook Figuur 5.1).
- Om binnen het TMV ook informatie te verkrijgen over de evolutie van de grondwaterkwaliteit (van water dat uit de wortelzone spoelt) onder de hogere zandgronden (dat nu niet bemonsterd wordt), wordt aanbevolen om op een aantal locaties op de hogere zandgronden (bij voorkeur locaties die al geselecteerd zijn in het LMG) het bodemvocht te bemonsteren en te onderwerpen aan het gebruikelijke chemisch analysepakket. In samenhang daarmee dient dan ook de kwaliteit van het (diep gelegen) grondwater in de analyse meegenomen te worden. Ook de inzet van een LAD (leaching assessment device) is zinvol.
- In het kader van een grotere integratie tussen de meetnetten is het zinnig het TMV uit te breiden naar andere grondsoorten dan alleen zand; op die manier valt een echt nationaal monitoringmeetnet verzuring te creëren. Gezien de oorspronkelijke doelstelling en de effectiviteit dient de nadruk te blijven liggen op de zandgronden.
- Onderwerpen die nadere bestudering verdienen en waarvoor de resultaten van het TMV gebruikt kunnen worden zijn onder andere:
 - Wat zijn de regionale verschillen in verzuring van het grondwater?

- Kunnen eventuele regionale verschillen verklaard worden op basis van ligging ten opzichte van emissiebronnen, verschillen in mineralogie van de ondergrond, verschillen in bodemgebruik en vegetatie?
- In hoeverre valt de uitspoeling van nutriënten, aluminium en andere metalen terug te vinden in de kwaliteit van het diepere grondwater?

Literatuur

- Albers, R., J. Beck, A. Bleeker, L. van Bree, J. van Dam, L. van der Eerden, J. Freijer, A. van Hinsberg, M. Marra, C. van der Salm, A. Tonneijck, W. de Vries, L. Wesselink, F. Wortelboer (2001). Evaluatie van de verzuringsdoelstellingen: de onderbouwing. RIVM-rapport 725501001.
- Allaby, M. (1994). The concise Oxford dictionary of Ecology. Oxford University Press.
- Arcadis (2009). Op naar een doelmatige monitoring. Onderzoek in opdracht van het ministerie van VROM.
- Bonten, L.T.C, J. Mol-Dijkstra, H.J.J. Wieggers, W. de Vries, W.A.J. van Pul, K.W. van der Hoek (2009). Linking nitrogen deposition to nitrate concentrations in groundwater below nature areas; Modelling approach and data requirements. Wageningen, Alterra, Alterra report 1881.
- Boumans, L.J.M. en W.H.J. Beltman (1991). Kwaliteit van het bovenste freatische grondwater in de zandgebieden van Nederland, onder bos en heidevelden. RIVM-rapport 724901001.
- Boumans, L.J.M. en J.J.M van Grinsven (1992). Aluminiumconcentraties in het freatische grondwater in de zandgebieden van Nederland onder bos en heidevelden. RIVM-rapport 724901002.
- Boumans, L.J.M. en B. Fraters (1993). Cadmium, chroom, lood, zink en arseen in het freatische grondwater van de zandgebieden van Nederland, onder bos en heidevelden. RIVM-rapport 712300001.
- Boumans L.J.M. (1994). Nitraat in het bovenste grondwater onder natuurgebieden op zandgrond in Nederland. RIVM-rapport 712300002.
- Boumans L.J.M. en G. van Drecht (1995). Nitraat in het bovenste grondwater bij landbouwgewassen, bos en heideveld in de zandgebieden van Nederland. RIVM-rapport 714901004.
- Boumans, L.J.M, B. Fraters en G. van Drecht (2004). Nitrate leaching by atmospheric deposition to upper groundwater in the sandy regions of the Netherlands in 1990. Environmental Monitoring and Assessment 93: p. 1-15.
- Boumans, L.J.M., K.W. van der Hoek en W.A.J. van Pul (2009). Veranderende grondwaterkwaliteit bij natuur in de zandgebieden, door het Nederlandse emissiebeleid, Trendmeetnet verzuring. RIVM-rapport; in voorbereiding.
- CIAM report (2007). Review of the Gothenburg Protocol. Report of the Task Force on Integrated Assessment Modeling and the Centre for Integrated Assessment Modeling.
- CPB (2000). Naar een efficiënter milieubeleid. Een maatschappelijk-economische analyse van vier hardnekkige milieuproblemen.
- Dekkers, A.L.M. en E. Buijtsman (2001). Ruimtelijke statistiek voor de optimalisatie van het Landelijk Meetnet Regenwater: van metingen naar natte depositie door kriging. RIVM-rapport 723101047.
- Dirkse, G.M. en W.P. Daamen (2004). Dutch forest monitoring network, design and results. Alterra, Green World Research, PO box 47, NL-6700 AA Wageningen (<http://www.icp-forests.org/pdf/DutchNFI.pdf>)
- Dirkse, G.M., W.P. Daamen, H. Schoonderwoerd, M. Japink, M. van Jole, R. van Moorsel, P. Schnitger, W. Stouthamer, M. Vocks (2006). Meetnet Functievervulling bos 2001-2005. Vijfde Nederlandse Bosstatistiek. Rapport dk065-O. Directie Kennis, LNV, Ede.

Dobben, H.F. van, T. Dueck en W. de Vries (2008). Schatting van milieustress in vegetatie meetnetten: koppeling van Nederlandse aan internationale meetnetten. Alterra Rapport 1628, ISSN 1566-7197; 40 pp.

Dobben, H.F. van en R.M.A. Wegman (2008). Relatie tussen bodem, atmosfeer en vegetatie in het Landelijk Meetnet Flora (LMF). Werkdocument 111, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur en Milieu, Alterra, Wageningen.

Dougle, P.G. en P. Kroon (2005). Concept evaluatie verzuring in het NMP3. Verzuringsbeleid op de lange baan? Niet gepubliceerd Rapport VROM, op basis van bevindingen van ECN-Beleidsstudies.

Elzakker, B.G. van, K.W. van der Hoek en N.J. Masselink (2009). TrendMeetnet Verzuring. Monsternemingen in 2006/2007. RIVM-rapport 680721002.

Eyler, J. (1980). The conversion of Angus Smith: the changing role of chemistry and biology in sanitary science, 1850-1880. Bulletin of the History of Medicine 54: 216-234.

Kemmers, R., H. van Dobben, W. Wamelink, A. Jansen (2007). Effecten van het generieke milieubeleid op het terugdringen van de verzuring en op het herstel van natuurwaarden in multifunctionele bossen op arme zandgronden. Alterra Rapport 1531, ISSN 1566-7197; 86 pp.

Könemann H. (editor) (2008). Scientific audit on Monitoring and Modeling of Environmental Quality by the National Institute of Environmental Health and the Environment (RIVM). Report of the International Audit Panel. Internal RIVM Report.

Knotters M., D. Brus, J. de Gruijter (2009). Hoezo representatief? Over de betekenissen van representatief in de KRW-literatuur. Stromingen 15 (2009), nummer 1.

Kros, J., B.J. de Haan, R. Bobbink, J.A. van Jaarsveld, J.G.M. Roelofs, W. de Vries (2008). Effecten van ammoniak op de Nederlandse natuur. Achtergrondrapport. Alterra rapport 1698,

Leeters, E.E.J.M., W. de Vries, T. Hoogland, B. van Delft, R. Wieggers, D. J. Brus, A.F.M. Olsthoorn, H. van Dobben, A. Bleeker (2007). What happened to our forests in the last decades? Results of more than ten years of forest ecosystem monitoring in the Netherlands; Alterra Rapport 1528, ISSN 1566-7197; 109 pp.

Loos, B.P. en M.H. Zwart (2008). Inventarisatiefase DGM-bod. Bodem- en grondwater-kwaliteitsmonitoring. RIVM-rapport 680748001/2008. Rapport nog niet openbaar.

Macdonald J.A., N.B. Dise, E. Matzner, M. Armbruster, P. Gundersen, M. Forsius (2002). Nitrogen input together with ecosystem nitrogen enrichment predict nitrate leaching from European forests. Global Change Biology 8, 1028-1033.

Meinardi, C.R. (1999). Stroming en samenstelling van de sprengen en het grondwater van de Veluwe in 1996, een vergelijking met de toestand in 1986. RIVM-rapport 714851004.

Meinardi C.R. en R. van den Berg (eds). (2008). Basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Bilthoven. PBL-publicatienummer 500003006.

Ministerie van VROM (2001). Op weg naar duurzame niveaus voor gezondheid en natuur. Overzichtspublicatie thema verzuring en grootschalige luchtverontreiniging.

Mol, G. (2002). Soil acidification monitoring in the Netherlands. Geologica Ultraiectina. Proefschrift. Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen Universiteit Utrecht.

Norton, S.A. en Veselá, J. (2003). Acidification and Acid Rain. Treatise on Geochemistry, Volume 9. Editor: Barbara Sherwood Lollar. Executive Editors: Heinrich D. Holland and Karl K. Turekian. pp. 612. ISBN 0-08-043751-6. Elsevier, 2003, 367-406.

Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) (2009). Milieu- en NatuurCompendium.
<http://www.milieuennatuurcompendium.nl/>

Rietra R.P.J.J. en D.J. Brus (2007). Meetnet Verzuring provincie Utrecht: Rapportage over opzet en uitvoering in 2004, 2005, 2006 en 2007. Wageningen, Alterra-rapport 1534.

ROM-advies Bilthoven (1998). Milieukundige perspectieven mestproblematiek NMP-3. VROMraad, Den Haag (bron: www.vromraad.nl/download/nr1.pdf)

Royal Haskoning en TNO (2006). Draaiboek Monitoring Grondwater voor de Kaderrichtlijn Water. Onderzoek uitgevoerd i.o.v. VROM.

Schoonderwoerd H., G. van Tol en W. de Vries (2006). Ontwikkeling van bodem, vegetatie, de voedingstoestand van bomen en de boomgroei in het Nederlandse bos: 1990-2000. Eindverslag Meetnet Bosvitaliteit. Ede, Rapport Directie Kennis nr. 2006/dk037-O.

Starmans, D.A.J. en K.W. Van der Hoek (2007). Ammonia, the case of The Netherlands. Wageningen Academic Publishers. ISBN 978-90-8686-028-9, 201 pp.

Stolk A.P., M.C. van Zanten, H.Noordijk, J.A. van Jaarsveld, W.A.J. van Pul (2009). Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden. Meetresultaten 2005 - 2007 RIVM-rapport 680710001

Vries W. de (2008). Verzuring: oorzaken, effecten, kritische belastingen en monitoring van de gevolgen van ingezet beleid. Wageningen, Alterra-rapport 1699, ISSN 1566-7197

Vries, W. de, J. Kros, G. J. Reinds, W. Wamelink, H. van Dobben, R. Bobbink, B. Emmett, S. Smart, C. Evans, A. Schlutow, P. Kraft, S. Belyazid, H.U. Sverdrup, A. van Hinsberg, M. Posch & J.P. Hettelingh (2007). Developments in modelling critical nitrogen loads for terrestrial ecosystems in Europe. Wageningen. Alterra Rapport 1382, ISSN 1566-7197

VPRO – Programma Noorderlicht (2003). VROM-campagne ‘Stop de zure regen’.
 (Bron: <http://noorderlicht.vpro.nl/dossiers/13186443/hoofdstuk/13206508/>)

VROM (2001). Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging. Algemeen. Informatieblad, oktober 2001.

Wamelink, G.W.W., M.H.C. van Adrichem en H.F. van Dobben (2009). Meetlat abiotische eigenschappen voor de EHS; bodemkwaliteit. Alterra Rapport 1778, ISSN 1566-7197

Zijp, M.C., P. van Beelen, L.J.M. Boumans, A.C.M. de Nijs, W. Verweij en S. Wuijts (2008). Protocol voor de beoordeling van de chemische toestand van grondwaterlichamen. Een theoretisch concept. RIVM Briefrapport 607300008/2008

Bijlage 1 Mijlpalen antiverzuringsbeleid tot 2000

Selectie van mijlpalen in het antiverzuringsbeleid, ontleend aan de evaluatie van Dougle en Kroon (2005):

- 1976: Indicatief Meerjarenprogramma Lucht met een nationaal emissieplafond voor SO₂
- 1981 en 1982: berichten over massale bossterfte in Oost- en West-Duitsland als gevolg van de verzuring. Het doel van het luchtverontreinigingsbeleid verschoof van bescherming van de volksgezondheid naar bescherming van ecosystemen.
- 1983: Motie De Boois: een verzoek om breed, inventariserend onderzoek naar de schade aan de bodem door verzuring en een programma van maatregelen ter bestrijding van die schade.
- September 1983: IMP Lucht
- Januari 1984: Notitie inzake de problematiek van de verzuring.
- 1984: aanzet Additioneel Programma Verzuringsonderzoek (APV). De latere beleidsdoelstellingen werden rechtstreeks afgeleid uit dit nationale programma voor verzuringsonderzoek.
- 1986: Meststoffenwet
- 1987 en 1990: Besluit emissie-eisen stookinstallaties milieubeheer A en B
- 1988: Eindrapport eerste fase van het APV en kort daarna 'Zorgen voor Morgen'.
- 1989: NMP; stelde 1400 z-eq/ha als doel voor 2010;
- 1989: Bestrijdingsplan Verzuring. Maatregelen betroffen een end-of-pipe aanpak, en energiebesparing (in het kader van de klimaatproblematiek). Aanscherping van emissie-eisen moesten leiden tot 2400 z-eq in 2000.
- 1990: NMP-Plus
- 1991: eindrapport van de tweede fase van het APV, geen noodzaak tot aanscherping van de doelstellingen.
- 1991: tweede Nationale Milieuverkenning van het RIVM (1991); de NMP-doelstellingen, met name voor 2010, zouden niet worden gehaald. De verwachting voor het jaar 2000 was 2700 z-eq, voor 2010 was de verwachting 2900 z-eq.
- 1991: AMvB 'Besluit Mestbassins Hinderwet'; start invoering afdekverplichting voor mestopslagen
- 1992 en 2000: Nederlandse Emissierichtlijn (NeR)
- 1993: derde Nationale Milieuverkenning (1993); verwachting 2700 z-eq in 2000. Boosdoener was met name het vrachtverkeer. Na 2000 zou de automobiliteit belangrijk worden voor de doelstelling voor 2010.
- 1993: stimulering emissie-arme stallen
- 1993: NMP2
- 1994: Interimwet Ammoniak en Veehouderij. Deze wet richt zich op het vergunningenprobleem.
- 1995: Notitie Mest- en Ammoniakbeleid derde fase. Formulering van het beleid voor de periode 1995-2000.
- 1995: Integrale Notitie mest- en ammoniakbeleid (IN)
- 1997: Besluit Gebruik Meststoffen
- 1998: Wet herstructurering varkenshouderij
- 1998: NMP3
- 1999: hoofdlijnen van een aangescherpt mestbeleid.
- 1 januari 2001: invoering van het Mineralenaangiftesysteem (MINAS).

Bijlage 2 Critical loads voor stikstofdepositie op natuurgebieden

Tabel 4.2 Samenvatting van de kritische belastingen voor N-verbindingen op (half-)natuurlijke ecosystemen in Nederland (Bal et al., 2007)

Naam van het natuurodoeltype	Gevoeligheidsklasse (beoordeling 2006) ¹⁾	Kritische depositie	
		mol N ha ⁻¹	kg N ha ⁻¹
Bossen			
Bos van arme zandgronden	zeer gevoelig	1300	18
(gemengd) Eikenbos	gevoelig	1400	20
Hoogveenbos	gevoelig	1800	25
Bos van bron en beek	gevoelig	1900	26
Bos van voedselrijke, vochtige gronden	gevoelig	2000	28
Elzen-essenakboud en -middenbos (indien op niet-venige bodem)	gevoelig	2100	29
Wilgenstruweel	mogelijk gevoelig	2400	34
Laagveenbos	minder/niet gevoelig	2400	34
Ooibos	minder/niet gevoelig	2500	35
Struweel en akker			
Zoom, mantel en droog struweel	gevoelig	1800	25
Akker	minder/niet gevoelig	2400	35
Heiden			
Levend hoogveen	zeer gevoelig	400	6
Droge heide; Droge duinheide	zeer gevoelig	1100	15
Natte heide; Natte duinheide	zeer gevoelig	1400	20
Zandverstuiving en strand			
Zandverstuiving	zeer gevoelig	700	10
Strand en stuivend duin; Rivierduin en -strand	gevoelig	1400	20
Graslanden			
Droog kalkarm duingrasland	zeer gevoelig	900	13
Droog schraalgrasland van de hogere gronden	zeer gevoelig	1000	14
Kalkgrasland	zeer gevoelig	1200	17
Nat schraalgrasland (indien niet P-gelimiteerd)	zeer gevoelig	1100	15
Droog kalkrijk duingrasland	zeer gevoelig	1300	18
Bloemrijk grasland van het heuvelland; zand- en veengebied; rivieren- en zeekleigebied;	gevoelig	1400	20
Dotterbloemgrasland van beekdalen			
Dotterbloemgrasland van veen en klei	gevoelig	1400	20
Nat, matig voedselrijk grasland	gevoelig	1600	22
Kwelder, slufte en groen strand	minder/niet gevoelig	2500	35
Moerassen en venen			
Veenmoerietland	zeer gevoelig	700	10
Tilveen	zeer gevoelig	1100	15
Natte duinvallei	zeer gevoelig	1300	18
Moeras; Natte strooiselruigte	minder/niet gevoelig	> 2400	> 35
Oppervlaktewater			
Zwakgebufferd ven	zeer gevoelig	400	6
Zuur ven	zeer gevoelig	700	10
Duinplas	zeer gevoelig	1000	14
Droogvallende bron en beek; Permanente bron;	mogelijk gevoelig	< 2400	< 35
Langzaam stromende bovenloop; Geïsoleerde meander en Petgat; Zwakgebufferde sloot			
Snelstromende midden- en benedenloop	minder/niet gevoelig	> 2400	> 35

¹⁾ Zeer gevoelig: <1400 gevoelig: 1400-2400, mogelijk gevoelig: < 2400, minder/niet gevoelig > 2400 mol N ha⁻¹.

Bron: Kros et al., 2008

Bijlage 3 Verslag bijeenkomst Evaluatie TMV

Plaats: Vergadercentrum Hoog Brabant te Utrecht

Tijd: 28 september 2009, 13.30 -16.30 uur

Aanwezig:

Leo Boumans	RIVM	Henk Strietman	VROM
Murk de Roos	VROM	Addo van Pul	RIVM
Johan Sliggers	VROM	Henny Schoonderwoerd	SILVE
Janco van Gelderen	Prov.Utrecht	Luc Bonten	Alterra
Arnoud de Klijne	RIVM	Klaas van der Hoek	RIVM
Hilde Passier	Deltares	Esther Wattel	RIVM
Erik Noordijk	PBL	Ad de Goffau	RIVM
Wim de Vries	Alterra		

Vragen en opmerkingen naar aanleiding van de presentatie van het concept-evaluatierapport

Beleid

- Vooruitzichten voor interesse in verzuringsproblematiek zijn somber, zeker gezien de politieke noodzaak tot bezuinigingen in 2010
- Maar: meetgegevens blijven essentieel voor evaluatie van beleidseffecten, en voor modelvalidatie. De politiek zal tegen problemen aanlopen wanneer meetnetten opgeheven worden. Beleidsmakers hebben metingen nodig.
- Wettelijke verankering van meetnetten zou wenselijk zijn evenals een begeleidingscommissie voor meetnetten. Veel van de informatie die verzameld wordt is van het type 'need to know', meestal niet 'obliged to know'.

Bemonsteringsstrategie

Vragen zijn gesteld en reacties gegevens over de volgende aspecten:

- Hoe is de locatiekeuze precies tot stand gekomen? Hoe zijn de gridcellen geselecteerd? Welke kaarten/gegevenssets (bijvoorbeeld CBS bodemgebruiksstatistiek) zijn daarbij gebruikt?
- In hoeverre zijn bosranden onderzocht?

Resultaten en producten

- De bevinding dat gemiddelde nitraatconcentratie onder landbouwgrond zesmaal hoger zou zijn dan onder natuurgebieden wordt als niet waarschijnlijk gekwalificeerd. Toelichting RIVM: deze bevinding gold voor de situatie zoals die bleek uit de bemonstering van uit de periode eind jaren 80 begin jaren 90 van de vorige eeuw. In de huidige situatie zijn de nitraatconcentraties onder landbouwgebieden gedaald.
- Valt er na vier volledige meetrondes iets te zeggen over de variatie in nitraatconcentraties per bemonsterd object? Is de gevonden variatie het gevolg van ruis, of zijn er andere factoren? Dit aspect is nog niet uitgezocht. Zoals vermeld lopen de onderzoeksrapportages over de laatste bemonsteringsrondes achter in verband met prioritering en beschikbaar budget. Gesuggereerd wordt om een kaartje te maken van de gemeten verschillen. Zo'n kaartje zou nuttig kunnen zijn bij de interpretatie van de meetgegevens.
- In Boumans et al. (2009) wordt gesteld dat, doordat naast een afname van SO₄ en NO₃ ook een afname van de kationen heeft plaatsgevonden, het niet duidelijk is of de verzuring van de bodem

minder is geworden. Alterra stelt deze bevinding ter discussie en stelt dat vermindering van verzurende depositie wel is aangetoond. Een lagere concentratie van basische kationen in de bodemoplossing kan juist aantonen dat er minder gecomplexeerde basische kationen door zuren in oplossing komen. De buffercapaciteit wordt dan minder gemijnd. Dit leidt tot discussie over de definitie van verzuring. Een mogelijke definitie is 'Afname van buffercapaciteit van de bodem', conform Van Breemen. Daarnaast kan gekeken worden naar de verhouding van zure en basische kationen. In rapport Boumans et al., 2009 wordt geconstateerd dat ondanks de afnemende concentratie aan nitraat en sulfaat de kritische molaire verhouding tussen Al en de kationen Ca en Mg niet duidelijk is verbeterd.

- Discussie over potentieel zuur en actueel zuur. De hoeveelheid potentieel zuur (in de bodem geaccumuleerd stikstof) neemt af. Hoe het met actieve verzuring zit (het verdwijnen van kationen uit het systeem) is minder duidelijk omdat deze factor beïnvloed wordt door geringere depositie van kationen.
- Om support voor monitoring programma's te genereren is het in elk geval essentieel dat de informatie gepubliceerd wordt en gemakkelijk toegankelijk is via een database.

Gerelateerde meetnetten

- Er zijn ontwikkelingen aan de gang gericht op betere afstemming tussen meetnetten. Geattendeerd wordt op het door RWS geïnitieerde 'Informatiehuis Water'. De Stuurgroep Monitoring is bezig om ideeën te formuleren op het deelterrein 'water – nitraat'.
- Waarom is Meetnet Bosvitaliteit opgehouden? Antwoord: als gevolg van een gebrek aan interesse van de kant van politiek (en publiek) voor het aspect verzuring.
- Hoe zouden we afstemming tussen meetnetten concreet kunnen maken? Suggestie: het functioneren van begeleidingscommissies voor meetnetten zou een goed forum kunnen zijn voor onderlinge afstemming.

Aanbevelingen van de deelnemers

- Als TMV gebruikt gaat worden voor andere doeleinden (bijvoorbeeld artikel 5 Rapportage KRW), is het zinnig te kijken welke gegevens (parameters) essentieel zijn, is het wellicht zinnig om de doelstelling aan te passen, en kan een optimalisatie van het meetnet nodig zijn.
- PBL zou geïnteresseerd zijn als TMV gekoppeld zou worden aan de natuur (biotische parameters). Stressfactoren hebben invloed op soortensamenstelling. Staatsbosbeheer heeft een kartering van vegetatiekenmerken in relatie tot vocht- en zuurcondities. Zinnig om te bezien of koppeling met TMV gemaakt kan worden.
- Wil men dat het TMV een toekomst heeft, dan moet de naam ervan veranderen naar bijvoorbeeld
 - * Meetnet Grondwaterkwaliteit onder Natuurgebieden,
 - * Meetnet Atmosferische Depositie,
 - * Landelijk meetnet voor de effecten van het Emissie beleid op de grondwaterkwaliteit (LEK),
 - * Monitoring Effecten Emissiebeleid op Grondwaterkwaliteit (MEEG).
- Zorg dat gegevens TMV beter ontsloten wordt voor het publiek, bijvoorbeeld via DINO
- Er valt nog veel te bereiken door koppeling met en exploitatie van historische meetgegevens. Lang niet alle gegevens zijn voldoende onderzocht of gelinkt aan gerelateerde onderzoeksgebieden.
- Geef het TMV een andere naam, bijvoorbeeld

Aanbeveling met betrekking tot monitoring algemeen

- Te veel meetnetten opereren los van elkaar. Afstemming tussen meetnetten is nodig, bijvoorbeeld via een begeleidingscommissie.
- Internationale inbedding (bijvoorbeeld EU) verstevigt de positie van het meetnet.
- Het beheer van Natura 2000-gebieden kan drijfveer zijn voor monitoringactiviteiten.

RIVM

National Institute
for Public Health
and the Environment

P.O. Box 1
3720 BA Bilthoven
The Netherlands
www.rivm.com