rivm

Rapport 680718002/2009

J. Spijker | A.J. Schouten | K.W. van der Hoek | E.J.W. Wattel-Koekkoek

Evaluatie van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit

rivm

RIVM-rapport 680718002/2009

Evaluatie van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit

J. Spijker
A.J. Schouten
K.W. van der Hoek
E.J.W. Wattel-Koekkoek

Contact:
Esther Wattel-Koekkoek
Centrum voor MilieuMonitoring
esther.wattel@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VROM, Directie Duurzaam Produceren, in het kader van Project M/680718 Monitoring LMB

© 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'.

rivm

Rapport in het kort

Evaluatie van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit

Op verzoek van het ministerie van VROM heeft het RIVM de opzet, uitvoering, nut en noodzaak van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) geëvalueerd. Hieruit blijkt dat het meetnet inzicht oplevert in de kwaliteit van de bodem en het bovenste grondwater bij verschillende grondsoorten en typen landgebruik. Het fungeert, in lijn met de Beleidsbrief Bodem, als graadmeter voor de algemene toestand van de bodem. Het vormt daardoor een belangrijk instrument voor beleidsmakers.

Het LMB is in 1993 opgezet door het RIVM. Sinds 2003 zijn de taken verdeeld over TNO en het RIVM. Het meetnet onderzoekt in cycli van vijf jaar de samenstelling van de bodem in Nederland. De derde meetronde is gereed in 2010.

In de evaluatie wordt een aantal aanbevelingen gedaan om de monitoringstrategie en uitvoering te verbeteren. Zo wordt aanbevolen de statistische aspecten van de locatiekeuze door te lichten, evenals de procedure voor het mengen en homogeniseren van de bodemmonsters. Daarnaast wordt aangeraden op een beperkt aantal locaties uitgebreid procesonderzoek te doen. Bovendien wordt aanbevolen om arseen op te nemen in het chemische analysepakket. Ook is het nodig de toegankelijkheid van de gegevens via het DINO-loket te verbeteren en de zichtbaarheid van het LMB te vergroten. Dat laatste kan door jaarlijks de belangrijkste resultaten van de monitoring via *factsheets* voor iedereen beschikbaar te stellen.

Een directe aansturing van het LMB door één opdrachtgever zou het mogelijk maken om sneller in te springen op beleidsvragen. Ook kan het onderzoek dan beter worden gecoördineerd en afgestemd met andere monitoringprogramma's, zoals als de Bodembiologische Indicator (BoBI) en Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Hiermee sluit het LMB aan bij beleidsmatige ontwikkelingen, zoals het concept van de Europese Kaderrichtlijn Bodem.

Trefwoorden:
monitoring, meetnet, bodem, bodemkwaliteit, evaluatie, LMB, zware metalen

rivm

Abstract

Evaluation of the National Soil Monitoring Network

By order of the Ministry of Public Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM) the RIVM evaluated the organizational structure, usefulness and approach to monitoring of the national soil monitoring network (LMB) as well as the necessity for such a network. The findings indicate that the network provides valuable insight into the quality of the soil and upper groundwater under various combinations of soil and land use types. In accordance with the (Dutch) Letter on Soil Policy, this network functions as an indicator of the general state of the soil. As such, it is an important instrument for policy-makers.

The LMB was established in 1993 and is administered by the RIVM. Since 2003 the tasks have been divided between TNO and RIVM. The network monitors the composition of the soil in the Netherlands in 5-year cycles. The third cycle will be completed in 2010.

This evaluation contains recommendations aimed at improving the monitoring strategy and its execution. One recommendation is that both the statistical aspects of site selection and the current procedure for homogenizing soil samples should be further investigated. Other recommendations are that extensive process research should be performed on a limited number of sites and that arsenic should be included in the package of chemical analyses. The evaluation also recommends improving the accessibility of the data via the DINO portal and enhancing the public visibility of the LMB. This latter can possibly be achieved by annually presenting the most important results on fact sheets that are easily accessible to the public.

Direct control of the LMB by one governing body would enable the network to respond more quickly to policy-related questions. This would also result in research that can be better coordinated and harmonized with that of other monitoring programmes, such as the Biological Indicator of Soil Quality (BoBI) and the Minerals Policy Monitoring Program (LMM). By implementing these steps, the LMB would be keeping in line with new policy developments, such as the concept European Soil Framework Directive.

Key words:
monitoring, soil, soil quality, evaluation, LMB, heavy metals

rivm

Inhoud

Managementsamenvatting		**9**
1	**Inleiding en leeswijzer**	**15**
2	**Beleidsmatig speelveld**	**17**
2.1	Nederlands bodembeleid	17
2.1.1	Beleidsbrief Bodem: duurzaam bodembeheer	17
2.1.2	Beleid rond diffuse verontreinigingen	18
2.1.3	Rol van het LMB in het bodembeleid	19
2.2	Europees beleid	19
2.2.1	Kaderrichtlijn Bodem	19
2.2.2	Kaderrichtlijn Water	21
3	**Evaluatie en aanbevelingen**	**23**
3.1	Inleiding	23
3.2	Uitvoeringsopzet	24
3.2.1	Locatiekeuze: aantallen en plaats	24
3.2.2	Bemonsteringsfrequentie	25
3.2.3	Infrastructuur	26
3.2.4	Monsternamemethode	26
3.2.5	Chemische analyses	27
3.2.6	Datavalidatie en databeheer	28
3.3	Planning en kosten	28
3.4	Resultaten en producten	29
3.5	Relevantie en meerwaarde	32
3.6	Projectorganisatie	34
3.7	Toekomst LMB	35
3.7.1	Toekomstscenario 1: stoppen	36
3.7.2	Toekomstscenario 2: doorgaan	36
3.7.3	Toekomstscenario 3: aanpassen en verbeteren	36
4	**Achtergrondinformatie**	**39**
4.1	Historisch perspectief	39
4.2	Doelstelling	40
4.3	Uitvoeringsopzet	40
4.3.1	Locatiekeuze: aantallen en plaats	40
4.3.2	Bemonsteringsfrequentie	45
4.3.3	Bemonsteringsmethode	45
4.3.4	Chemische analyses	46
4.3.5	Datavalidatie en databeheer	47
4.4	Planning en kosten	47
4.5	Produkten en resultaten	48
4.5.1	Rapportages en publicaties naar aanleiding van het LMB	48
4.5.2	Compendium	49
4.5.3	BoBI: de BodemBiologische Indicator	49
4.5.4	Diffuse belasting	51
4.5.5	Achtergrondwaarden en bodemtypecorrectie	51
4.5.6	Uitloging uit bodem	51
4.5.7	KRW artikel 5-rapportage	52

4.6	Projectorganisatie	52
5	**Relatie met andere gegevenssets**	**55**
5.1	Achtergrondwaarden	55
5.1.1	Achtergrondwaarden in de jaren 90	55
5.1.2	Achtergrondwaarden 2000	55
5.2	De geochemische kartering van Nederland	57
5.2.1	Bemonstering	57
5.2.2	Aanrijking	59
5.2.3	Relatie met het LMB	59
5.3	Provinciale bodemmeetnetten	60
Nawoord		**61**
Literatuur		**63**
Bijlage I Verslag interviews		**67**
Bijlage II Publicaties LMB en BoBI		**71**
Bijlage III Enkele bodemmeetnetten in Europese landen		**77**

Managementsamenvatting

Meetnetten zijn belangrijke instrumenten voor het milieubeleid. Ze worden gebruikt om de omgevingskwaliteit te controleren, onverwachte gevaren waar te nemen, en de effectiviteit van maatregelen te volgen. Vanuit die doelstellingen zijn in Nederland meetnetten ingericht voor luchtkwaliteit, regenwater, grondwater en oppervlaktewater. Een meetnet voor bodemkwaliteit vormde de laatste ontbrekende schakel. Dat werd mede veroorzaakt door de methodische en conceptuele onzekerheden, en twijfels over de haalbaarheid. In de jaren 70 werden de eerste plannen gemaakt voor een bodemmeetnet. Het heeft tot 1993 geduurd totdat het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) van start ging.
De primaire doelstelling van het LMB was het vaststellen van veranderingen in de bodemkwaliteit, op nationale schaal, onder invloed van diffuse belasting. Daarnaast heeft het meetnet tot doel de huidige bodemkwaliteit te beschrijven en zomogelijk te verklaren aan de hand van stofstromen die samenhangen met het (landbouwkundig) gebruik.

Het functioneren van het LMB is vanuit verschillende invalshoeken geëvalueerd. Het LMB is getoetst aan de oorspronkelijke doelstellingen en aan de huidige kennnisvraag vanuit het milieubeleid. Ook zijn de monitoringstrategie, resultaten en producten en de organisatie onder de loep genomen.

Bodembeleid en LMB
Binnen het bodembeleid wordt de bodem als een dynamisch (eco)systeem gezien, waarbij de combinatie van biologische, fysische en chemische bodemkwaliteit van belang is. In de Beleidsbrief Bodem staat daarover (VROM, 2003):

De (gebruiks) waarde van de bodem heeft een economische, sociale en een ecologische dimensie. Het ecologisch functioneren zal worden beoordeeld op basis van chemische, fysische en biologische parameters. De bodem wordt niet langer beschouwd als een statisch compartiment maar als een dynamisch ecosysteem. Het vermogen van de bodem om nu en in de toekomst zo goed mogelijk maatschappelijke diensten te leveren is vertrekpunt.

Het vermogen van de bodem om maatschappelijke diensten te verrichten wordt in de Beleidsbrief Bodem ook verwoord in de paragraaf over duurzaamheid:

Een gezonde en levende bodem levert maatschappelijke diensten. Een gezonde bodem kan zich (eerder) herstellen van verstoring of verandering van het gebruik, kan water, gassen, stoffen en energie opslaan en bewaren, en is in staat tot afbraak en synthese van stoffen. Ook heeft een gezonde bodem het natuurlijke vermogen om ziekten en plagen te voorkomen of te onderdrukken, een dragend vermogen te bieden en een stabiele fysieke structuur.

Een gezonde bodem is een bodem met een goede bodemkwaliteit in de breedste zin van het woord: de bodem is een levend systeem. Voor het bepalen van de bodemkwaliteit zijn in ieder geval de in het eerste citaat genoemde chemische, fysische en biologische parameters noodzakelijk. Het LMB levert een infrastructuur waar deze parameters kunnen worden bepaald op enig moment en in een tijdreeks.

Daarnaast zijn en worden de gegevens van het LMB gebruikt voor diverse onderzoeken en rapportages zoals de Kaderrichtlijn Water artikel 5-rapportage (uitgevoerd in 2004, wordt opnieuw uitgevoerd in 2013) en voor onderzoek naar uitloging ten behoeve van de Grondwaterrichtlijn. Ook kunnen de gegevens in de toekomst bijdragen aan de uitvoering van de Kaderrichtlijn Bodem.

Opzet van het LMB
Het LMB omvat 200 locaties, die zijn verdeeld over 10 veel voorkomende combinaties van bodemtype/bodemgebruik. In iedere combinatie zijn 20 locaties geselecteerd. Acht van de tien categorieën zijn landbouwgronden. Deze zijn aselect gekozen uit het Bedrijven Informatie Net (BIN) van het Landbouw Economisch Instituut (LEI-WUR). De overige twee categorieën betreffen landbouwbedrijven die buiten het BIN vallen en bosgebieden.
De keuze om een agrarisch bedrijf (in plaats van kleine plots) als monstereenheid te nemen was vernieuwend. Hierdoor waren budgetstudies mogelijk en kon de toevoer van stoffen naar de bodem beter worden geschat.

Ieder jaar worden 2 categorieën bemonsterd, dat wil zeggen 40 locaties per jaar. Een volledige bemonsteringsronde duurt 5 jaar. Inmiddels zijn bijna drie complete rondes uitgevoerd. De eerste ronde van 1993-1997, de tweede ronde van 1999-2003 en de derde ronde van 2006-2010.
Tijdens de oneven rondes (eerste ronde, derde ronde) worden zowel de bodemlaag 0-10 cm als 30-50 cm bemonsterd. Ook wordt een divers pakket aan parameters geanalyseerd: basis fysisch-chemische kenmerken, bodemvruchtbaarheidsparameters, zware metalen, organochloor-bestrijdingsmiddelen (OCB's) en PAK's. Tevens wordt tijdens oneven rondes het freatisch grondwater bemonsterd.
In de even rondes wordt alleen de bovenste bodemlaag (0-10 cm) geanalyseerd op bodemkenmerken en zware metalen. Dit wordt gedaan om de kosten te beperken en vanwege de tijdschaal waarop veranderingen in de bodem plaatsvinden.

Resultaten van het LMB
Het LMB heeft gezorgd voor een eerste, min of meer landsdekkend, beeld van de bodemkwaliteit door systematische analyses uit te voeren in de meest voorkomende combinaties van landgebruik/bodemsoort. Dit is later aangevuld, of deels overgedaan, in eenmalige meetprogramma's (bijvoorbeeld AW2000). Het LMB is echter een meetnet dat herhaald in de tijd waarnemingen doet en daardoor ontwikkelingen in de gehalten van stoffen kan volgen.
De belangrijkste bevinding tot nu toe is, dat er geen significante afname van de bodemkwaliteit heeft plaatsgevonden in de periode tussen de eerste en tweede meetronde (gemiddeld 6 jaar per categorie). Dat is een positief en bemoedigend resultaat, omdat op basis van eerdere berekeningen werd verwacht dat verschillende zware metalen in de bodem zouden blijven accumuleren, met een aantoonbaarheidstermijn tussen de 5 en 300 jaar. Het is aannemelijk dat verschillende beleidsmaatregelen over het terugdringen van zwaar metaalgehalten in veevoer en mest reeds effect hebben gehad.

De meetgegevens van het LMB hebben een brede toepassing gevonden in:
- Natuur- en Milieu-compendium
- Onderzoek in het kader van de BodemBiologische Indicator (BoBI: samenwerkingsverband RIVM, WUR, BLGG en Louis Bolk Instituut)
- Artikel 5-rapportage van de KRW
- Afleiding van LAC-signaalwaarden en bodemgebruikswaarden

Evaluatie LMB

Bekendheid en beschikbaarheid resultaten

Het LMB is tot nu op de achtergrond actief geweest. Dit is niet vreemd voor een langjarige meetnetactiviteit. In de eerste ronde is jaarlijks een rapport verschenen over de meetresultaten van een voorgaand jaar. Daaruit bleek dat de chemische toestand van de bodem meestal in orde is. Op zich was dit een mooie boodschap. Na een evaluatie van de eerste meetronde is onder andere besloten om de resultaten niet meer jaarlijks uitgebreid in een rapport te beschrijven. Het leek zinvoller om een integrale analyse en vergelijking te maken na de afloop van de volgende meetronde. Dit had echter tot gevolg dat het LMB, voor 'de buitenwacht', verder naar de achtergrond verdween. Het LMB heeft in de tussentijd een indirecte bijdrage geleverd aan een groot aantal publicaties en aan de beantwoording van verschillende beleidsvragen. Er zit een aantal activiteiten/stappen tussen het verzamelen van veldgegevens, en de beleidsdocumenten waarin vragen met betrekking tot bodemkwaliteit worden beantwoord. De rol van het LMB is hier vaak niet meer in te herkennen, maar de data zijn wel degelijk van fundamenteel belang.

Uit telefonische interviews met gebruikers en belanghebbenden blijkt dat de gegevens van het LMB beter ontsloten dienen te worden (Bijlage I). In de huidige organisatie van het LMB is het de verantwoordelijkheid van TNO-DINO, om de beschikbaarheid van gegevens te optimaliseren. Langs die weg kunnen meer partijen gebruikmaken van de gegevens, wat de meerwaarde zal vergroten.
Het RIVM kan de zichtbaarheid van het LMB in de toekomst vergroten door bijvoorbeeld jaarlijks zogenaamde factsheets te maken en die te publiceren op het Milieuportaal. Op die manier kunnen de belangrijkste meetresultaten snel beschikbaar worden gesteld.

Locatiekeuze

Het vernieuwende aspect en de meerwaarde van het LMB lag vooral in het meten op 'bedrijfsniveau' en de afstemming met het Bedrijven Informatie Net van het Landbouw Economisch Instituut. Hierdoor konden bodemkwaliteitsgegevens in principe worden gekoppeld aan informatie over bedrijfsbeheer (input/output van het bedrijf). Het BIN was echter een dynamisch systeem met roulerende deelnemers. Het LMB is als trendmeetnet het meest gebaat bij vaste locaties. In dit opzicht is de oorspronkelijke doelstelling, om gegevens met betrekking tot bodemkwaliteit en bodembeheer te koppelen, verstoord. Binnen het huidige LMB bevinden zich steeds minder bedrijven die ook nog deel uitmaken van het BIN. De procesmatige benadering met budgetstudies van stofstromen op bedrijfsniveau is mede daarom in de tweede ronde niet van de grond gekomen. Ondertussen zijn er wijzigingen doorgevoerd in de opzet van het LEI-BIN en is ook dit een meetnet op vaste locaties. Het is aan te bevelen te onderzoeken of de overlap met het BIN kan worden verbeterd.

Tegelijk is optimalisering van de meetnetactiviteiten mogelijk door betere afstemming met thematische meetprogramma's als het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid (LMM). In het LMM wordt jaarlijks freatisch grondwater bemonsterd en worden gegevens over landbouwbedrijven verzameld welke tevens in het BIN zitten. Het LMM richt zich vooral op uitspoeling van voedingsstoffen naar het grondwater, en besteedt geen aandacht aan de samenstelling van de bovengrond.
Aanbevolen wordt te onderzoeken in hoeverre verdere integratie van LMB en LMM kan leiden tot een efficiëntere monstername en een integrale verzameling van gegevens (bodembeheer, grondwater, vaste fase van de bodem).

Nieuwe statistische methoden en inzichten geven aanleiding de opzet van het LMB statistisch door te lichten. Aanbevolen wordt om bovengenoemde aspecten van locatiekeuze, samenwerking en statistische aspecten grondig te onderzoeken, zodat onderbouwd kan worden begonnen aan een al dan niet gewijzigde opzet van de vierde ronde van het LMB in 2012.

Aanbevolen wordt om een beperkt aantal LMB-locaties in te richten voor uitgebreid procesonderzoek (zie ook Brus, 2009). Door op een groot aantal locaties met een beperkte frequentie en een beperkt pakket te meten, en op een kleine subset van locaties vaak en uitgebreid te meten, kan procesonderzoek potentieel gekoppeld worden aan landelijke beelden (actie VROM-RIVM in overleg met LEI en Alterra).

Monstername en analyse
Op iedere locatie wordt de toplaag van de minerale bodem bemonsterd door 320 bodemmonsters van de bovenste 10 cm te nemen, verdeeld over alle percelen van het bedrijf. Daarnaast wordt tijdens oneven rondes van de laag op 30-50 cm diepte een mengmonster gemaakt op basis van 16 gutssteken verdeeld over het bedrijf. Deze bodemmonsters worden conform het huidige protocol in emmers gemengd. Aanbevolen wordt om dit mengprotocol nader te onderzoeken. Om te komen tot een mengmonster dat representatief is voor een bedrijf is het belangrijk dat het monstermateriaal optimaal wordt gehomogeniseerd.

Het pakket aan anorganische en organische analyses is een normaal pakket aan parameters om de kwaliteit van de bodem te karakteriseren. Gegevens zoals de pH, het organisch stofgehalte, lutumgehalte, kalkgehalte en de kationuitwisselcapaciteit geven basisinformatie over de fysische en chemische eigenschappen van de bodem. De nutriënten geven informatie over de bodemvruchtbaarheid, de gehalten aan organische verbindingen en zware metalen geven informatie over mogelijke verontreinigingen. Hetzelfde geldt voor het grondwaterpakket, dit correspondeert met de parameters zoals geanalyseerd in het grondwater in het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit, Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid en Trend Meetnet Verzuring. Uit de telefonische interviews bleek dat geen van de respondenten vindt dat het pakket verkleind dient te worden. Wel is aanbevolen ook arseen te rapporteren. Dit is relatief eenvoudig aangezien arseen reeds gemeten wordt.

De drie meetrondes van het LMB strekken zich over een periode van 16 jaar uit (start 1993). In die tijd zijn destructie- en analysetechnieken gemoderniseerd. Onderste analysegrenzen zijn verlaagd en de nauwkeurigheid van bepalingen is verbeterd. Dit aspect was voorzien, en om die reden is er een archief aangelegd van alle LMB-monsters uit de laag 0-10 cm. Doel van het archief is dat bij iedere nieuwe meetronde archiefmonsters van dezelfde locatie opnieuw worden geanalyseerd, om inzicht te krijgen in het effect van veranderende voorbehandeling- en analysetechnieken op de uitkomsten. De heranalyse van archiefmonsters is in verband met de kosten niet (of beperkt) uitgevoerd in LMB-3. Aanbevolen wordt om een selectie te maken en een deel van de archiefmonsters te heranalyseren. Op die manier kan alsnog inzicht worden verkregen in het effect van veranderende voorbehandeling- en analysetechnieken op de uitkomsten.

Nadere karakterisering van de organische stoffracties kan een belangrijke aanvulling zijn op het huidige LMB-analysepakket. Zowel voor de Kaderrichtlijn Bodem als voor het klimaatonderzoek verschaffen gegevens met betrekking tot de chemische samenstelling en leeftijd van de verschillende organische stoffracties, informatie over de koolstofkringloop en de rol van de bodem als *sink* en *source* van koolstof.

Organisatiestructuur
De monstername voor het LMB, de chemische analyses en het databeheer worden sinds 2003 uitgevoerd door TNO. Het RIVM is verantwoordelijk voor de monitoringstrategie, coördinatie, locatiekeuze, voorbereiding van het veldwerk, analyse van de meetgegevens, en de rapportage. De taakverdeling tussen RIVM en TNO is vastgelegd in een Raamovereenkomst. VROM is opdrachtgever van het RIVM, de ministeries van OC&W, EZ, VROM, V&W en LNV zijn via het Geo Informatie Programma (GIP) opdrachtgever van TNO. De coördinatie en productiviteit van het LMB wordt

bemoeilijkt door het ontbreken van een duidelijke opdrachtgever-opdrachtnemer relatie tussen de ministeries, het RIVM en TNO. Aanbevolen wordt om een heldere projectstructuur te creëren, waarbij één partij, bijvoorbeeld VROM, opdrachtgever is en het projectbudget beheert, en één partij de opdracht aanneemt en coördineert. Gegeven de historie ligt het voor de hand dat het RIVM hoofdaannemer zou zijn. Andere betrokken partijen, bijvoorbeeld TNO-DINO, LEI en Deltares-lab fungeren dan als onderaannemers. Om dit te realiseren is afstemming noodzakelijk tussen de ministeries van OC&W, EZ, VROM, V&W en LNV. Indien de huidige structuur wordt gehandhaafd is het aan te bevelen dat meerjarige afspraken tussen VROM, RIVM en TNO over de uitvoering LMB worden gemaakt, met daarin heldere afspraken over budget en taakverdeling en voldoende (priori)tijd en capaciteit om het monitoring programma en databeheer volledig uit te kunnen voeren.

Conclusies
Het LMB heeft in lijn met de Beleidsbrief Bodem een thermometerfunctie voor de bodemkwaliteit. Het vormt daarmee een belangrijk instrument voor beleidsmakers. Vanuit dat oogpunt is voortzetting van het LMB raadzaam, zij het met verbeteringen.

Een directe aansturing van het LMB via VROM-RIVM zou het mogelijk maken om sneller in te springen op bestaande en nieuwe beleidsvragen. Ook kan door een directe aansturing via VROM-RIVM, het onderzoek beter gecoördineerd en afgestemd worden met andere projecten zoals BoBI en LMM.

Vanuit het oogpunt van efficiëntie, transparantie en het optimaliseren van de beschikbaarheid van meetgegevens, is een afstemming tussen de landelijke bodem- en grondwater meetnetten (LMM, LMB) onderling gewenst. Op die manier kunnen stoffen door de systemen heen gevolgd worden.

Het LMB kan samen met BoBI een bijdrage leveren aan de monitoringactiviteiten in het kader van de concept-Kaderrichtlijn Bodem en Kaderrichtlijn Water.

1 Inleiding en leeswijzer

Het milieubeleid heeft informatie nodig over de toestand en kwaliteit van de leefomgeving. Op basis daarvan kunnen gerichte maatregelen worden genomen ter bescherming van de mens en ecosystemen. Deze informatie wordt verzameld door middel van monitoring. In de visie van VROM dienen de monitoringactiviteiten regelmatig geëvalueerd worden (Metselaar et al., 2009). Deze rapportage geeft een evaluatie van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB).

De centrale vraag in deze evaluatie is hoe het LMB 16 jaar na de start functioneert en wat het, direct en indirect, voor de beleidsmakers en de wetenschap heeft opgeleverd. Naast deze terugblik wordt ingegaan op de vraag hoe het LMB zich in de toekomst verder kan ontwikkelen.

In dit rapport worden diverse aspecten van het LMB geëvalueerd: de opzet, kosten, resultaten, producten en de organisatiestructuur. Hoofdstuk 2 en 3 zijn bestemd voor beleidsmakers en onderzoekers en omvatten een beschrijving van het beleidsmatige speelveld (hoofdstuk 2) en de feitelijke evaluatie en aanbevelingen (hoofdstuk 3). In hoofdstuk 4 en 5 staat uitgebreide achtergrondinformatie over het LMB en andere gegevenssets. Deze hoofdstukken omvatten een verbreding een verdieping van hoofdstuk 3, en zijn met name bestemd voor onderzoekers.

rivm

2 Beleidsmatig speelveld

2.1 Nederlands bodembeleid

2.1.1 Beleidsbrief Bodem: duurzaam bodembeheer

Binnen het bodembeleid wordt de bodem als een dynamisch (eco)systeem gezien, waarbij de combinatie van biologische, fysische en chemische bodemkwaliteit van belang is. In de Beleidsbrief Bodem staat daarover (VROM, 2003):

De (gebruiks) waarde van de bodem heeft een economische, sociale en een ecologische dimensie. Het ecologisch functioneren zal worden beoordeeld op basis van chemische, fysische en biologische parameters. De bodem wordt niet langer beschouwd als een statisch compartiment maar als een dynamisch ecosysteem. Het vermogen van de bodem om nu en in de toekomst zo goed mogelijk maatschappelijke diensten te leveren is vertrekpunt.

Het vermogen van de bodem om maatschappelijke diensten te verrichten wordt in de Beleidsbrief Bodem ook verwoord in de paragraaf over duurzaamheid:

Een gezonde en levende bodem levert maatschappelijke diensten. Een gezonde bodem kan zich (eerder) herstellen van verstoring of verandering van het gebruik, kan water, gassen, stoffen en energie opslaan en bewaren, en is in staat tot afbraak en synthese van stoffen. Ook heeft een gezonde bodem het natuurlijke vermogen om ziekten en plagen te voorkomen of te onderdrukken, een dragend vermogen te bieden en een stabiele fysieke structuur.

Een gezonde bodem is een bodem met een goede bodemkwaliteit in de breedste zin van het woord: de bodem is een levend systeem. Voor het bepalen van de bodemkwaliteit zijn in ieder geval de in het eerste citaat genoemde chemische, fysische en biologische parameters noodzakelijk.

De elementen die met bodemkwaliteit van doen hebben, zijn voor een deel bekend, maar voor een groot deel ook niet. De bodem wordt van vele kanten bedreigd, en de bodemkwaliteit is slechts af te lezen aan systeemkenmerken. Een bekende bedreiging is bijvoorbeeld de diffuse bodemverontreiniging en daar heeft het LMB in principe voorzien in een passende structuur. Het gaat bijvoorbeeld ook om moeilijk te meten bedreigingen en bodemeigenschappen, zoals de verdichting van de bodem door te zware machines. Het is nog niet goed duidelijk welke milieueffecten een verdichte bodem op de processen en functies heeft. Soms gaat het ook om nog onbekende bedreigingen, zoals die van genetisch gemodificeerde organismen.
Het LMB voorziet in een infrastructuur, nu en voor de toekomst, om op een praktische manier kennis te ontwikkelen en toe te passen over het functioneren van de bodem in Nederland, voor:

1. Bekende bodembedreigingen en bekende milieueffecten (bijvoorbeeld het effect van bodemverontreiniging op de diversiteit van bodemorganismen).
2. Bekende bodembedreigingen en onbekende milieueffecten (bijvoorbeeld het effect van bodemverdichting op de nutriëntenkringlopen).
3. Onbekende bodembedreigingen (bijvoorbeeld verspreiding van genetisch gemodificeerde organismen en onverwachte accumulatie van stoffen).

Kennis van de bodem in Nederland kan worden gebruikt om het bodembeleid te toetsen, het bodembeheer te beoordelen, duurzaam bodemgebruik te stimuleren, en nieuwe kwaliteitscriteria te ontwikkelen.

2.1.2 Beleid rond diffuse verontreinigingen

Theoretisch kan worden afgeleid dat er is sprake van een netto-ophoping van zware metalen in landbouwbodems onder andere door toepassing van (kunst)meststoffen en atmosferische depositie. Dit leidt vooralsnog niet tot functiebeperkingen voor de landbouw en ook niet tot problemen met de voedselkwaliteit. Uitzonderingen zijn de uiterwaarden en gebieden waar sprake is van grootschalige historische diffuse verontreinigingen (De Kempen en het westelijk veenweidegebied[1]; circa 8% van het landbouwareaal). Landbouw is de voornaamste bron van (geregistreerde) emissies van zware metalen naar de bodem (Emissieregistratie, 2005).

De belasting van landbouwgronden met zware metalen is in 2003 naar schatting met 40% (zink), 50% (koper) en 80% (cadmium) afgenomen ten opzichte van 1990 (Emissieregistratie, 2005). Toch hopen zware metalen zich nog steeds op. De termijnen waarop dit tot normoverschrijding kan leiden zijn echter relatief lang (enkele decennia tot eeuwen).
De aanvoer van zink en koper wordt sinds 2001 gereguleerd via regelgeving, die de gehalten van zwarte metalen in veevoer aan een maximum bindt. De aanvoer van cadmium is gedaald door vermindering van fosfaatkunstmest (via het generiek mestbeleid) en door gebruik van kunstmest uit schoner fosfaaterts. Vanuit de Kaderrichtlijn Water kunnen nog vast te stellen doelen voor prioritaire stoffen in water gaan sturen op het verder terugdringen van diffuse bodemverontreinigingen.
Enkele voorbeelden van reductie en resterende belasting van gewasbeschermingsmiddelen zijn:

- In 1,7-3,5% van de in Nederland geteelde landbouwproducten worden, gewogen naar dagelijkse inname, gewasbeschermingsresiduen boven de residunorm gevonden.
- In het oppervlaktewater komen in 2003-2004 in ongeveer de helft van de meetlocaties één of meerdere gewasbeschermingsmiddelen in concentraties boven de MTR-waarde voor (MNP, 2006).
- De milieubelasting van het bodemecosysteem door gewasbeschermingsmiddelen is tussen 1998 en 2005 met 78% afgenomen (MNP, 2006).

Het beleid op gewasbeschermingsmiddelen bevat onder andere regels voor toelating, beperking van emissie, normen voor residuen op of in gewassen, en stimulansen voor een meer geïntegreerde gewasbescherming.

De aankomende Kaderrichtlijn Bodem verplicht onder bepaalde condities tot maatregelen om accumulatie van gevaarlijke stoffen in de bodem te voorkomen (artikel 9). Deze verplichting is nog niet voldoende opgenomen in de Nederlandse regelgeving. Dat geldt bijvoorbeeld voor de accumulatie in

[1] In het westelijke veenweidegebied zijn verhoogde metaalconcentraties aanwezig als gevolg van het door de eeuwen heen verbeteren van de slappe veengrond (‘toemaken’), met onder andere afval uit de omringende steden. Er zijn overschrijdingen van de interventiewaarden geconstateerd voor lood en in mindere mate koper (Rutgers et al., 2008). Het is mogelijk dat door bodemdaling als gevolg van lage grondwaterstanden en de daarmee gepaard gaande oxidatie van het veen, de concentraties van metalen veel sterker stijgen dan door de aanvoer via mest, bestrijdingsmiddelen en atmosferische depositie. In die gevallen zal effectief bodembeheer primair gericht moeten zijn op het terugdringen van bodemdaling, in plaats van op de aanvoer van zware metalen (Rutgers et al., 2008).

de bodem van zware metalen uit mest. Fosfaten en stikstof uit mest zijn geen gevaarlijke stoffen en vallen alleen onder de 'voorzorgsbepaling' van de KRB (artikel 4).
Het LMB is een instrument om de diffuse verontreinigingen (metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK), organochloorbestrijdingsmiddelen (OCB)) te kunnen kwantificeren en te volgen in de tijd. Naast bronbeperkende maatregelen, is met het LMB ook de effectiviteit van beleid te toetsen en aan te geven waar aanpassingen nodig zijn.

2.1.3 Rol van het LMB in het bodembeleid

Volgens de Beleidsbrief Bodem is een gezonde bodem een bodem met een goede bodemkwaliteit in termen van fysische, biologische en chemische indicatoren (zie paragraaf 1.1.1). Voor het bepalen van de bodemkwaliteit in zowel chemische, fysische en biologische zin levert het LMB samen met BoBI de benodigde parameters en volgt deze in de tijd. Mede op basis van deze gegevens kan beoordeeld worden of er sprake is duurzaam bodembeheer. In het bodembeheer vervult het LMB de rol van een *'general surveillance'*, een vinger aan de pols, van de bodemkwaliteit als onderdeel van het milieu van Nederland. Zonder een *general surveilance* bodemmeetnet kan de ontwikkeling van de bodemkwaliteit niet gevolgd worden en kan er slechts indirect en met grotere onzekerheid worden beoordeeld of binnen Nederland sprake is van duurzaam bodembeheer.
Het LMB heeft een belangrijke rol gehad in verwante projecten en onderzoekprogramma's. De bijdrage varieerde van het leveren van meetgegevens, het afleiden van normen, of het scheppen van een referentiekader tot het bieden van een infrastructuur voor andere meetprogramma's. Een groot aantal rapporten en publicaties is uitgebracht mede dankzij de resultaten van het LMB.

2.2 Europees beleid

2.2.1 Kaderrichtlijn Bodem

Het Europese milieubeleid is op hoofdlijnen vastgelegd in zeven samenhangende 'Thematic Strategies'. Deze zijn opgesteld voor: lucht, afvalverwerking en recycling, marine milieu, pesticiden, natuurlijke hulpbronnen, stedelijke omgeving en bodem.
Met het opstellen van de strategieën heeft tevens een modernisering van het beleid plaatsgevonden. Het beleid en de doelen zijn vast gelegd in een raamwerk. Bij de totstandkoming hiervan zijn belangengroeperingen en wetenschappers geraadpleegd. Tevens wordt een 'Impact Assessment' gemaakt om de economische-, sociale-, en milieuaspecten van het voorgestelde beleid in te schatten. De uiteindelijke Europese wetgeving wordt vastgelegd in zogenoemde 'Directives' die door het Europees Parlement moeten worden aangenomen.
Het Europese bodembeleid is een lange weg gegaan. In 2002 bracht de Europese Commissie de notitie 'Towards a Thematic Strategy on Soil Protection' (EC, 2002) uit. Hierin werden acht bedreigingen voor de bodem geïdentificeerd: erosie, afname organische stof, verontreiniging, verzilting, verlies biodiversiteit, afdekking, aardverschuivingen en overstromingen.
In 2003 werden ook vijf 'Working Groups' en een stuurgroep ingesteld om te adviseren in de verdere ontwikkeling van Europees bodembeleid. Dit proces werd in 2004 afgerond met (lijvige) rapporten over: de toestand van de bodem in Europa, bedreigingen, en drijvende krachten achter bodemdegradatie. In dit verband is het rapport van de Thematic Strategy for Soil Protection - Technical Working Group Monitoring van belang als Europese context voor het LMB.

De ‘Thematische Strategie voor Bodembescherming’ is in 2006 aangekondigd (EC, 2006). Tegelijk is een voorstel voor de ‘Soil Framework Directive’ (Kader Richtlijn Bodem, KRB) ingediend.
De Directive is een struikelblok gebleken in de besluitvorming. In december 2007 was er onvoldoende steun voor de KRB: Nederland, Groot-Brittannië, Duitsland, Oostenrijk en Frankrijk waren tegen het voorstel, waardoor er geen meerderheidsbesluit kon worden genomen. Tot op heden is geen oplossing gevonden om de meningsverschillen te overbruggen. Het Europese Parlement geeft er de voorkeur aan, dat er zo veel mogelijk flexibiliteit in de richtlijn wordt ingebouwd. Landen, zoals Nederland, die hun zaken al grotendeels op orde hebben, mogen niet worden gedwongen hun nationale wetgeving over te doen. De Europese Commissie mag de landen alleen een resultaatsverplichting opleggen. Hoe zij het resultaat vervolgens willen bereiken, is een zaak van hen zelf.
Volgens de laatste informatie zal het tot 2010 duren voor de besluitvorming kan worden afgerond.

Het uitgangspunt van de Thematische Strategie voor Bodembescherming is: ‘zorgen voor een duurzaam bodemgebruik’. Dit is verder uitgewerkt in vier leidende principes: preventie en behoud van bodemfuncties, duurzaam gebruik en beheer, geen afvalput, herstel van aantastingen tot functieniveau.

De Europese Commissie wil dat de lidstaten meer aandacht besteden aan de bescherming van hun bodem. De aantasting van de bodem in de EU is de afgelopen tientallen jaren sterk toegenomen. De economische schade door erosie, verdichting, verzilting, aardverschuivingen, verlies aan organisch materiaal en verontreinigingen, wordt geschat op 38 miljard euro per jaar.
Door toedoen van de mens en versterkt door klimaatveranderingen, heeft inmiddels 12 % (115 miljoen hectare) van het totale landoppervlak van de EU te lijden van watererosie. Bijna de helft (45 %) van de grond heeft een te laag organische stofgehalte. De verslechtering van de bodemgesteldheid en de oprukkende verwoestijning in sommige gebieden van Europa heeft direct gevolgen voor de vruchtbaarheid van de grond en het vermogen om kooldioxide op te slaan, water vast te houden en verontreinigingen af te breken. Daarnaast zijn er naar schatting 3,5 miljoen verontreinigde locaties in de 27 lidstaten tezamen.

In het oorspronkelijke voorstel voor de Soil Framework Directive zijn onder andere de volgende aandachtspunten en maatregelen aangekondigd.
- De lidstaten wordt gevraagd een inventarisatie te maken van de ‘prioritaire gebieden’ voor de beschreven bodembedreigingen.
- De Europese landen moeten daarnaast binnen vijf jaar locaties in kaart brengen waar sprake is van concentraties van gevaarlijke stoffen en vervolgens plannen opstellen om deze terreinen te saneren.
- In Nederland vindt monitoring van de bodemsanering reeds plaats en het LMB biedt een landelijk trendmeetnet voor diffuse verontreinigingen en de kwaliteit van landbouwgronden. Op andere fronten zijn de problemen in Nederland niet altijd even dringend of relevant (aardverschuivingen en erosie). Er wordt echter ook geen systematisch onderzoek naar gedaan.

Om zaken als erosie, verzilting en aardverschuivingen tegen te gaan moeten de lidstaten binnen uiterlijk zeven jaar na invoering van de Bodemrichtlijn een programma van maatregelen klaar hebben. Het programma moet vervolgens om de vijf jaar worden herzien.

In de Thematische Strategie, de adviezen van de Working Groups en de amendementen van het Europees Parlement wordt gevraagd om meer wetenschappelijke aandacht voor de rol die bodemverval speelt bij klimaatveranderingen (opslag van koolstof). Er is meer aandacht nodig voor opleiding en voorlichting over bodemclassificatie, inventarisatie en methoden om de bodem te beschermen en uniforme meetnetten op te zetten, onderzoek naar biodiversiteit en mogelijkheden voor duurzaam gebruik.
De meeste bodemonderzoek- of -inventarisatieprogramma’s zijn eenmalig. De opzet kan gebaseerd zijn op een ruimtelijk grid of meer thematisch en gestratificeerd. Met het LMB als langlopend

meetprogramma is Nederland is één van de uitzonderingen op dit gebied. Sommige lidstaten hebben onlangs meetprogramma's ingericht (Frankrijk, Verenigd Koninkrijk) of zijn in de opstartfase (Ierland). De toepassing van chemische en biologische indicatoren in een landsdekkend meetnet maakt dat Nederland een unieke positie heeft in de afstemming en aansturing van alle bodemmeetnetten in Europa.
In het licht van de bredere aandacht voor bodemkwaliteit, zowel van de Nederlandse overheid als door de Europese Commissie, is het aan te bevelen om te zoeken naar uitbreidingsmogelijkheden voor het LMB. Hierbij kan worden gedacht aan een betere aansluiting op de vragen die verband houden met de relevante bodembedreigingen (volgens EU-model) en met de bodem als een vitaal en dynamisch systeem. Vernieuwend onderzoek is nodig om de toekomstige vragen te kunnen blijven beantwoorden. In het LMB is momenteel bodemchemische, biologische en grondwaterkwaliteit al geïntegreerd, qua meetlocaties en infrastructuur. Thema's als bodemdaling, verdichting, afdekking, verzilting, verlies van organische stof, en duurzaam bodembeheer, zouden een (uitgebreidere) plaats moeten krijgen in het LMB. Hiermee wordt een goede aansluiting verkregen met prioriteiten uit Nederland en Europa, en groeit de beleidsrelevantie voor de Nederlandse overheid.

2.2.2 Kaderrichtlijn Water

In 2004 is in het kader van artikel 5 van de KRW een at risk-bepaling (=karakterisering) uitgevoerd (Meinardi en Van den Berg, 2008). Bij een at risk-bepaling wordt aan het begin van een planperiode een inschatting gemaakt van de toestand van een grondwaterlichaam aan het einde van de planperiode: er wordt vooruit gekeken. In 2004 zijn voor de toplagen in klei- en veengebieden waarnemingen met betrekking tot freatisch grondwater uit onder andere het LMB gebruikt om karakterisering van het grondwater in de desbetreffende grondwaterlichamen in te schatten.

LMB en at risk-bepaling 2013
In 2013 zal opnieuw een at risk-bepaling uitgevoerd moeten worden voor de KRW. Dan kunnen de monitoringgegevens van grondwater uit de derde LMB-ronde van nut zijn: deze zijn qua locaties en wijze van bemonstering vergelijkbaar met het LMM en kunnen gezamenlijk bijdragen aan de at risk-bepaling met betrekking tot de bovenste meters van het grondwater. In de derde ronde zijn door financieringsproblemen bij de uitvoering, door TNO in overleg met VROM echter een groot deel van de grondwateranalyses geschrapt. De fosfaatconcentraties die worden gemeten in bodem kunnen bijdragen aan inzicht in de rol van oppervlakkige afspoeling van bodemdeeltjes naar sloten. Met name voor fosfaat levert deze route een belangrijke bijdrage aan de belasting en kwaliteit van het oppervlaktewater. Een te hoge fosfaatconcentratie in sloten kan leiden tot verstoring van ecosystemen. Deze gegevens zijn ook van belang als in de toekomst een EU-Fosfaatrichtlijn mocht worden opgesteld.

LMB en toestandbepaling KRW
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 (6-jaarlijks: in 2008, 2015, et cetera). 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-Koekkoek et al. (2009) wordt daarom aanbevolen om bij de bepaling van de chemische toestand, afhankelijk van de hydrologische situatie (het zogenaamde conceptuele model, zie Spijker et al., 2009) ook kwaliteitgegevens uit het bovenste grondwater 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 (binnen 6 jaar, in plaats van na gemiddeld 15 jaar) onderzocht kunnen worden. Hierbij kan gebruik worden gemaakt van bestaande meetnetten zoals het (uitgebreide) LMB. In hoeverre deze aanbeveling zal worden overgenomen in het Draaiboek monitoring KRW is op dit moment (oktober 2009) nog onbekend.

rivm

3 Evaluatie en aanbevelingen

3.1 Inleiding

In 1993 ging het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) definitief van start. Daarmee werd na lange tijd in de behoefte voorzien om ook voor de bodem een controle-instrument te hebben ter complementering van de andere monitoringinstrumenten (lucht, water, grondwater en regenwater). Het milieubeleid heeft informatie nodig over de toestand en kwaliteit van de leefomgeving en de trends daarin. Op basis daarvan kunnen gerichte maatregelen worden genomen ter bescherming van de mens en ecosystemen. Vervolgens moet ook de effectiviteit van het beleid kunnen worden geëvalueerd. Daarnaast kunnen modellen worden gebruikt om vooraf scenario's door te rekenen, op basis waarvan het te verwachten effect van maatregelen kan worden ingeschat. Deze instrumenten zijn dus ondersteunend in het proces van beleidsvorming. Zowel aan de input-kant van beleidsontwikkeling en modellen, als bij tussentijdse evaluaties of de controle achteraf zijn betrouwbare meetgegevens onontbeerlijk. Milieumeetnetten zijn dus essentieel voor de beleidsorganen, zowel op landelijke, als provinciale en regionale schaal.

Eén van de doelstellingen van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit is door Bronswijk et al. (2003) als volgt omschreven:

Het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit heeft als primaire doelstelling het vaststellen of veranderingen in de bodemkwaliteit van het landelijk gebied van Nederland optreden, onder invloed van diffuse belasting. Daarnaast heeft het meetnet tot doel het beschrijven en zo mogelijk verklaren van de huidige bodemkwaliteit. Het meetnet is zodanig ingericht dat relaties kunnen worden gelegd met de belastingsgegevens vanuit diffuse bronnen als de landbouw en atmosferische depositie.

Opgemerkt kan worden dat de algemene term bodemkwaliteit bij deze doelstelling uit begin jaren 90 ingevuld werd met de term diffuse belasting. Andere kenmerken van bodemkwaliteit, zoals het organisch stofgehalte, bodemafdekking, bodemverdichting, lokale bodemverontreiniging en functionele aspecten van de bodem (zoals het zelfreinigende vermogen van de bodem) werden niet benoemd. In de loop der jaren is het denkbeeld over bodemkwaliteit breder geworden. Nu wordt, naast de chemische kwaliteit, ook bodembiologische en fysische kwaliteit als onderdeel van de bodemkwaliteit gerekend (VROM, 2003).

VROM heeft als visie, dat monitoringactiviteiten regelmatig moeten worden geëvalueerd om te beoordelen of ze nog kosteneffectief zijn (Albers, 2006; Loos en Zwart, 2008; Metselaar et al., 2009). Dit hoofdstuk geeft een evaluatie van het LMB anno 2009 na bijna drie meetrondes van ieder 5 jaar. De centrale vraag die hierbij een rol speelt is hoe het LMB 16 jaar na de start functioneert en wat het, direct en indirect, voor het beleid heeft opgeleverd. Daarnaast speelt de vraag hoe het LMB in de toekomst kan functioneren en welke beleidsvragen beantwoord kunnen of moeten worden.

3.2 Uitvoeringsopzet

3.2.1 Locatiekeuze: aantallen en plaats

Ten grondslag aan het LMB ligt een statistisch model, met als uitgangspunt de bodemkwaliteit binnen een agrarisch bedrijf met een oppervlak groter dan 10 ha en binnen categorieën van grondsoort en landgebruik. De bedrijven binnen een categorie worden via een gestratificeerde aselecte kanssteekproef uit het Bedrijven Informatie Net (BIN) van het LEI getrokken. Deze kanssteekproef is niet bedoeld om een landsdekkend beeld te verkrijgen maar het wordt door de onderzoekers wel representatief geacht voor de betreffende bodem- en landgebruikcombinaties die samen een groot deel van het agrarisch areaal in Nederland omvatten. De herhaling van de bemonstering, eens in de vijf jaar, is gebaseerd op de pilotstudie en de daarin uitgevoerde statistische analyse (De Kwaadsteniet, 1987; De Kwaadsteniet, 1995).

In de loop der jaren is de kennis over de opzet van monitoringprogramma's in Nederland toegenomen, mede op basis van ervaringen in het buitenland. Deze kennis wordt ook toegepast bij de opzet van nieuwe monitoringprogramma's (Knotters, 2008). Op basis van deze recente inzichten wordt de opzet van het LMB ook bekritiseerd (Brus, 2008) onder andere omdat de nauwkeurigheid van het meetnet niet bekend zou zijn. Uit overleg met het Landbouw Economisch Instituut blijkt het echter goed mogelijk om bijvoorbeeld de kans dat een bedrijf getrokken wordt in de steekproef (de insluitkans) te berekenen is. Aanbevolen wordt om in 2010 projectbudget vrij te maken om het LMB statistisch door te lichten (actie VROM-RIVM, in overleg met Alterra en het LEI). De methodiek voor het LMB is begin jaren 90 met de best beschikbare kennis ontwikkeld. Door kennisontwikkeling is het mogelijk om op basis van nieuwe statistische technieken het LMB te verbeteren.

Bij de opzet van het LMB heeft men gekozen voor een benadering op bedrijfsniveau. Een van de achterliggende gedachten was dat een koppeling met de gegevens uit het LEI-BIN mogelijk is. Van deze koppeling is echter alleen in de eerste ronde gebruikgemaakt om de balansen van metalen en de relatie met bodemconcentraties in beeld te brengen. Omdat bedrijven na zeven jaar het BIN verlaten zit nu slechts nog een klein deel in het BIN. Wel wordt gebruikgemaakt van geaggregeerde gegevens. Vanuit efficiency-overwegingen kunnen landelijke bedrijfsgemiddelden van de afzonderlijke categorieën gebruikt worden. Dit geeft informatie voor het doen van globale schattingen van aan- en afvoer van stoffen.

Het LMB en het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) bemonsteren beide bedrijven die geworven zijn vanuit het LEI-BIN. In het LMM ligt de nadruk op de ontwikkeling van de freatische grondwaterkwaliteit (bovenste grondwater, drainwater en slootwater worden bemonsterd). De reden dat LMM en LMB niet precies dezelfde bedrijven in het meetnet hebben[2], is het verschil in uitgangspunten. Voor het LMM is de koppeling aan het LEI-BIN het uitgangspunt, omdat op deze wijze de relatie tussen verandering in landbouwpraktijk (vooral stikstofoverschot) en waterkwaliteit (vooral nitraatconcentratie) beter kan worden bepaald. In het BIN werden de deelnemers actief vervangen na circa zeven jaar, om zo te zorgen dat het BIN representatief bleef voor de landbouw in

[2] Bij de start van het LMB in 1993 is gebruikgemaakt van de LMM-locaties in de zandregio. Ook bij de uitbreiding van het LMB en het LMM naar de andere regio's (klei, veen, löss) zijn dezelfde locaties gebruikt. De groepen van deelnemende bedrijven aan LMM en LMB vertonen echter op dit moment weinig overlap omdat bij LMB de deelnemersgroep vast is en bij het LMM de deelnemers tot 2006 na 6 tot 7 jaar actief werden vervangen.

Nederland. Hierdoor was het LMM feitelijk een wandelend meetnet. Voor het LMB is het uitgangspunt dat om een trendbreuk te voorkomen het blijven monitoren op dezelfde locatie noodzakelijk wordt geacht. Voor de (metaal)gehalten in de bodem geldt dat de verschillen in gehalten tussen locaties groot zijn in verhouding tot verwachte veranderingen in deze gehalten in de tijd. Het LMM is in 2006 overgegaan van een wandelend meetnet naar een meetnet met een vaste groep van deelnemers[3]. Ook het BIN omvat inmiddels vaste locaties. Dit biedt daarom een gelegenheid om na te gaan of integratie van LMM en LMB alsnog mogelijk is zonder of met beperkt verlies aan trendinformatie voor een van beide meetnetten.

Aanbevolen wordt om de mogelijkheden voor verdere samenwerking met het LMM en het LEI-BIN te onderzoeken. Voordelen zijn dat de gegevens met betrekking tot freatisch grondwater uit het LMM gebruikt kunnen worden in het LMB (en vice versa) én dat de gegevens met betrekking tot bedrijfsbeheer weer (net als in de eerste ronde) beschikbaar zijn. Hierdoor kan het LMB aan meerwaarde winnen, omdat bodembeheer en bodem- en grondwaterkwaliteit met elkaar in verband kunnen worden gebracht. Nadeel is dat de locatiekeuze van het LMB mogelijk (deels) aangepast dient te worden wat kan leiden tot een trendbreuk. Om de voor -en nadelen van integratie met LMM goed af te kunnen wegen is nader onderzoek nodig (actie VROM-RIVM, in samenwerking met het LEI). Hierbij dient zowel aandacht te zijn voor de statistische onderbouwing (nauwkeurigheid) als voor de procesmatige gevolgen. Het LMM en LMB zijn beide in het beheer van het Centrum voor MilieuMonitoring van het RIVM. Belangrijk verschil tussen beide meetnetten is in de aansturing en verantwoordelijkheden: zowel het budget, aansturing en de database worden bij het LMM door het RIVM beheerd. Bij het LMB is uitvoering en databeheer ondergebracht bij TNO en de coördinatie bij het RIVM.

Een mogelijke integratie van LMM en LMB is pas aan de orde bij de start van de vierde vijfjarige LMB-ronde in 2012. De inhoudelijke consequenties dienen dan wel in 2010 in beeld te worden gebracht om een afgewogen beslissing te kunnen nemen.

3.2.2 Bemonsteringsfrequentie

Een enkele meetronde in het LMB duurt 5 jaar, in deze tijd worden alle 200 locaties bezocht. Tussen de rondes zijn één of twee tussenjaren aangehouden. Binnen het LMB wordt onderscheid gemaakt tussen oneven rondes en even rondes. De eerste ronde van 5 jaar was 1993-1997, de tweede ronde 1999-2003 en de derde ronde: 2006-2010. Tijdens de oneven rondes (1993-1997 en 2006-2010) worden de lagen 0-10 cm en 30-50 cm bemonsterd én wordt het grondwater bemonsterd. Tijdens de even rondes (1999-2003) wordt alleen de laag 0-10 cm bemonsterd. Voor de laag 0-10 cm geldt dus een bemonsteringsfrequentie van eens in de 6 jaar, voor de laag 30-50 cm en voor het grondwater geldt een bemonsteringsfrequentie van eens in de 12 jaar.

De lange periode tussen de meetrondes sluit aan bij het relatief langzame verloop van processen in de bodem. Verwacht wordt dat na ruwweg 5 à 10 meetrondes een betrouwbaar beeld kan worden verkregen van de trends in de concentraties van stoffen. Uit de vergelijking van de eerste en tweede meetronde van het LMB is inmiddels gebleken dat er geen significante verschillen in de chemische samenstelling van de bodem aantoonbaar zijn. Bij de opzet van het LMB werd verwacht, dat onder

[3] Dit is het gevolg van de verplichting, opgelegd door de Europese Commissie, om voor de inrichting van een derogatiemeetnet uit te gaan van een vaste groep van deelnemende bedrijven. Omdat dit derogatiemeetnet is ingebouwd in het bestaande LMM, is er voor gekozen de gehele LMM-bedrijvenpopulatie niet meer actief te vervangen. Dit was mogelijk omdat het LEI inmiddels ook voor het BIN was afgestapt van actieve vervanging van deelnemers.

aanname van de toenmalige bodembelastingcijfers, er na 5 jaar een significante stijging zichtbaar zou zijn voor de metalen koper, cadmium en zink. Mogelijk hebben beleidsmaatregelen, zoals het terugdringen van cadmium in kunstmest, bijgedragen aan een afname van de metalenaccumulatie.

Omdat tot nu toe nog geen significante verschillen in de mediane bodemconcentraties zijn aangetroffen tijdens de eerste twee rondes, is het te overwegen om de bemonsteringsfrequentie aan te passen voor 0-10 cm. Door langere tijdsintervallen te kiezen, bijvoorbeeld door ieder jaar 10 % van de locaties te bezoeken in plaats van de huidige 20 %, kan men met minder inspanning toch de concentraties van de diffuse verontreiniging volgen. Aanbevolen wordt om, indien er gekozen wordt voor verlaging van de frequentie, de monstername en analyse uit te voeren op de wijze van de huidige, uitgebreide, oneven meetrondes. Dit heeft als voordeel dat het LMB budgettair jaarlijks constant blijft, en niet sterk fluctueert tussen rondes zoals nu het geval is. Een eventuele aanpassing van de bemonsteringsfrequentie dient wel bij bijvoorkeur afgestemd te worden op de gewenste monitoringfrequentie van gerelateerde activiteiten. Bijvoorbeeld de bemonstering voor het BoBI-project, meetnetten in het kader van de uitvoering van de Kaderrichtlijn Water, de Grondwaterrichtlijn en mogelijk de Kaderrichtlijn Bodem. Hierbij moet ook in acht worden genomen naar welke processen men wil kijken. Ecologische processen vinden bijvoorbeeld plaats op kortere tijdschaal dan abiotische bodemprocesen.

3.2.3 Infrastructuur

De infrastructuur van het LMB behelst enerzijds een praktische infrastructuur bestaande uit deelnemende agrarische bedrijven waar bemonsterd kan worden, veldploegen voor uitvoer van de diverse bemonsteringen, laboratoriumfaciliteiten en aansturing van het meetnet. Anderzijds functioneert deze infrastructuur als platform waarin onderzoekers en instituten samenwerken. De monsters van het LMB zijn gearchiveerd en dit archief is beschikbaar voor toekomstig onderzoek. Met de infrastructuur van het LMB is het mogelijk om snel op verwachte en onverwachte beleids- en onderzoeksvragen in te spelen.

Eén van de voorbeelden waar de infrastructuur een rol heeft gespeeld is de vraag vanuit de Beleidsbrief Bodem om naast de chemische toestand ook de ecologische en fysische toestand van de bodem te kennen. Doordat de LMB-infrastructuur voor landelijke monitoring reeds bestond, is het RIVM deze ook gaan gebruiken voor het verzamelen van biologische gegevens. Vanuit dit Bodembiologische Indicatoren - project (BoBI) is nu een uniek beeld ontstaan op het bodemecosysteem in Nederland (een samenwerkingsverband van RIVM, Alterra, Wageningen Universiteit en BLGG Oosterbeek, zie ook Bijlage II).

3.2.4 Monsternamemethode

Bodem

Op iedere locatie wordt de toplaag van de minerale bodem bemonsterd door met een graszodeboor 320 steken van de bovenste 10 cm te nemen, verdeeld over het perceelsoppervlak van het bedrijf. Daarnaast wordt tijdens oneven rondes van de laag op 30-50 cm diepte een mengmonster gemaakt op basis van 16 gutssteken verdeeld over het bedrijf. Deze steken worden conform het huidige protocol in emmers gemengd. Aanbevolen wordt om dit mengprotocol nader te onderzoeken (actie VROM-RIVM in overleg met TNO en Grontmij). Om te komen tot een mengmonster dat representatief is voor een bedrijf is het belangrijk dat het monstermateriaal goed wordt gehomogeniseerd.

Tijdens de eerste meetronde werden er 4 mengmonsters genomen per bedrijf, waardoor de variatie binnen een bedrijf in beeld kon worden gebracht. In verband met bezuinigingen wordt met ingang van de tweede meetronde 1 mengmonster per bedrijf geanalyseerd. Een goed mengprotocol is daarom belangrijk.

Binnen een bedrijf kunnen de bodemeigenschappen (bijvoorbeeld het organisch stofgehalte en het kleigehalte) enorm variëren zowel binnen als tussen percelen. Beide hebben invloed op fysische en chemische eigenschappen van de bodem. Hiermee wordt rekening gehouden door de bodemmonsters zoveel mogelijk volgens dezelfde verdeling over de percelen uit te voeren als bij voorgaande rondes. Desalniettemin zal de variatie van bodemeigenschappen binnen bedrijven een bron van 'ruis' blijven.

Grondwater
Op iedere locatie wordt eens in de 12 jaar het bovenste grondwater bemonsterd. De bemonsteringsprocedure sluit aan bij de protocollen die gevolgd worden bij het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en het TrendMeetnet Verzuring (TMV). Door financiële tekorten bij TNO is de grondwaterbemonstering in 2006 en 2009 niet uitgevoerd.

3.2.5 Chemische analyses

Het pakket aan anorganische en organische analyses, beschreven in paragraaf 3.3.4, is een normaal pakket aan parameters om de kwaliteit van de bodem te karakteriseren. Gegevens zoals de pH, het organisch stofgehalte, lutumgehalte, kalkgehalte en de kationuitwisselcapaciteit geven basisinformatie over de fysische en chemische eigenschappen van de bodem. De nutriënten geven informatie over de bodemvruchtbaarheid, de gehalten aan organische verbindingen en zware metalen geven informatie over mogelijke verontreinigingen. Hetzelfde geldt voor het grondwaterpakket, dit correspondeert met de parameters zoals geanalyseerd in het grondwater in het LMG, LMM en TMV. Uit de telefonische interviews (zie Bijlage I) bleek dat geen van de respondenten vindt dat het pakket verkleind dient te worden. Wel is aanbevolen ook arseen te rapporteren.

De laboratoriumanalyses vinden op een effectieve manier door methoden te gebruiken die simultaan meerdere elementen meten volgens internationaal erkende standaardmethoden, bijvoorbeeld ICP-MS (inductively coupled plasma–mass spectrometry). Het is dan ook relatief eenvoudig om arseen ook in het LMB-analysepakket op te nemen.

Een verbetering die zal leiden tot een hogere nauwkeurigheid is gebruik te gaan maken van het monsterarchief om meer inzicht te verkrijgen in de variatie die wordt veroorzaakt door verandering van laboratorium en analysemethode. In de loop der jaren is het onvermijdelijk dat analysemethoden veranderen of dat moet worden uitgeweken naar een ander laboratorium (Spijker, 2005). Omdat het LMB beschikt over een monsterarchief kan men door heranalyse van een deel van de gearchiveerde monsters deze variatie tussen laboratoria inzichtelijk maken. Om de kosten beperkt te houden zou eenmalig onderzoek kunnen worden gedaan op basis van een steekproef, zodat niet alle archiefmonsters opnieuw geanalyseerd hoeven te worden maar slechts een deelverzameling. De uitkomsten van deze heranalyses kunnen worden gebruikt om onderzoek te doen naar de invloed van verandering in analysemethoden op de gemeten concentraties van stoffen in de bodem.

Een grote meerwaarde voor het LMB kan gehaald worden door de gemeten parameters meer af te stemmen met ander lopend beleidsonderbouwend onderzoek. Bijvoorbeeld informatie over het freatische grondwater, onderdeel van het LMB, is van groot belang voor onderzoek in het kader van de uitvoering van de grondwaterrichtlijn of voor de uitloging van stoffen uit de bodem. Ook dient het

LMB beter afgestemd te worden op de bedreigingen (‘*threats*’) die in de Kaderrichtlijn Bodem (KRB) genoemd worden.

In het LMB wordt organische stof alleen als totaalgehalte bepaald. Nadere karakterisering van de organische stoffracties kan een belangrijke aanvulling zijn op het huidige LMB-analysepakket. Zowel voor de KRB als voor klimaatonderzoek verschaffen gegevens met betrekking tot de chemische samenstelling en leeftijd van de verschillende organische stoffracties informatie over de koolstofkringloop en de rol van de bodem als *sink* en *source* van koolstof (zie ook telefonische interviews Bijlage I).

3.2.6 Datavalidatie en databeheer

De gegevens van het LMB zijn niet goed ontsloten. Aanvankelijk zijn ze binnen het RIVM in een database opgeslagen voor intern gebruik. In een latere fase zijn ze ook opgenomen in de DINO-database zodat ze geanonimiseerd beschikbaar komen voor derden via het DINO-loket. Desondanks blijkt uit de telefonische interviews (zie Bijlage I) dat de toegankelijkheid onvoldoende is. Door betere ontsluiting van de gegevens wordt verwacht dat meer onderzoekers en beleidsmakers gebruik zullen maken van LMB-gegevens, wat het nut en de zichtbaarheid ten goede komt.

Naast gegevens over de chemische bodemkwaliteit zijn er, via het gerelateerde BoBI-project, ook gegevens over de biologische kwaliteit beschikbaar. De gegevens van BoBI worden in een RIVM-database bewaard en deze is (nog) niet direct van buitenaf toegankelijk. Op aanvraag worden de gegevens wel verstrekt.

Door de koppeling van de gegevens over concentraties van stoffen uit het LMB met die van BoBI ontstaat er een zeer brede dataset. Niet alleen de chemische parameters zijn daarin aanwezig maar ook fysische en bodembiologische. Deze gegevens zijn van groot belang in het onderzoek naar de relatie tussen bodem(gebruik) en ecosysteemdiensten van de bodem zoals omschreven in de Beleidsbrief Bodem. Het onderzoek wat wordt verricht door het RIVM is deels vraaggestuurd en wordt voornamelijk ingegeven in beleidsrelevante vraagstukken. Op basis van de resultaten uit de meetprogramma’s zijn ook meer fundamentele inzichten te verkrijgen. Dit extra onderzoek kan worden gestimuleerd als de data beter ontsloten worden en beschikbaar zijn voor onderzoekers van andere instellingen.

Bij de ontsluiting van gegevens is het noodzakelijk om de privacy van de bedrijfseigenaren waar de metingen zijn verricht te beschermen. Deze privacy kan gewaarborgd worden door alle verwijzingen naar het bedrijf, zoals het LEI-nummer, uit de dataset te verwijderen. Daarnaast kunnen de ruimtelijke coördinaten op geaggregeerd niveau worden aangeboden. Bijvoorbeeld door afronding van coördinaten of door locaties te aggregeren op regioniveau. Een andere, meer bewerkelijke optie, is om de bedrijfseigenaren/grondeigenaren te vragen of de originele gegevens, inclusief coördinaten, geopenbaard mogen worden.

3.3 Planning en kosten

De uitvoering van een meetnet is samen te vatten in een vijftal activiteiten:

- planning, coördinatie;

- veldwerk;
- laboratorium analyses;
- gegevensopslag –en beheer;
- rapportage.

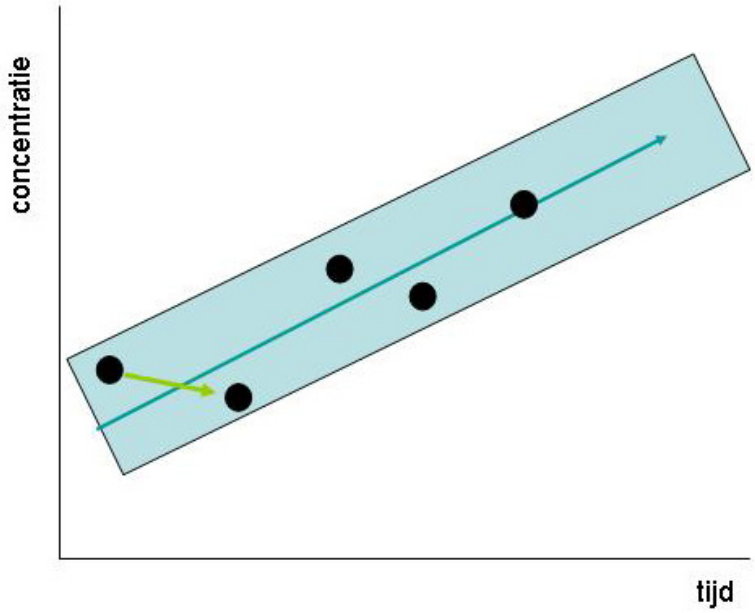
Het LMB is sinds 1993 conform de opzet uitgevoerd. Er waren enkele afwijkingen van de planning. Zo zaten er tussen de tweede en derde ronde 2 pauzejaren in plaats van 1 pauzejaar in verband met overname en opstart bij TNO. Ook is sterk op de analysekosten bezuinigd door vanaf de tweede ronde niet langer 4 mengmonsters per bedrijf te analyseren, maar 1 mengmonster. Daarnaast is vanaf de tweede ronde niet meer per jaar een rapport verschenen, maar is dat na afloop van de hele ronde gedaan. Doordat vanaf de tweede ronde niet meer jaarlijks is gepubliceerd, is de zichtbaarheid sterker afgenomen dan was voorzien.

In de beginjaren van het LMB zijn alle genoemde activiteiten in eigen beheer uitgevoerd, met uitzondering van het veldwerk. Vanaf 2003 zijn het veldwerk, de laboratoriumanalyses en het databeheer over gegaan naar TNO. Dit is met gesloten beurs gegaan: TNO wordt gefinancierd vanuit GIP-gelden van de ministeries van OC&W, EZ, VROM, V&W en LNV. Het LMB-project binnen het RIVM wordt gefinancierd door VROM-DGM, Directie Duurzaam Produceren via het Meerjaren Activiteiten Programma (MAP). Inmiddels heeft TNO jaarlijks een tekort om het LMB uit te voeren zoals het bedoeld is. Dit is onder andere te wijten aan de toename in arbeidskosten bij gelijkblijvende budgetten. Hierdoor is TNO genoodzaakt om de afspraken zoals beschreven in de raamovereenkomst met het RIVM waarin onder andere de uitgebreide monstername en analyses van de oneven rondes staan beschreven, aan te passen, door bijvoorbeeld de grondwaterbemonstering achterwege te laten. Hierover vindt overleg plaats met het RIVM via een stuurgroep RIVM/TNO.

3.4 Resultaten en producten

Resultaten
Een eerste doel van het LMB was om veranderingen in de bodemkwaliteit door accumulatie van stoffen in de tijd aan te kunnen geven. In de loop der jaren is het LMB ook voor andere doelen gebruikt en heeft het bijdragen geleverd aan de kennisontwikkeling op een breder gebied van bodemkwaliteit.

Uitgaande van het eerste doel, vaststelling van verandering in de bodemkwaliteit, blijkt dat na analyse van de tweede meetronde nog geen significante verschillen zichtbaar zijn. Om te toetsen in hoeverre de beleidsmaatregelen effectief zijn voor de verminderde diffuse belasting moeten andere onderdelen van de stofstromen in beeld worden gebracht (uitstoot, depositie, uitspoeling, bedrijfsbalans). Op die manier kan de conclusie (waarneming) over het al dan niet accumuleren in de bodem worden onderbouwd. Daarnaast zal over langere periodes gemeten moeten worden, om stoffen te kunnen volgen met een trage accumulatie. Het voorbeeld in Figuur 2.1 laat zien dat door de spreiding in de waarnemingen ook foutieve conclusies kunnen worden getrokken uit te korte tijdreeksen.



Figuur 2.1: Hypothetische trend van een concentratie in de tijd. De punten geven de individuele waarnemingen weer, de blauwe rechthoek geeft de trend en variatie weer (Blum et al., 2008).

Figuur 2.1 geeft een hypothetisch voorbeeld van een stijgende trend en de daaraan gerelateerde spreiding bij monitoring van een parameter door de tijd. Op basis van de resultaten van de eerste twee meetpunten kan geconcludeerd worden dat er sprake is van een dalende trend (groene pijl). Echter deze waarneming valt nog binnen de totale spreiding van de stijgende trend (blauwe pijl met rechthoek). Als men uitspraken wil doen over veranderingen in het milieu dan zal men ook rekening moeten houden met de tijdschalen waarop deze veranderingen plaatsvinden. Te kleine tijdschalen (de eerste twee punten) kunnen een verkeerd beeld geven van de op grotere tijdschalen plaatsvindende verandering. Van het LMB zijn nu twee (in 2010 drie) meetrondes voltooid. Verwacht wordt dat na enige rondes een betrouwbare uitspraak gedaan kan worden of er sprake is van een trend in stofgehalten. Deze tijdspanne is niet voor iedere stof gelijk.

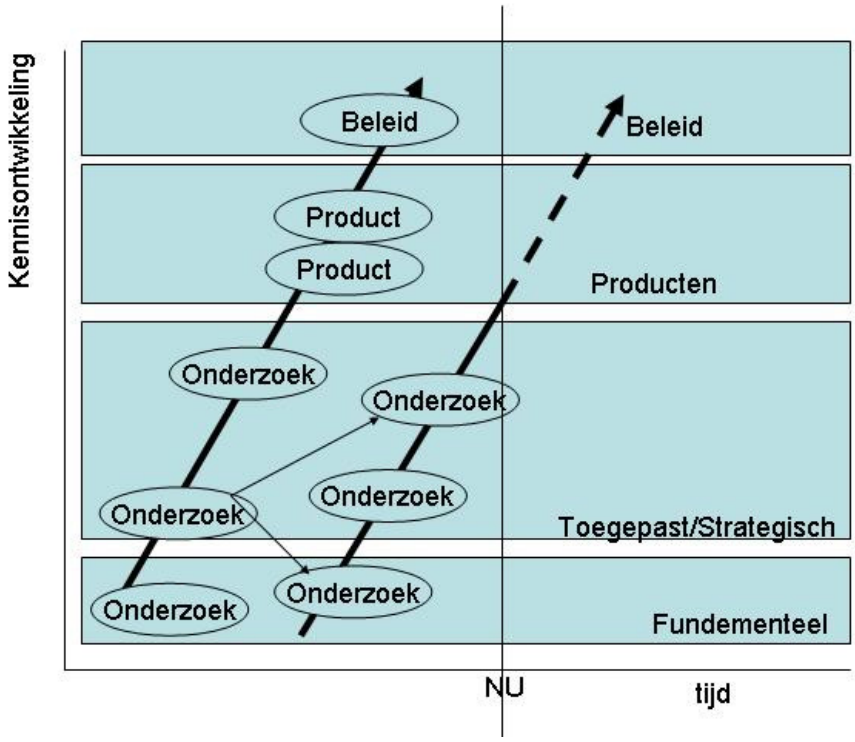
Voorlopig is de boodschap uit het LMB-2 positief: de algemene (chemische) bodemkwaliteit in Nederland is niet aantoonbaar verslechterd. De trendanalyse van de meetgegevens van de organische contaminanten (PAK, PCB, bestrijdingsmiddelen) is pas na 2010 mogelijk, deze stoffen worden alleen tijdens de oneven meetrondes gemeten.

Producten

Het LMB heeft direct (rapportages over de eerste en tweede meetronde) en vooral ook indirect (diverse publicaties van BoBI en Alterra) bijgedragen aan een groot aantal rapporten en publicaties, zie hiervoor de referentielijst in de bijlage. Toch is de zichtbaarheid van het LMB beperkt gebleven. Dit heeft te maken met de positie van het LMB in de ontwikkeling van kennis en beleid. Het LMB wordt gebruikt als basis in studies ter onderbouwing van het bodembeleid en is daardoor niet direct meer als eigen resultaat zichtbaar.

Om de rol van het LMB in het ontstaan van beleid inzichtelijk te maken is het van belang om de weg die kennis aflegt, voordat het door het beleid wordt geïmplementeerd, te begrijpen. Omdat de gegevens

uit het LMB aan de basis staan van andere studies op een hoger integrerend niveau, zijn de basisgegevens vanuit beleidsperspectief meestal niet zichtbaar. Figuur 2.2 illustreert dit.



Figuur 2.2 : Kennisontwikkeling in de tijd. De linker pijl beschrijft een voltooid pad, de rechter pijl beschrijft een pad 'in progress'. Tussen de verschillende paden is het mogelijk dat kennisontwikkeling in het ene pad bijdraagt aan kennisontwikkeling in het andere pad.

Figuur 2.2 toont de ontwikkeling van kennis in de tijd van zeer fundamenteel (links onder) naar toepassing in het beleid (rechtsboven). De figuur laat zien dat fundamentele kennis de grondslag is voor toegepast en strategisch onderzoek. Het LMB genereert gegevens op het niveau van toegepast onderzoek, links onderaan in het figuur. Vanuit de LMB-gegevens wordt nieuwe kennis ontwikkeld en toepasbaar gemaakt (toenemende gebruikswaarde) voor het beleid. Deze ontwikkeling van kennis vindt plaats in afzonderlijke, maar aan het LMB gelieerde, projecten. De producten van deze projecten vinden uiteindelijk hun toepassing binnen het beleid en zijn als zodanig ook zichtbaar voor de beleidsmaker.

De rol van het LMB binnen de kennisontwikkeling van Figuur 2.2 is meerledig;

1. het LMB levert belangrijke meetgegevens op over de toestand en trends in de bodem die bij andere onderzoeken worden gebruikt;
2. het LMB volgt een set kenmerken van de bodemkwaliteit in de tijd die als verantwoording gebruikt worden bij ontwikkeling (of uitblijven) van bodembeleid;
3. het LMB fungeert als een platform voor kennisontwikkeling over bodemkwaliteit en kennisuitwisseling tussen onderzoekers, zowel nationaal als internationaal;
4. gegevens en ervaringen uit het LMB worden gebruikt (zullen gebruikt worden) in een internationale context, bijvoorbeeld bij de verplichtingen die voortvloeien uit de Europese

Bodemstrategie en de Kaderrichtlijn Bodem. De gegevens uit het LMB kunnen ook gekoppeld worden aan gegevens van vergelijkbare meetnetten in andere landen.

De ruwe meetgegevens van het LMB, inclusief de bodembiologische gegevens zijn eenvoudig te kwantificeren en als product benoembaar. De mogelijkheden die deze schat aan gegevens biedt voor beleid, kennisuitwisseling, kennisoverdracht op nationaal en internationaal niveau is lastiger te kwantificeren of in waarde uit te drukken. Bijlage II (publicaties) geeft een overzicht van de vele studies uitgevoerd op basis van LMB en BoBI.

Om de directe zichtbaarheid en bekendheid van het LMB te vergroten, wordt aanbevolen om na ieder jaar een kort overzicht van de nieuwe resultaten te geven, mogelijk afgezet tegen voorgaande jaren. Dit korte overzicht, in de vorm van een zogenaamde *factsheet* (omvang 1 à 2 pagina's) geeft de laatste stand van zaken weer. Dit geeft beleidsmakers en onderzoekers de gelegenheid om direct in te spelen op de meest actuele LMB-gegevens. Ook kunnen deze factsheets dienen als bouwstenen van het overzichtsrapport. Dit kan de doorlooptijd tussen het afronden van een meetronde en het opleveren van het overzichtsrapport over die ronde versnellen.

Ook kan het LMB aan meerwaarde winnen indien intensiever samengewerkt wordt met BoBI. Tot nu toe worden projectmanagement, databeheer en rapportages van beide projecten vaak gescheiden uitgevoerd. Door de koppeling van zowel chemische, fysische en biologische gegevens uit LMB en BoBI ontstaat een totaal beeld van de toestand van de bodem. Dit totaalbeeld geeft meer inzicht in de mogelijkheid van de bodem om ecosysteemdiensten te leveren (zie Beleidsbrief Bodem).

3.5 Relevantie en meerwaarde

Thermometerfunctie

Het LMB heeft in lijn met de Beleidsbrief Bodem een thermometerfunctie voor de bodemkwaliteit. Hiermee kan de toestand en trend worden gedetecteerd, en vormt daarmee een belangrijk instrument voor beleidsmakers. Vanuit dat oogpunt is voortzetting van het LMB nog steeds raadzaam.

Platformfunctie

Het LMB vormt een platform waarin op verschillende manieren en niveaus samengewerkt. Er is een fysieke infrastructuur, bestaande uit deelnemende bedrijven, veldwerkploegen voor de bemonstering, gespecialiseerde bemonsteringsapparatuur, laboratoriumfaciliteiten, mogelijkheden voor dataverwerking- en analyse, en een centrale faciliteit voor de opslag en verwerking van gegevens. Daarnaast wordt in het kader van het LMB samengewerkt tussen instituten en onderzoekers, en tussen overheden, bodembeheerders, bodemgebruikers en onderzoekers. Binnen een meetnet zoals het LMB vergt de hele keten van meetstrategie, planning, grondeigenaren, monstername, analyses en rapportage, een goede afstemming en samenwerking tussen partijen. Een dergelijke samenwerking vergt een omvangrijke menselijke investering die moeilijk in geld of tijd is uit te drukken.
Binnen de infrastructuur van een landelijk bodemmeetnet is het mogelijk om in te spelen op nieuwe bodembedreigingen (bijvoorbeeld verdichting of fosfaatverzadiging), nieuwe analysetechnieken (bijvoorbeeld remote sensing of de zogenaamde 'omics'-achtige technieken) en veranderingen van onze visie op bodemkwaliteit (bodemverontreiniging versus duurzaam bodemgebruik en de KRW). Zonder een centrale bodemmeetnetinfrastructuur kan slechts op ad-hocbasis worden ingespeeld op deze maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen en zal integratie tussen oude en nieuwe elementen, en tussen bodembeheer, -beleid en kennisontwikkeling onvoldoende plaatsvinden. Geconcludeerd kan worden dat het LMB als *general surveillance netwerk* een belangrijke (deels potentiële) rol vervult binnen het beleid rond duurzaam bodembeheer. Aanbevolen wordt om deze rol

duidelijker te communiceren zodat meer algemeen bekend wordt waar het LMB voor staat en dat voor anderen, beleidsmakers, onderzoekers en deskundigen, inzichtelijk wordt waar zij aanknopingspunten hebben bij het LMB.

EU-richtlijnen en klimaatonderzoek
Verwacht wordt dat voor de Kaderrichtlijn Bodem behoefte zal ontstaan aan bodembiologische en bodemfysische data. Beide worden binnen BoBI verzameld, mogelijk kan BoBI hier dan ook een bijdrage aan leveren. Daarnaast zullen analyses van de organische stof van belang zijn voor de KRB. Binnen het LMB wordt het organisch stofgehalte bepaald. Het beleid zal mogelijk streven naar een 'stand still' waarbij bijvoorbeeld organische stofgehalten niet achteruit mogen gaan. Bij zowel het vaststellen van de 'stand still' als de trends in stofgehalten kan het LMB mogelijk een bijdrage leveren (zie ook Bijlage I Verslag interviews). Aanbevolen wordt om de ontwikkelingen van de Bodemrichtlijn te volgen zodat men tijdig in kan spelen op de daaruit komende verplichtingen of, indien mogelijk, de Nederlandse invloed aan kan wenden om deze verplichting nader vorm te geven (actie VROM-RIVM, in overleg met Alterra).

Volgens artikel 5 van de Kaderrichtlijn Water is in 2004 een at risk-bepaling uitgevoerd (Meinardi en Van den Berg, 2008), waarbij per grondwaterlichaam is aangegeven of men verwacht dat deze in 2015 de goede toestand zal hebben. Om deze inschatting te maken zijn in 2004 voor de toplagen in klei- en veengebieden waarnemingen uit het LMB (en LMM, TMV) met betrekking tot freatische grondwater gebruikt. In 2012/2013 zal opnieuw een karakterisering uitgevoerd worden. Ook hierbij kunnen de LMB-gegevens van freatisch grondwater (voor zover beschikbaar uit de derde meetronde), in aanvulling op de LMM- en TMV-gegevens, een bijdrage leveren aan de artikel 5-rapportage.

Voor de Grondwaterrichtlijn is het van belang om te beschikken over kennis van de interactie tussen bodem en grondwater. Dit geldt zowel voor chemische en fysische processen als ecologische processen. De huidige metingen in het LMB zijn nog niet geoptimaliseerd om deze processen inzichtelijk te maken en met elkaar in verband te brengen. Vanuit het beleid worden al wel kennisvragen gesteld die met behulp van deze gegevens kunnen worden beantwoord. Bijvoorbeeld de kennisvraag met betrekking tot de consequenties van de uitloging van de bodem op het grondwater. Aanbevolen wordt om een beperkt aantal LMB-locaties in te richten voor uitgebreid procesonderzoek (zie ook Brus, 2009): door op een groot aantal locaties met een beperkte frequentie en een beperkt pakket te meten, en op een kleine subset van locaties vaak en uitgebreid te meten, kan procesonderzoek potentieel gekoppeld worden aan landelijke beelden (actie VROM-RIVM in overleg met LEI en Alterra).

Zoals ook aangegeven in paragraaf 2.2.5 kunnen uitgebreidere gegevens over de organische stof-fracties in bodem voor de KRB en klimaatonderzoek een belangrijke aanvulling zijn op het huidige LMB-analysepakket. In het huidige pakket wordt alleen het organisch stofgehalte bepaald. Organische stof in de bodem is echter divers van chemische samenstelling, leeftijd en fysische eigenschappen. Deze gegevens leveren informatie over de koolstofkringloop en de rol van de bodem als *sink* en *source* van koolstof (zie ook telefonische interviews Bijlage I).

Positie LMB ten opzichte van verwante studies
Naast het LMB beschikken we in Nederland over 3[4] recente en landsdekkende studies met betrekking tot de concentraties van stoffen als gevolg van diffuse bodembelasting. Kennis over het natuurlijk voorkomen van metalen (en metalloïden) en de totale verandering in de tijd veroorzaakt door de mens is beschikbaar vanuit de studie van geochemische kartering van Nederland (Van der Veer, 2006). Deze studie levert veel proceskennis op hoe waargenomen (ruimtelijke) patronen van metalen en metalloïden verklaard kunnen worden. Een ruimtelijke steekproef en (beleidsmatige) bepaling van de actuele 95 %-percentiel, van de diffuus verontreinigde gronden in Nederlands is afkomstig van AW2000 (Lamé et al., 2004). Naast de bepaling van de zware metalen bevat deze studie ook een groter aantal bepalingen voor organische contaminanten dan het LMB. De concentraties uit AW2000 zijn gebruikt als achtergrondwaarden binnen het huidige bodembeleid. Een kenmerkend onderscheid van deze datasets met het LMB is dat het LMB ook gericht is op de analyse van trendmatige veranderingen, en relaties met het bodembeheer kan leggen. Daarnaast geeft het LMB, via BoBI, inzicht in de biologische processen in de bodem. Voor duurzaam bodembeheer is het noodzakelijk om de verandering in de tijd te kennen, de bodemkwaliteit mag niet ten nadele van de bodemfuncties of ecosysteemdiensten veranderen. Hoewel AW2000 en de geochemische kartering een momentopname zijn, bevatten deze studies wel veel meer gemeten parameters ten opzichte van het LMB. De extra parameters uit de geochemische kartering kunnen bijvoorbeeld meer inzicht geven in de processen achter de veranderingen die eventueel worden aangetoond in het LMB. De AW2000 dataset kan dienen als een referentieset of als een nulmeting waartegen deze veranderingen kunnen worden afgezet.

3.6 Projectorganisatie

Positie LMB, BoBI en LMM
Het wordt aanbevolen om de LMB-infrastructuur nader te onderzoeken op de mogelijkheid meer efficiëntie en kostenbesparing te halen door een betere integratie met de activiteiten van BoBI en het LMM. Dit is tevens in lijn met het advies van de Technische Commissie Bodembescherming naar aanleiding van de Evaluatie van het LMM (2009). Hiervoor is overleg nodig met de betrokken directies van LNV en VROM.

TNO en RIVM
De coördinatie van het LMB ligt bij het RIVM met VROM als opdrachtgever. De uitvoering van het veldwerk en de chemische analyses liggen sinds 2003 bij TNO, met als opdrachtgevers OC&W, EZ, VROM, V&W en LNV. Tijdens de internationale review van het LMB is opgemerkt dat deze structuur erg complex is (NN, 2008). De coördinatie van het LMB wordt bemoeilijkt door het ontbreken van een duidelijke opdrachtgever-opdrachtnemerrelatie. Bijvoorbeeld het op korte termijn aanpassen van de monstername in het veld ten behoeve van andere RIVM-onderzoeken en beleidsvragen, gaat ten laste van TNO-budget en dient daarom in een vroeg stadium (ongeveer een half jaar voor aanvang van de monstername, dat wil zeggen rond oktober in het voorafgaande jaar) met TNO overlegd te worden, terwijl de kennisvragen vanuit VROM aan het RIVM een aantal maanden later bekend zijn. Indien er één budgethouder zou zijn dan kan sneller ingespeeld worden op de actualiteit.

[4] In het Natuur- en Milieucompendium is een landsdekkend beeld opgenomen van concentraties van zware metalen in landbouwgronden. Het betreft gegevens van circa 3200 locaties die verzameld zijn in de periode 1960-1995 (Van Drecht et al., 1996). Data van het LMB zijn hier niet in verwerkt.

Een ander voorbeeld van het gevolg van de onduidelijke beheerstructuur speelde in 2006 en 2009. TNO gaf aan over onvoldoende financiële middelen te beschikken om het LMB uit te voeren en heeft daarom, na overleg met RIVM en VROM, besloten tot een noodoplossing, namelijk de grondwaterbemonstering achterwege te laten.
Dit heeft verschillende consequenties:

- Specifiek voor het LMB: voor het LMB worden gedurende een periode van 5 jaar, 10 verschillende combinaties van grondsoort en grondgebruik bemonsterd, op in totaal 200 verschillende locaties. De eerste ronde van 5 jaar was 1993-1997, de tweede ronde 1999-2003 en de jaren 2006 en 2009 maken deel uit van de derde ronde: 2006-2010. Tijdens de oneven rondes (1993-1997 en 2006-2010) worden bodem en grondwater bemonsterd. Omdat in 2006 extensieve en intensieve melkveehouderijen op zand en in 2009 de categorieën akkerbouw op zeeklei (20 locaties) en grasland op rivierklei (20 locaties) aan de beurt waren, en er geen grondwatermonsters zijn genomen, zullen we bij de rapportage (in de toekomst) voor die 4 categorieën geen vergelijking kunnen maken met de grondwatergegevens uit de eerste ronde.
- Algemeen: bij de karakterisering/artikel 5-rapportage voor de KRW in 2013 is het toegestaan om op basis van alle beschikbare kennis, meetdata en modellen de analyse van ‘pressures en impacts’ uit te voeren, om te bepalen welke grondwaterlichamen wel en welke niet ‘at risk’ zijn. Hierbij kunnen LMB (en LMM, TMV) -grondwatergegevens goed van pas komen.
- Tevens heeft het gevolgen voor het RIVM-onderzoek naar uitloging in het kader van de Grondwaterrichtlijn.

Zoals eerder gemeld is bij de overdracht van de monstername, chemische analyses en databeheer van RIVM naar TNO afgesproken dat dit met gesloten beurs zou gaan. Inmiddels heeft TNO jaarlijks een tekort op het LMB-budget onder andere door toename in arbeidskosten bij gelijkblijvende budgetten. Hierdoor is TNO genoodzaakt om de afspraken zoals beschreven in de raamovereenkomst met het RIVM (2003) waarin onder andere de uitgebreide monstername en analyses van de oneven rondes staan beschreven, aan te passen. Hierover vindt momenteel (2008/2009) overleg plaats met het RIVM via een stuurgroep RIVM/TNO.

Aanbevolen wordt om een heldere projectstructuur te creëren, waarbij één partij, bijvoorbeeld VROM, opdrachtgever is en het projectbudget beheert, en één partij de opdracht aanneemt en coördineert. Gegeven de historie is het voor de hand liggend als het RIVM hoofdaannemer zou zijn. Andere betrokken partijen, bijvoorbeeld TNO-DINO, LEI en Deltares-lab fungeren dan als onderaannemers. Om dit te realiseren is afstemming noodzakelijk tussen de bij LMB en GIP-gelden betrokken ministeries van OC&W, EZ, VROM, V&W en LNV. Een directe aansturing van het LMB via VROM-RIVM zou het mogelijk maken om sneller in te springen op bestaande en nieuwe beleidsvragen. Ook kan het onderzoek dan beter gecoördineerd en afgestemd worden met andere projecten zoals BoBI en LMM. Indien de huidige structuur wordt gehandhaafd, is het aan te bevelen dat meerjarige afspraken tussen VROM, RIVM en TNO worden gemaakt over de uitvoering LMB, met daarin heldere afspraken over budget en taakverdeling en voldoende (priori)tijd en capaciteit om het monitoring programma en databeheer volledig uit te kunnen voeren.

3.7 Toekomst LMB

In de toekomst zal het LMB zal enerzijds de thermometerfunctie voor de bodemkwaliteit blijven vervullen en anderzijds kunnen blijven dienen als basisstructuur voor het beantwoorden van toekomstige beleidsvragen De infrastructuur van het LMB kan ook worden gebruikt bij toekomstige

wettelijke vereisten zoals die mogelijk gaan volgen uit de Kaderrichtlijn Bodem. Het belang van het in stand houden van het LMB wordt onderschreven door de telefonische interviews (Bijlage I).

Een belangrijk onderdeel van een trendmeetnet is de opzet en de monsterstrategie. Bij voorkeur veranderen deze niet om trendbreuken te voorkomen. Eventuele aanpassingen aan het LMB-meetnet zouden zich voornamelijk moeten richten op praktische en financiële efficiëntieverbeteringen of het verhogen van de nauwkeurigheid in de gemeten parameters. Bij iedere verandering van het meetnet moet worden overwogen of er risico bestaat voor een trendbreuk en in welke mate de nadelen hiervan opwegen tegen de voordelen van de aanpassing.

Op basis van de evaluatie van voorgaande paragrafen zijn kort drie toekomstscenario's uitgewerkt: Stoppen, doorgaan op de bestaande weg, of het meetnet aanpassen en verbeteren. Deze scenario's worden in de volgende paragrafen behandeld.

3.7.1 Toekomstscenario 1: stoppen

Als het LMB wordt gestaakt dan is er geen landelijk meetnet meer dat bodemkwaliteit, biologisch, chemisch en fysisch, als functie van de tijd weergeeft. Om duurzaam bodembeheer gestalte te geven is het noodzakelijk de ontwikkeling van de bodemkwaliteit in de tijd te volgen, pas dan kan men vaststellen of het beheer leidt tot de gewenste verandering van de bodemkwaliteit. Door LMB te stoppen kan men niet meer voldoen aan een aantal essentiële voornemens uit de Beleidsbrief Bodem (VROM, 2003).

Het is de taak van de overheid om als goed rentmeester de milieukwaliteit, inclusief de bodemkwaliteit, te beheren en te bewaken. Voor het maken van milieubeleid heeft men informatie nodig over de toestand en de trends in het milieu. Ook andere milieucompartimenten zoals lucht en water, worden gemonitord en ook daar vindt surveillance plaats. De noodzaak voor bodemmonitoring is erkend in de beleidsbrief bodem (VROM, 2003). Een bodemmeetnet is daarbij onontbeerlijk.

Omdat het LMB een langjarig meetnet is zal het enige rondes duren voordat er betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden over trends. Bij het staken van het huidige LMB zal de investering van de afgelopen jaren zich niet uitbetalen. Naast het wegvallen van het meetnet zullen bij het staken van het LMB ook de meetnetinfrastructuur en de formele/informele samenwerkingsverbanden tussen onderzoekers/instituten wegvallen. De infrastructuur en samenwerking zijn naast een financiële investering ook een menselijke investering waarvoor veel tijd nodig is geweest. Ook deze investering zal deels wegvallen bij het staken van het LMB.

3.7.2 Toekomstscenario 2: doorgaan

Bij het continueren van het huidige LMB op de bestaande weg, beschikt de overheid over een surveillance-netwerk met een uitgebreide infrastructuur voor het doen van chemische en biologische bodemkwaliteitsmetingen. Daarnaast is er een platform beschikbaar waarbinnen onderzoekers en instituten samenwerken op het gebied van bodemmonitoring voor een duurzaam bodembeheer.

3.7.3 Toekomstscenario 3: aanpassen en verbeteren

In deze evaluatie wordt een aantal aanbevelingen gedaan om de kwaliteit, efficiëntie en zichtbaarheid van het LMB te vergroten. Ook kan de toepasbaarheid van LMB-gegevens toenemen. Indien deze data

breder gebruikt kunnen worden, zal ook de kennis over de Nederlandse bodem toenemen. Deze kennis is dan beschikbaar voor nieuw bodembeleid.

Door efficiënter te werken en door een betere aansturing van het totale meetnet (van infrastructuur en coördinatie) is het mogelijk om de kosten van het LMB in de hand te houden. Ook kan met name wat betreft de bemonstering van het freatisch grondwater kosteneffectiever gewerkt worden bij mogelijk integratie met het LMM. Echter hierbij moet rekening gehouden worden met nieuwe vragen vanuit de KRB die mogelijk weer een extra meetinspanning vergen, en dus nieuwe kosten voor onderzoek met zich meebrengen.

Het LMB is een trendmeetnet in de tijd. Grote aanpassingen in de opzet van het LMB kunnen leiden tot een trendbreuk. Als de wijze van meten verandert dan kan dat betekenen dat gegevens die na de aanpassingen worden verzameld niet meer te vergelijken zijn met de gegevens van voor de aanpassing. Doordat het LMB bodemprocessen volgt die op lange tijdschalen plaatsvinden is het ook van belang om consequent gedurende lange tijd op dezelfde wijze te meten. Bij een onderzoek naar de mogelijkheden voor integratie met het LMM dient hiermee rekening gehouden te worden.

4 Achtergrondinformatie

4.1 Historisch perspectief

Aan het LMB ging een lange periode van planvorming en praktische voorbereiding vooraf. Reeds in 1976 vond op initiatief van de toenmalige Coördinatie Commissie voor Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen (CCRX) een eerste gedachtevorming plaats, en in 1977 werd een ontwerp voor een Bodemkwaliteitsmeetnet gemaakt. Door discussies over inrichting en haalbaarheid, duurde het tot 1987/88, voordat in opdracht van de ministeries van VROM en LNV een pilot werd uitgevoerd met 40 meetpunten in de buurt van zogenoemde macro-stations (geïntegreerde meetpunten voor lucht/regenwater/ grondwater-kwaliteit). Meetnetten voor luchtkwaliteit (sinds 1971), regenwater (1978), grondwater (1982) en oppervlaktewater (1953) zijn dan al geruime tijd operationeel. Een bodemkwaliteitsnet vormde de laatste ontbrekende schakel in de keten van milieumeetnetten voor alle compartimenten.

Door atmosferische depositie, via (kunst)mestgebruik en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen worden tal van stoffen op en in de bodem gebracht. Een deel van de stoffen verdwijnt weer uit de bodem door bijvoorbeeld gewasopname, uitspoeling, vervluchtiging en afbraak. Voor landbouwbodems in het bijzonder geldt dat er constant stoffen worden aangevoerd door bijvoorbeeld bemesting en worden afgevoerd door oogsten. Dit is een delicate balans. Een deel van de toegevoegde stoffen wordt vastgelegd in de bodem en zal zich daar ophopen waardoor de bodemconcentraties in dit deel van de bodem een stijgende tendens zullen vertonen. Afname van bepaalde (van nature aanwezige) stoffen is bij intensief bodemgebruik ook mogelijk. Deze ophoping en uitputting zullen voornamelijk plaatsvinden in het bovenste gedeelte van de bodemlaag, de zogenaamde leeflaag. Deze is van direct belang voor gewasproductie (in de landbouw), productie van sierplanten (tuinen), doelsoorten (natuur) en voor het terrestrische ecosysteem op en in de bodem. In deze leeflaag bevinden zich de grootste dichtheden aan bodemorganismen die een belangrijk aandeel hebben in het functioneren van de bodem en het leveren van ecosysteemdiensten (Rutgers et al., 2007).
Het grootste struikelblok bij het opzetten van een Bodemmeetnet is de heterogeniteit van dit milieucompartiment. De mate van menging (en dus homogeniteit) neemt sterk af van lucht naar oppervlaktewater naar bodem. Hierdoor wordt het steeds lastiger om een steekproef te nemen die representatief is voor een bepaald gebied, of om een goed beeld te krijgen van de situatie in heel Nederland. Bodemeigenschappen kunnen aanzienlijk variëren op een afstand van enkele meters of zelfs decimeters. Bij het ontwerp van een meetnet dient hiermee, op een praktische manier, rekening te worden gehouden. Heterogeniteit hoeft niet verlammend te werken om een bodemmeetnet op te zetten, maar een voorzichtige en weloverwogen benadering is wel gewenst. De daadwerkelijke inrichting van een bodemmeetnet is lange tijd niet van de grond gekomen door de destijds heersende mening dat de ruimtelijke variabiliteit ook te groot is om verontreiniging door diffuse bronnen te kunnen detecteren. Met andere woorden, het signaal is mogelijk te zwak om boven de ruis uit te komen. Om deze mening te toetsen is eind jaren 80 een pilot uitgevoerd (Van Duijvenbooden et al., 1995). Aan de hand van de resultaten van deze pilot is de opzet van het LMB gekozen.

4.2 Doelstelling

Het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit heeft als primaire doelstelling het vaststellen of veranderingen in de bodemkwaliteit van het landelijk gebied van Nederland optreden, onder invloed van diffuse belasting. Daarnaast heeft het meetnet tot doel het beschrijven en zo mogelijk verklaren van de huidige bodemkwaliteit (Bronswijk et al., 2003). Het meetnet is zodanig ingericht dat relaties kunnen worden gelegd met de belastingsgegevens vanuit diffuse bronnen als de landbouw en atmosferische depositie.

Het LMB heeft als oorspronkelijke doelstelling om de ophoping (of eventuele afname) van stoffen in de bodem als gevolg van diffuse belasting op nationale schaal inzichtelijk te maken en zo mogelijk te verklaren. In het licht van de verantwoordelijkheden van de landelijke overheid heeft een bodemmeetnet als nevendoel, te fungeren als een instrument voor *general surveillance*. Een soort thermometerfunctie waarmee de bodemkwaliteit gevolgd kan worden in de tijd. Onverwachte (en ongewenste) ontwikkelingen en calamiteiten kunnen dan eerder worden opgemerkt, zodat er tijdig (beleids)maatregelen getroffen kunnen worden.

4.3 Uitvoeringsopzet

4.3.1 Locatiekeuze: aantallen en plaats

Voorgeschiedenis

In de eerste pilot werd het meetnet ingericht met kleine plots (20 m x 20 m) en weinig herhalingen (4 replica's). Er werd gekozen voor 10 veel voorkomende combinaties van bodemtype/bodemgebruik en onderscheid in twee lagen (dieptes) (Van Duijvenbooden et al., 1995). Voor deze studie zijn 10 combinaties van bodemgebruik en bodemtype geselecteerd die het meest relevant werden geacht voor de Nederlandse bodemsituatie. Per combinatie werden 4 locaties geselecteerd om te bemonsteren. Deze totaal 40 locaties lagen nabij zogenaamde macro-stations, meetstations van het meetnet luchtkwaliteit, het meetnet regenwaterkwaliteit en het meetnet grondwaterkwaliteit.
Op iedere locatie werd voor de bemonstering gebruikgemaakt van een standaardmethode van het toenmalige Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB). Op elke locatie werd een terrein van 400 m^2 gekozen, bij voorkeur een terrein van 20x20 m, waar per bemonsterde bodemlaag 4 mengmonsters werden genomen. In totaal werden twee bodemlagen bemonsterd, de bovenste 10 cm en onderliggende laag op 10-30cm. In het geval de bovenlaag te veel was verstoord werd het diepere monster genomen op 30-50 cm. Ieder mengmonster bestond uit 40 steken, totaal werden per locatie 320 steken verzameld (Van Duijvenbooden et al., 1995).
Tijdens deze pilot is ook de basis gelegd voor de statistische onderbouwing van de bemonsteringstrategie voor het LMB. Op basis van de toen gevolgde statische benadering werd geconcludeerd dat het haalbaar is om de verandering van concentraties in de bodem in de tijd te kunnen volgen. Hierbij werd rekening gehouden met de variatie binnen het genomen monster en de variatie tussen de bemonsterde locaties (De Kwaadsteniet, 1987).

Uit de pilotstudie werd geconcludeerd dat de 40 meetnetlocaties een goede start waren voor het vinden van trends in de tijd als functie van bodemgebruik en bodemsamenstelling. Echter per bodemgebruik/bodemtype-categorie werden slechts 4 locaties bemonsterd. Aanbevolen werd om dit aantal te verhogen om zo een hogere nauwkeurigheid (kleinere betrouwbaarheidsintervallen rond de mediane waarden) te krijgen. Als indicatie werd een aantal van 20 locaties genoemd (De Kwaadsteniet, 1995).

Betrekken gegevens bodembelasting
De bevindingen uit de pilot zijn uitgebreid gerapporteerd en gebruikt voor de inrichting van het 'definitieve' LMB (Van Duijvenbooden et al., 1995). Daar is in de tussentijd nog een wezenlijke aanpassing bij gekomen, namelijk de keuze om op 'bedrijfsniveau' te gaan werken. Deze werkwijze mag uniek worden genoemd, en heeft een aantal voordelen.
Uit de LMB-pilot bleek dat er nauwelijks relaties waren aan te tonen tussen gehalten van stoffen in de compartimenten lucht, regen, bodem en grondwater. Dit was geen tekortkoming van het LMB: er zijn inhoudelijke argumenten aan te voeren waarom zo'n relatie niet verwacht mag worden of hoogstens zeer zwak is (Van Duijvenbooden et al., 1995). De benadering van koppeling aan de macro-stations had daarom geen voordelen en werkte eerder remmend op de keuzemogelijkheden voor te bemonsteren locaties.

Daarnaast is het merendeel van de tien gekozen grondgebruikscategorieën in agrarisch beheer. Gegevens van individuele bedrijven over input en output van mineralen geven daarom een veel betere mogelijkheid om accumulatie of uitspoeling (afstroming) te voorspellen, en gehalten in de bodem te verklaren. Agrarisch bodemgebruik is bovendien de verwachte dominante factor voor de veranderingen die optreden in de betreffende gronden.
Voor een beter begrip bij het beoordelen van de toename van stoffen in de bodem is het gewenst om de aanvoer en afvoer van deze stoffen te kennen. Deze gegevens zijn alleen bekend voor landbouwgronden en worden verzameld in het kader van het Bedrijven Informatie Netwerk (BIN) van het Landbouw Economisch Instituut (LEI). Door de te bemonsteren locaties te koppelen aan een selectie van bedrijven uit het BIN was het mogelijk om een stofbalans op te stellen die mogelijke veranderingen in de bodemconcentraties kon verklaren.
Vanuit het BIN is basisinformatie over de aan- en afvoer van voedingsstoffen, (kunst)mest en agrarische productie beschikbaar. Aanvoer van elementen naar de bodem vindt tevens plaats via droge- en natte depositie vanuit de lucht, en door het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Met behulp van deze gegevens is het mogelijk om een schatting te maken van de eventuele ophoping (of afname) van elementen met behulp van een stoffenbalans. Echter, naast de gegevens uit het BIN zijn ook andere historische gegevens noodzakelijk om de balans sluitend te krijgen.

Het bemonsteren op bedrijfsniveau verschilde van de originele pilot waar op een perceel van 400 m^2 werd bemonsterd. De bemonstering op bedrijfsniveau betekende dat het te bemonsteren oppervlak gelijk werd aan het oppervlak van het bedrijf en groter dan het oppervlak uit de pilotstudie. Daarom werd besloten om de mengmonsters samen te stellen uit 320 steken in plaats van 40 (pers. comm. T. Schouten, L. Boumans)
De keuze van de bedrijven is gebaseerd op een gestratificeerde aselecte kanssteekproef waarbij de 10 categorieën van bodemgebruiken en bodemtype als strata zijn gebruikt: 9 vaste combinaties en 1'vrije' categorie. De vrije categorie wordt gebruikt om categorieën die buiten het BIN vallen, zoals bijvoorbeeld vollegrondsgroenten, ook te bemonsteren en zo de dekkingsgraad van het meetnet te vergroten. Per stratum werden 20 bedrijven willekeurig geselecteerd. Deze selectie van bedrijven uit het Bedrijven Informatie Net (BIN) wordt door het LEI uitgevoerd.

De opzet van het LMB
Naar aanleiding van bovengenoemde pilotstudies en de daarop volgende aanpassingen ging het LMB in 1993 van start voor de eerste cyclus van 5 jaar. Het meetnet werd zeer compleet uitgevoerd, met chemische en fysische analyses in twee lagen (0-10 cm en 30-50 cm diepte), profielbeschrijvingen en grondwaterbemonsteringen onder de bedrijven. Daarmee werd voor het eerst een breed beeld van de bodem verkregen, in termen van stofgehalten en bodemeigenschappen voor een groot gedeelte van het land. Vanaf de eerste meetronde worden de LMB-monsters bovendien gearchiveerd met het doel bij

latere rondes effecten van veranderingen in voorbehandeling en analysemethoden in kaart te kunnen brengen.

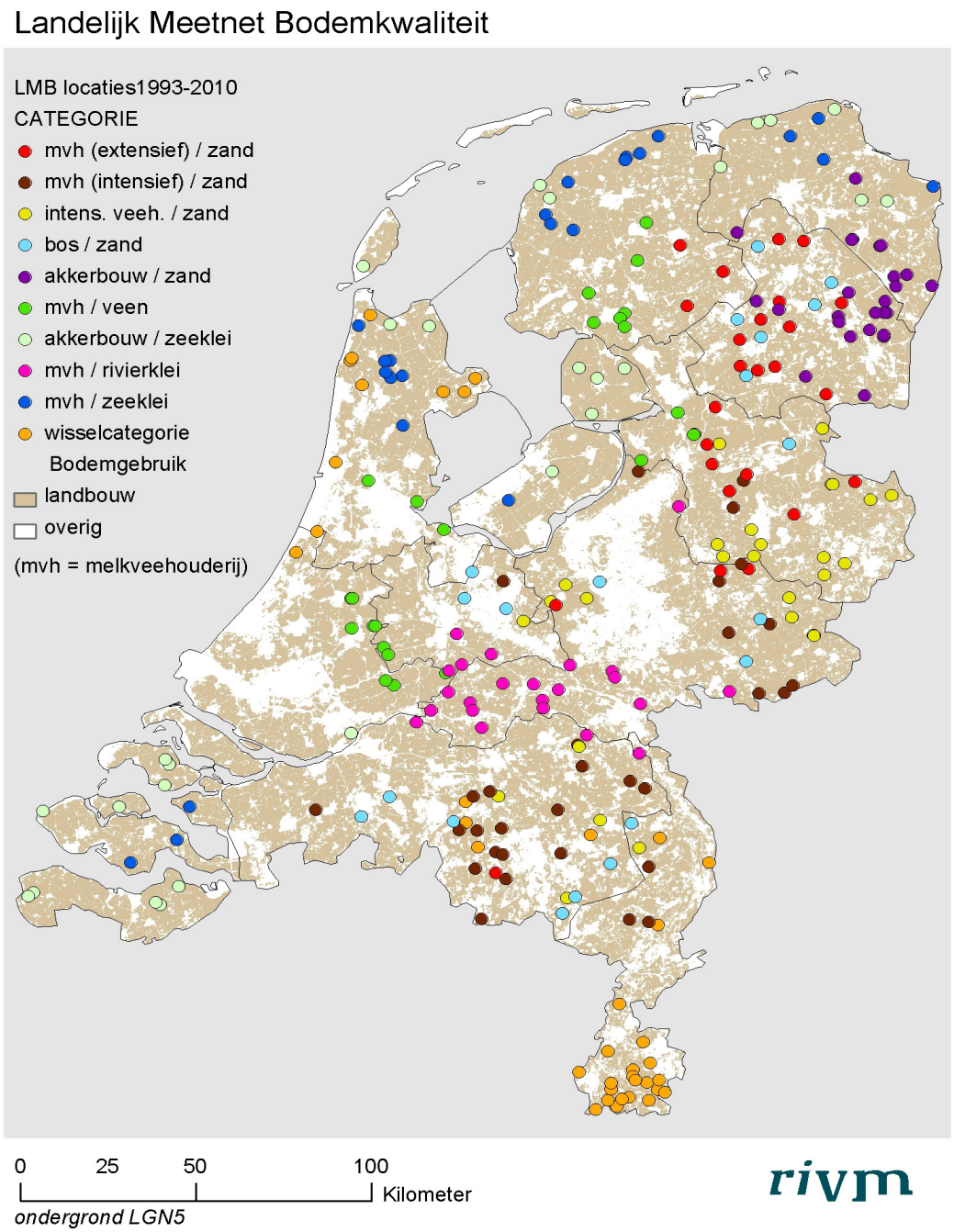
Tabel 4.1 Areaal en aantal bedrijven dat elke categorie representeert met bijbehorend percentage van het totaal (tweede LMB-ronde).

categorie	bedrijfstype	aantal landbouwbedrijven waarvoor de bemonsterde bedrijven in een categorie representatief zijn (% van totaal)		areaal waarvoor de locaties in een categorie representatief zijn (in 1000 ha) (% van totale areaal land in Nederland)	
1999-1 1999-2	'extensieve' melkveehouderij en 'intensieve' melkveehouderij samen	12419	(12,2)	366	(13,1)
2000-1	veehouderij met intensieve veehouderijtak	3602	(3,7)	90	(3,2)
2000-2	bos op zand	nvt	nvt	235	(8,5)
2001-1	akkerbouw op zand	1616	(1,7)	85	(3,1)
2001-2	melkveehouderij op veen	4649	(5,0)	178	(6,4)
2002-1	akkerbouw op zeeklei	5771	(6,4)	294	(10,6)
2002-2	melkveehouderij op rivierklei	1708	(1,9)	69	(2,5)
2003-1	melkveehouderij op zeeklei	3516	(4,1)	162	(5,8)
2003-2	divers agrarisch gebruik op löss	486	(0,6)	18	(0,6)
Totaal		33767	(35,6)	1497	(53,8)

Bron: De Jong en Van der Hoek (2009)

In Tabel4.1 is de grootte van de arealen gegeven waar de steekproef van LMB-locaties uit getrokken is tijdens de tweede ronde van het LMB. Uit Tabel 4.1 blijkt dat totale steekproef genomen is uit 53,8 % van het totale areaal in Nederland (ca 2,8 miljoen ha, dit is het totale oppervlak van 4 miljoen ha minus het oppervlak van wateren, bebouwd terrein en verkeerswegen). De categorie bos op zand bedekt 8,5 % van het totale areaal. De landbouwbedrijven in het LMB vertegenwoordigen 64,9% van het landbouwareaal van Nederland (uitgaande van 1944500 ha landbouwareaal) en 35,6 % van het totale aantal land- en tuinbouwbedrijven. Dit verschil wordt veroorzaakt door de inperking, dat bedrijven in het LMB > 10 ha moeten zijn. Hierdoor worden kleine bedrijven niet voor bemonstering geselecteerd, en het verklaart dat een derde van de (grotere) bedrijven bijna twee derde van het landbouwareaal vertegenwoordigt. De grootste bedrijven zijn te vinden in de combinatie van intensieve/extensieve melkveehouderij (1999-1 en 1999-2), en akkerbouw/zeeklei (2002-1). De categorie 2003-2, divers agrarische gebruik op löss vormt slechts een klein areaal binnen Nederland. Overigens is het oppervlak van de LMB-landgebruikcategorieën nog iets toegenomen sinds de eerste meetronde van 1993 tot en met 1997. Dat is deels te wijten aan een iets andere rekenwijze van het LEI voor de BIN-bedrijfstypen, maar waarschijnlijk ook toe te schrijven aan de schaalvergroting die de laatste jaren heeft plaatsgevonden.

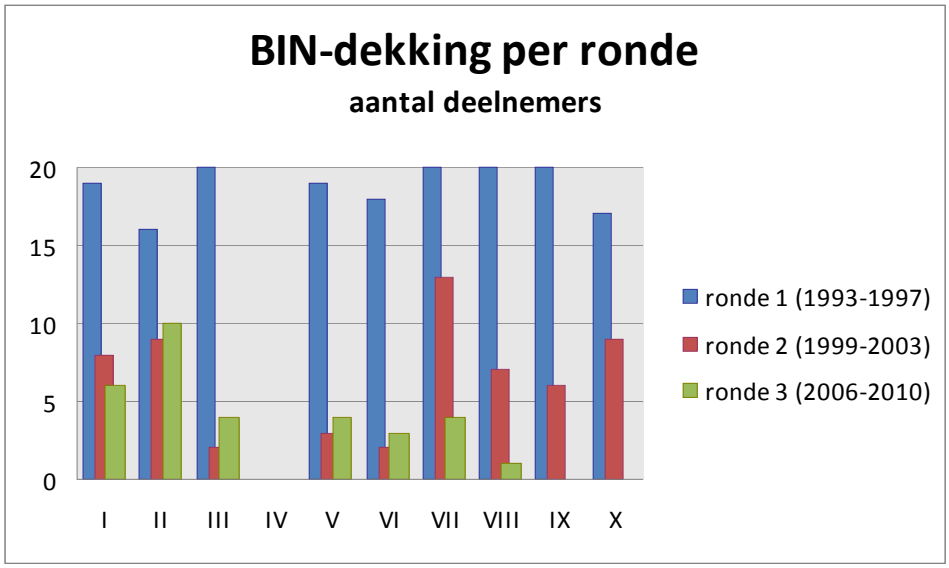
In Figuur 3.1 zijn de bemonsterde locaties weergegeven per categorie. Dit zijn de locaties die tot en met de derde ronde (in 2010) worden bemonsterd. Het totale aandeel van de categorieën in het oppervlak van Nederland is alleen nog vastgesteld voor de eerste twee rondes. Vanaf de tweede meetronde worden op de LMB-locaties ook monsters genomen voor bodembiologische analyses in het BoBI-project. In het BoBI-project worden naast de LMB-locaties nog enkele extra categorieën bemonsterd zoals half natuurlijk grasland en heide op zand. Deze zijn niet in Figuur 4.1 weergegeven.



Figuur 4.1: Monsterlocaties en -categorieën van de eerste drie meetrondes (1993 tot en met 2010).

Aanpassingen van locatiekeuze

In het geval bedrijven het LMB verlaten, moet de locatiekeuze noodzakelijkerwijs worden aangepast. Door het LEI wordt een vervanger aselect getrokken met dezelfde kenmerken (dat wil zeggen uit het zelfde stratum) als het bedrijf dat het BIN verlaat. Omdat hetzelfde type bedrijf wordt gekozen wordt aangenomen dat dit in de praktijk geen effect heeft op het vaststellen van de trend. Daarnaast is het door verandering van de bedrijfsomvang soms noodzakelijk om bedrijven te vervangen. Door verkoop van land kunnen bedrijven een kleinere bedrijfsomvang krijgen dan 10 ha, in dat geval worden de bedrijven vervangen. In sommige gevallen waarbij de bedrijfsomvang ongeveer 10 ha blijft, bijvoorbeeld 9,5 ha, dan wordt om praktische redenen het bedrijf niet vervangen. Als de bedrijfsomvang toeneemt dan worden in principe de originele percelen in een volgende ronde bemonsterd indien de verandering in bedrijfsoppervlak <20 % is. In dat geval worden nieuwe percelen niet opgenomen in het LMB om zo te grote verschillen in bemonsterde locaties tussen rondes te vermijden. Indien bij bedrijfsuitbreiding de verandering >20 % is, dan wordt de bemonstering aangepast en gespreid over het hele bedrijfsoppervlak. De uiteindelijke keuzes die gemaakt zijn voor de bemonstering worden vastgelegd in de veldmapjes, als onderdeel van de veldprocedure.
Omdat het Bedrijven Informatie Net een ‘wandelend’ net was, waarbij bedrijven maximaal 7 jaar deelnamen, nemen de meeste LMB-bedrijven inmiddels niet meer deel aan het BIN (Figuur4.2).



Figuur 4.2 BIN-dekking per ronde (pers. comm. C. de Jong).

Statistisch model
Het statistisch model, onderliggend aan de originele opzet van het LMB, is gericht op het beoordelen van de verandering van concentraties van stoffen in de bodem. Hierbij wordt er van uitgegaan dat de concentraties in de bodem geleidelijk veranderen en dat deze verandering is te onderscheiden ten opzichte van de (natuurlijke) variaties van de bodem. Dit uitgangspunt is overigens van toepassing op veel meer kenmerken van de bodem. Bij de opzet van het LMB ging men ervan uit dat deze verandering een stijging van concentraties inhield als gevolg van accumulatie door de aanvoer van stoffen.
Als een gemiddelde concentratie van een categorie bedrijven met voldoende nauwkeurigheid kan worden vastgesteld dan is het mogelijk om veranderingen van deze gemiddelde concentratie aan te tonen. Op basis van de pilotstudie en de eerste opzet door De Kwaadsteniet (1987) was beredeneerd dat

al na enige jaren (~1-5 jaar voor Zn, Cu en Cd) van accumulatie de verschillen tussen de gemiddelden voldoende groot waren om deze betrouwbaar aan te tonen.
De waarnemingen die in het statistisch model met elkaar worden vergeleken zijn het gemiddelde van de bodemconcentraties op een bedrijf en de gemeten concentratie in het mengmonster. De statistische populatie zijn de bedrijven die onderdeel uitmaken van het BIN en een oppervlak hebben groter dan 10 ha, en daarnaast boslocaties. Van de bedrijven worden er binnen een categorie 20 aselect gekozen.
In de eerste ronde werden per bedrijf 4 mengmonsters gemaakt van ieder 80 steken. Dit werd gedaan om de variatie binnen een locatie vast te stellen, en om statistisch vast te kunnen stellen of het bedrijfsgemiddelde tussen rondes significant verschilde. Deze benadering is in de tweede meetronde uit kostenoverwegingen verlaten.

Per bedrijf wordt de stofconcentratie gemeten van het mengmonster. De stofconcentratie van een categorie wordt berekend door de concentraties van de bedrijven in die categorie te middelen. De verandering van een categorie in de tijd (tussen rondes) is de verandering van het gemiddelde (of de mediaan) van alle bedrijven binnen de categorie. Of de gemiddelde stofconcentratie van een categorie significant gewijzigd is tussen meetrondes, hangt mede af van de spreiding van de concentraties van de bedrijven binnen een categorie.

De nauwkeurigheid waarmee veranderingen bepaald kunnen worden is afhankelijk van de nauwkeurigheid waarmee de gemiddelde of mediane concentratie op een bedrijf of binnen een categorie kan worden bepaald. Omdat het LMB beschikt over een monsterarchief is het mogelijk om de variatie in de analyses voor conservatieve elementen te specificeren. Doordat analysemethoden door de jaren heen veranderen is het mogelijk dat hetzelfde monster enige jaren later tot een ander analyse-resultaat leidt. Voor metalen geldt dat deze conservatief zijn, niet onderhevig aan afbraak of vervluchtiging. Door in de tijd herhaalde metingen uit te voeren op gearchiveerde monsters kan de variatie in meetwaarden door veranderingen in analysetechnieken of laboratoria worden bepaald.

4.3.2 Bemonsteringsfrequentie

De toplaag (0-10 cm) wordt eens in de 6 jaar bemonsterd en geanalyseerd.

De diepere bodemlagen (30-50 cm) worden eens in de 12 jaar bemonsterd. Deze monstername wordt elke oneven meetronde uitgevoerd.

Ook grondwater wordt eens in de 12 jaar bemonsterd tijdens de oneven rondes.

4.3.3 Bemonsteringsmethode

Bodem

Op iedere locatie wordt de toplaag van de minerale bodem bemonsterd door 320 steken van de bovenste 10 cm te nemen, verdeeld over het perceelsoppervlak van het bedrijf. Deze worden conform het huidige protocol in emmers gemengd[5] tot één mengmonster. Daarnaast wordt tijdens oneven rondes van de laag op 30-50 cm diepte een mengmonster gemaakt op basis van 16 gutssteken verdeeld over het bedrijf. Onderdeel van het LMB sinds 1999 is het vermestingsonderzoek. De uitvoering hiervan

[5] Protocol P2008/01

staat beschreven in een intern protocol[6]. Voor het bemestingsonderzoek worden aanvullend de lagen 0-30 en 30-60 cm bemonsterd. Voor genoemde deelnemende locaties zijn dat 80 gutsplekken per bedrijf. Aandachtspunt is het mengen van de gutssteken. Het bedrijfsmonster dient goed gehomogeniseerd te worden. Juist nu er niet 4 maar slechts 1 mengmonster per bedrijf wordt geanalyseerd en er dus geen beeld meer is van de variabiliteit, is het ontwikkelen van een mengprotocol belangrijk.

De variabiliteit in bodemeigenschappen, bijvoorbeeld kleigehalte en organisch stofgehalte, kan binnen één bedrijf nogal variëren. Dit geldt zowel binnen als tussen percelen. Klei en organische stof hebben een grote invloed op fysische en chemische eigenschappen van de bodem. Door de bodemmonsters zo veel mogelijk op de zelfde locaties op de percelen uit te voeren als bij voorgaande rondes wordt rekening gehouden met deze variabiliteit binnen bedrijven. Desalniettemin zal de variatie van bodemeigenschappen binnen bedrijven een bron van 'ruis' blijven.

Grondwater
Op iedere locatie wordt eens in de 12 jaar het bovenste grondwater bemonsterd. Grondwater wordt bemonsterd in open, met de hand geboorde gaten (16 punten verdeeld over het bedrijf). 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 bemonsteringsprocedure sluit aan bij de procedures die gevolgd worden bij het LMM en TMV.

4.3.4 4.3.4 Chemische analyses

Vaste fase bodem
Aan de vaste bodemfase worden de volgende analyses uitgevoerd:

- Fysisch-chemische kenmerken:
  - organisch stofgehalte,
  - lutumgehalte,
  - pH-KCl, pH-H_2O,
  - $CaCO_3$,
  - CEC
- Metalen: ijzer, mangaan, zink, cadmium, lood, koper, nikkel, chroom, kwik, barium, molybdeen, tin
- Bodemvruchtbaarheidsparameters:
  - Pw,
  - P-Al,
  - P-totaal,
  - fosfaatverzadiging
- PAK's: PHE, ANT, FLT, BaA, CHR, BkF, BaP, BPE, IPY, NPH
- Organochloorbestrijdingsmiddelen: alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH (lindaan), delta-HCH, HCB, Heptachloor, b-heptachloorepoxide, aldrin, endrin, dieldrin, alfa-endosulfan, beta-endosulfan, pp-DDE, pp-TDE, op-DDT, pp-DDT
- Triazines
- Minerale olie

De OCB's en PAK's in de bodem worden elke oneven meetronde geanalyseerd.

[6] Protocol P2008/083

Analyses freatisch grondwater:

- Zware metalen: zink, cadmium, lood, koper, chroom, nikkel en arseen
- Overige metalen: aluminium, barium, calcium, ijzer, kalium, magnesium, mangaan, natrium, strontium
- Macroverbindingen: totaal P, ammonium, orthofosfaat, chloride, nitraat, sulfaat
- Opgelost organisch koolstof
- pH
- Veld: EC, pH en nitraat

4.3.5 Datavalidatie en databeheer

Validatie van de gegevens wordt uitgevoerd door TNO-Geolab en het RIVM. De LMB-gegevens worden beheerd door TNO-DINO en zijn voor derden (geanonimiseerd) beschikbaar via het DINO-loket.

4.4 Planning en kosten

Sinds de start in 1993 is het LMB wat betreft locatiekeuze/categorieën, bemonsteringsmethode en laboratoriumanalyses, overeenkomstig de opzet uitgevoerd. Er is tussen de tweede en de derde ronde van de bemonsteringsfrequentie afgeweken. Er zaten 2 pauzejaren tussen de tweede en derde ronde in plaats van 1 pauzejaar, in verband met de overname en opstart bij TNO. Daarnaast is er door de tijd heen sterk bezuinigd. Vanaf de tweede ronde wordt 1 mengmonster per bedrijf geanalyseerd in plaats van 4. Ook verschijnen er sinds de tweede meetronde geen jaarrapportages, maar rapporten per complete ronde.

In de eerste en tweede ronde zijn alle genoemde activiteiten door het RIVM beheerd. Ook werden alle activiteiten (coördinatie, voorbereiding veldwerk, laboratoriumanalyses, datavalidatie, databeheer, rapportages) door het RIVM uitgevoerd, met uitzondering van de bemonstering in het veld. Vanaf 2003 zijn het veldwerk, de laboratoriumanalyses en het databeheer overgegaan naar TNO. TNO wordt gefinancierd vanuit gelden van het Geo-Informatie Programma van de ministeries van OC&W, EZ, VROM, V&W en LNV. De activiteiten die door het RIVM worden uitgevoerd (coördinatie, voorbereiding van veldwerk, uitbetalen deelnemers, datavalidatie en rapportage) worden gefinancierd door VROM-DGM, Directie Duurzaam Produceren. Hieruit betaalt het RIVM onder andere de kosten die het Landbouw Economisch Instituut maakt voor de selectie van vervangende bedrijven. Tevens ontvangen deelnemers een vergoeding van 150 euro (in 2009) van het RIVM per keer dat hun bedrijf bemonsterd wordt.

De kosten voor het LMB zijn op te delen in operationele kosten en overige kosten. De operationele kosten betreffen de kosten voor de voorbereiding van het veldwerk, monstername, analyse, dataverwerking en rapportage van het LMB. De overige kosten zijn kosten die worden gemaakt voor bijvoorbeeld afstemming met provinciale meetnetbeheerders, de DINO-gebruikersraad of het schrijven van deze rapportage.

Tabel 4.2 vermeldt de operationele kosten voor de derde ronde van het LMB opgesplitst naar de kosten die TNO en RIVM afzonderlijk bij VROM in rekening brengen. In deze kosten is geen BTW verrekend.

Tabel 4.2 Operationele kosten derde ronde LMB (exclusief BTW).

Jaar	Kosten RIVM, x 1000 euro	Kosten TNO, x 1000 euro
2006	145	144*
2007	145	194**
2008	145	345
2009	145	onbekend
2010	125***	onbekend

*in 2006 en 2009 is freatisch grondwater niet bemonsterd. Ook zijn in 2006 geen bestrijdingsmiddelen/organische analyses uitgevoerd.

**analyses van 2007 liepen door in 2008 (analyses 2007 geleverd aan RIVM op 19-11-2008)

***lager dan voorgaande jaren omdat 2011 een pauzejaar is, waarvoor in 2010 geen veldmapjes hoeven te worden voorbereid. Wel zijn er kosten voor onder andere data-analyse.

Voor 2009 zijn de overige kosten van het RIVM, onder andere ten behoeve van rapportages, 57.800 euro. TNO heeft geen overige kosten gerapporteerd.

4.5 Produkten en resultaten

4.5.1 Rapportages en publicaties naar aanleiding van het LMB

De resultaten van de eerste meetronde zijn per meetjaar gerapporteerd in een serie van vijf rapporten (zie bibliografie van het LMB in Bijlage II). Daarnaast is in 2003 een overzicht en evaluatie verschenen over LMB-1.

In 1998 is de eerste meetronde intern met de opdrachtgever geëvalueerd. Mede door de noodzaak om te bezuinigen is besloten om de tweede LMB-ronde in een afgeslankte vorm uit te voeren. De derde LMB-ronde zou dan weer een uitgebreide ronde omvatten.
De tweede LMB-ronde is uitgevoerd in de jaren 1999 tot en met 2003. Het overzichtsrapport over de tweede meetronde is in druk (De Jong en Van der Hoek, 2009). Na twee tussenjaren is de derde LMB-ronde in 2006 gestart; deze derde ronde loopt door tot en met 2010.

Uit de rapportage van de tweede ronde (De Jong en Van der Hoek, 2009) blijkt dat er ondanks de toevoer van metalen geen verandering zichtbaar is in de bodemconcentraties van de metalen. Als de mediane concentraties binnen een categorie worden vergeleken tussen beide meetrondes dan zijn er geen significante verschillen aantoonbaar. Een punt van aandacht hierbij is de variabiliteit die tussen de betrokken laboratoria en verschillende meetmethodieken optreedt. De monsters van de tweede meetronde zijn gemeten in een ander laboratorium dan de eerste meetronde. Omdat tijdens de tweede meetronde ook de gearchiveerde monsters uit de eerste ronde zijn gemeten is het mogelijk om

verschillen veroorzaakt door deze variabiliteit te duiden door de analyseresultaten van de eerste ronde van beide laboratoria te vergelijken.

4.5.2 Compendium

Het Milieu- en Natuurcompendium (MNC) maakt gegevens over de toestand van het milieu toegankelijk voor een brede doelgroep. Het MNC geeft op een overzichtelijke wijze de meetgegevens en statistieken weer die in Nederland worden verzameld in het kader van het milieubeleid. Dit overzicht moet een antwoord geven op de beleidsvraag 'hoe gaat het met milieu en natuur'. Voor de landelijke beelden van de zware metalen en de gegevens over bestrijdingsmiddelen en PAK's wordt gebruikgemaakt van de resultaten van het LMB. Voor landelijke beelden van andere aspecten van bodemkwaliteit wordt ook gebruikgemaakt van gegevens uit de BoBI-monitoring.

4.5.3 BoBI: de BodemBiologische Indicator

De BodemBiologische Indicator (BoBI) is een zelfstandig (qua coördinatie en aansturing) onderdeel van het LMB. Door het BoBI-programma gedeeltelijk uit te voeren in het LMB wordt op een efficiënte manier gebruikgemaakt van de meetnetinfrastructuur, en de analyses die in het LMB worden gedaan. Tijdens het LMB-veldwerk worden aanvullend monsters genomen voor bodembiologische metingen. De personele kosten voor deze extra monstername worden vanuit het BoBI-project gefinancierd. Naast de monstername in het LMB worden er vanuit het BoBI-project ook andere locaties buiten het LMB onderzocht. Dit zijn onder andere biologische landbouwbedrijven en verschillende veldproeven. Voor de chemische en fysische bepalingen worden de standaardprotocollen van het LMB gebruikt. Organische microverontreinigingen worden niet geanalyseerd.
De ontwikkeling van de BoBI is ingezet naar aanleiding van de beleidsvragen om a) de toestand en de trends in de bodembiodiversiteit en -functies in beeld te brengen, en b) beleidsinstrumenten te ontwikkelen voor duurzaam gebruik en behoud van de bodemkwaliteit. De oorsprong van deze vraag ligt in het Biodiversiteitsverdrag van Rio de Janeiro (UN, 1992). In het NMP4 (VROM, 2001) en de Beleidsbrief Bodem (VROM, 2003) werd de beleidsvraag geactualiseerd en verbreed tot 'duurzaam gebruik van natuurlijke hulpbronnen'.
Vanuit de aankomende Kaderrichtlijn Bodem kan BoBI invulling geven aan de vragen rond biodiversiteit. Het EU-document 'Thematic Soil Strategy' vermeldt daarover: *Not enough is known about soil biodiversity. This will also be addressed in the Seventh Framework Programme with a view to gaining a better understanding of the function of biodiversity as an environmental service) (EU COM 2006/0231 p9)*. Daarnaast vormen de biologische kenmerken van de bodem een onderdeel van het systeem, dat bedreigd wordt door factoren omschreven in de KRB: afname van het organisch stofgehalte, bodemverontreiniging, bodemafdekking, verzilting, erosie, verzuring en aardverschuivingen.

Tabel 4.3: Parameters en analyses die worden uitgevoerd binnen het BoBI-meetnet.

Parameter	Instituut	Analyse
Microbiologie en microbiologische processen	Centrum Bodem, WUR/Alterrra	bodembacteriën: aantal, biomassa, activiteit (thymidine-, leucine-inbouw). potentiële koolstof- en stikstofmineralisatie-snelheid, mineraliseerbare stikstof (anaeroob). bodemschimmels: aantal (lengte) actieve en inactieve hyphen.
Microbiologie	RIVM-LER	Biolog (diversiteit afbraakroutes)
Nematoden	Blgg	aantal, soortensamenstelling, biomassa
Potwormen	WUR/Centrum Bodem	aantal, soortensamenstelling, biomassa
Regenwormen	Blgg	aantal, soortensamenstelling, biomassa
Mijten en springstaarten	Alterra	aantal, soortensamenstelling
Chemische bepalingen	Blgg	LMB-pakket + totaal koolstof, totaal stikstof, K-getal
Overige bepalingen	RIVM-LER	bulkdichtheid, indringweerstand, infiltratiesnelheid, bodemademhaling.

In de Beleidsbrief Bodem van VROM (2003) worden kwaliteitsreferenties voor bodem genoemd. Deze referenties zijn bedoeld ter ondersteuning van de bodemgebruiker en het bevoegd gezag, bij besluiten waar de bodemkwaliteit een rol speelt. De referenties worden met chemische, fysische en biologische bodemkenmerken bepaald en zullen een rol krijgen in het raamwerk voor duurzaam bodemgebruik (Rutgers et al., 2005; 2007).
In het BoBI-onderzoeksprogramma werkt het RIVM nauw samen met Alterra, Wageningen Universiteit, het Louis Bolkinstituut en het Bedrijfslaboratorium voor grond en gewasonderzoek (Blgg). Tabel 3.3 vermeldt de biologische parameters die worden gemeten als onderdeel van het indicatorsysteem. Tevens is een overzicht gegeven van de instituten die de analyses uitvoeren. Alle resultaten van de meetjaren worden opgeslagen in een database die bij RIVM-LER in beheer is.

De kennisontwikkeling van BoBI bevindt zich nog in de fase van strategisch en toegepast onderzoek. Hieruit zullen in de komende jaren producten en toepassingen voor het beleid volgen, in lijn met de doelstellingen uit de Beleidsbrief Bodem.

De resultaten van BoBI, beginnend met de pilot van 1997, met aansluitend de tweede LMB-ronde (1999 tot en met 2003) en de nog lopende derde LMB-ronde (2006 tot en met 2010) zijn reeds gerapporteerd in circa 15 RIVM rapporten, circa 15 andere rapporten en circa 40 wetenschappelijke publicaties (zie bibliografie LMB in Bijlage II). Het grote aantal publicaties laat zich verklaren uit het feit dat de kwantificering van bodemkwaliteit op basis van biologische kenmerken een vakgebied in ontwikkeling is. Veel deelresultaten zijn het waard om te worden gepubliceerd. Ook de beleidsontwikkeling waarbij bodemkwaliteit breed wordt gedefinieerd, is nog in ontwikkeling. Dit moet er toe leiden dat de bodem in de toekomst op een duurzame wijze wordt beheerd. Dat wil zeggen, dat de bodem als een geïntegreerd systeem wordt gezien met biologische, chemische en fysische

kenmerken (VROM, 2003). Dit beleid zal ook worden uitgewerkt onder het regiem van Europese Bodemstrategie en Kaderrichtlijn Bodem.

4.5.4 Diffuse belasting

Een van de belangrijke bijdragen van het LMB aan het Nederlandse bodembeleid is de bewustwording van de diffuse verontreiniging die aanwezig is in onze bodems. Ten tijde van de opzet van het LMB werd verwacht dat door de continue input van stoffen de kritische niveaus in de bodem misschien al waren overschreden, en dat uiteindelijk zouden gaan doen. Uit de eerste resultaten van het LMB bleek een aantal stoffen in gehalten boven de streefwaarde aanwezig te zijn.
Dit leidde tot de wens om de effecten van deze overschrijding inzichtelijk te maken. Binnen het langlopende door NWO gesubsidieerde 'Stimuleringsprogramma Systeemgericht Ecotoxicologisch Onderzoek' (SSEO) is door ongeveer 25 aio's, postdocs en hun begeleiders onderzoek gedaan naar deze effecten (Posthuma en Vijver, 2007). De uitkomst was dat bij een voldoende meetinspanning effecten op het ecosysteem waargenomen kunnen worden naast de normale variatie die in ecosystemen aanwezig is. Via een set vuistregels is een bodembeheermatrix opgesteld om verantwoordelijk met de diffuse bodemverontreiniging om te gaan (Eijsackers et al., 2007). Deze kennis is onder andere gebruikt bij de ontwikkeling van de Risicotoolbox Bodem.
De gegevens van het LMB zijn ook gebruikt bij het ontwikkelen van modellen die landsdekkende (kritische) metaalconcentraties kunnen voorspellen in de Nederlandse bodems. Deze berekende gehalten zijn onder andere gebruikt bij het afleiden van de Bodemgebruikswaarden en de LAC-signaalwaarden.

4.5.5 Achtergrondwaarden en bodemtypecorrectie

Naar aanleiding van de 'Achtergrondwaarden 2000'- studie (AW2000), wordt nu breed geaccepteerd dat de huidige bodemtypecorrectie aan herziening toe is. Voor deze herziening is in 2008 bij het RIVM een aangepast model gepresenteerd. Dit model bevat een nieuwe methode om op basis van het lutumgehalte bodemconcentraties om te rekenen voor een standaardbodem. De ontwikkeling van de nieuwe bodemtypecorrectie is gebaseerd op gegevens van onder andere het LMB (Mol en Spijker, 2007). Door budgettaire kortingen en herprioriteringen zijn de resultaten van dit onderzoek nog niet gepubliceerd.

4.5.6 Uitloging uit bodem

De afgelopen twee jaar is een verkennende studie uitgevoerd naar de uitloging van de diffuse verontreinigingen van de bodem naar het grondwater (Spijker et al., 2009). Uitgangspunt van deze verkennende studie was de verwachte concentratie in het grondwater ten opzichte van de Maximaal Toelaatbare Toevoeging (MTT). De studie voorspelde, onder voorbehoud van de onzekerheden in de modellering, dat MTT-overschrijdingen in het grondwater mogelijk zijn. Voor 2010-2012 staat een vervolg gepland waarin onder andere gekeken zal worden naar de relatie tussen gemeten bodemconcentraties en grondwaterconcentraties uit het LMB. Dit zal criteria moeten opleveren om de voorspelde uitloging uit de bodem in relatie tot de huidige grondwaterconcentraties te beoordelen.

Naar aanleiding van budgettaire problemen bij TNO zijn in 2006 en 2009 in het LMB geen grondwatermonsters genomen. Deze gegevens zijn echter wel gewenst om de voorspellingen van de uitloogmodellen te kunnen toetsen.

4.5.7 KRW artikel 5-rapportage

De Kaderrichtlijn Water is gericht op het bereiken van een goede ecologische en chemische toestand van het oppervlaktewater en een goede chemische en kwantitatieve toestand van grondwater in 2015. Met behulp van Guidances (richtsnoeren) komen EU-landen tot een praktische invulling van de KRW en Grondwaterrichtlijn. In 2004 zijn de grondwaterlichamen gekarakteriseerd (Meinardi en Van den Berg, 2008). Hierbij is een inschatting gemaakt of men verwacht dat de toestand van een grondwaterlichaam aan het einde van de planperiode (2015) goed zal zijn. Hierover is gerapporteerd aan de EU in de zogenaamde artikel 5-rapportage. In 2004 zijn voor de toplagen in klei- en veengebieden waarnemingen uit het LMB (en LMM, TMV) met betrekking tot freatisch grondwater gebruikt om karakterisering van het grondwater in de desbetreffende grondwaterlichamen in te schatten. In 2013 zal volgens de KRW opnieuw een artikel 5-rapportage opgesteld moeten worden.

4.6 Projectorganisatie

De theoretische opzet en meetstrategie van het LMB hebben een praktische vertaling gekregen in een meetnetinfrastructuur, waarin bodemmonsters worden genomen, analyses worden uitgevoerd en de data beheerd worden. De opbouw van zo'n infrastructuur begint met het leggen van samenwerkingsverbanden, de selectie van locaties (adressen), het benaderen van eigenaren, en het verzamelen van relevante locatiegegevens. Sinds 1993 zijn er verschillende veranderingen en aanpassingen geweest, bijvoorbeeld als gevolg van reorganisaties en fasering van het analysepakket. De praktische uitvoering van het LMB, en de samenwerkingsverbanden die hiervoor zijn aangegaan, worden hieronder kort beschreven.

De categorie-indeling van het LMB en de keuze voor monsterlocaties is tot stand gekomen in samenwerking met het Landbouw Economisch Instituut (WUR-LEI). Het LEI verzamelt informatie over een groot aantal individuele land- en tuinbouwbedrijven in het zogenaamde BedrijvenInformatieNet (BIN). Hier zijn momenteel circa 1500 bedrijven bij betrokken. Het BIN heeft een sociaal-economisch karakter. Omdat de in- en output van bedrijven wordt geregistreerd, zijn onder andere ook mineralenbalansen te berekenen. Dit zijn essentiële gegevens om belasting van de bodem met zware metalen en bestrijdingsmiddelen te bepalen. Deze boekhoudkundige benadering vormt de basis van het beeld dat over de bodemkwaliteit kan worden opgesteld. In werkelijkheid spelen in de bodem tal van processen die van invloed zijn op de accumulatie, uitspoeling, omzettingen, en dus de actuele gehalten bepalen. Door LMB-gegevens van de bodemkwaliteit en LEI-gegevens met betrekking tot de bodembelasting te combineren met kennis van bodemprocessen, kan een relatie worden gelegd tussen bodembeheer en bodemkwaliteit. Door te monitoren op bedrijven die deel uitmaken van het BIN kan op efficiënte wijze gebruik worden gemaakt van verschillende gegevensbronnen. Dit voordeel speelde met name in de eerste meetronde van het LMB.
Het LEI heeft dus een selectie gemaakt van bedrijven (in een bepaalde categorie) waar LMB-onderzoek kon worden gedaan. In de eerste meetronde van het LMB (1993 tot en met 1997), zijn de bedrijven in het programma van dat jaar allemaal door het RIVM bezocht. Dit is gedaan om nogmaals toestemming te vragen, het doel van het onderzoek uit te leggen en te controleren of er praktische belemmeringen waren bij de uitvoering (bijvoorbeeld ligging van drainagebuizen). In de tweede en derde meetronde is dit alleen gedaan voor de nieuwe locaties.

Een andere partner in het LMB was het toenmalige Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (IB) te Haren. Het IB was gespecialiseerd in (landbouwkundig)bodemonderzoek en chemische analyses. Het IB is tevens betrokken geweest bij de pilot die aan het bodemmeetnet vooraf ging. De bodemkundige- en

chemische analyses voor het LMB zijn tot en met de tweede meetronde (eindigend in 2003) uitgevoerd bij het IB. Door verschillende reorganisaties is het IB in de loop der jaren overgegaan in het AB-DLO, verhuisd van Haren naar Wageningen, onderdeel geworden van het Staringcentrum/Alterra, en uiteindelijk samengevoegd met het chemisch biologisch laboratorium van de WUR. Daarnaast was nog een aantal andere laboratoria betrokken voor specifieke onderdelen. De organisch chemische parameters werden geanalyseerd bij het RIVM, en de grondwatermonsters bij TAUW en Waterleidinglaboratorium Oost.

De tweede meetronde (1999 tot en met 2003) is uitgevoerd in aanzienlijk afgeslankte vorm, omdat snelle herhaling van het uitgebreide pakket niet zinvol leek. Hierdoor is er een veel minder uitgebreid analysepakket toegepast, alleen op (ondiepe) bodemmonsters. Aan het einde van de tweede meetronde, is in februari 2003 een raamovereenkomst gesloten met TNO-NITG, tegenwoordig TNO Bouw en Ondergrond, waarbij de uitvoering van het LMB is overgedragen aan TNO-NITG. TNO heeft voor het aannemen van de uitvoering van het LMB geen budget ontvangen van het RIVM. TNO was desalniettemin geïnteresseerd en bereid tot uitvoering van het LMB uit strategisch perspectief: ter versterking en uitbreiding van DINO als centrale database met betrekking tot de ondergrond.

Naast de chemische analyses is bij de tweede meetronde (1999 tot en met 2003) voor het eerst ook op grote schaal bemonsterd en geanalyseerd op biologische eigenschappen van de bodem met behulp van de zogenoemde BodemBiologische Indicator (BoBI). Met BoBI kunnen biologische en fysische aspecten van bodemkwaliteit worden gekwantificeerd. De organisatie van de bemonsteringen gebeurde in nauw overleg met het coördinerende team van het LMB. De koppeling van BoBI aan het LMB geeft de mogelijkheid om ‘meerwaarde’ te creëren doordat resultaten van chemische, fysische en biologische analyses in verschillende toepassingen kunnen worden gebruikt. De biologische analyses werden gecoördineerd en betaald vanuit een eigenstandig project bij het RIVM en Alterra (WUR), via interdepartementale aansturing van VROM en LNV. Samenwerkende instituten bestaande uit het RIVM, WUR Bodemkwaliteit, Alterra WUR, Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek (Blgg) en het Louis Bolk Instituut (LBI) hebben zich verenigd in het zogenaamde BoBI-platform. Ook bij de derde meetronde van het LMB (2006 tot en met 2010) is BoBI weer ingezet, maar nu op de helft van de LMB-locaties.

Sinds het begin van de derde LMB-meetronde in 2006 worden de chemische analyses uitgevoerd door het Gemeenschappelijk Laboratorium van TNO en de Universiteit Utrecht. De monstername in het veld werd in het begin uitgevoerd door medewerkers van het voormalige Laboratorium voor Bodem en Grondwateronderzoek (RIVM). Tegen het einde van de eerste meetronde is dit werk uitbesteed bij een gespecialiseerd uitzendbureau uit Wageningen. In 2000 is het veldwerk overgegaan naar de Grontmij, die sindsdien de monstername verzorgt. Sinds 2006 is TNO opdrachtgever voor Grontmij. Naast de uitbesteding van het veldwerk en de uitvoering van de chemische analyses, is TNO sinds 2003 ook verantwoordelijk voor het beheer en beschikbaar stellen van de LMB-gegevens via DINO. Opdrachtgever voor de TNO-activiteiten met betrekking tot LMB zijn de ministeries van OC&W, EZ, VROM, V&W en LNV via GIP-gelden. Het RIVM is eindverantwoordelijke gebleven voor het algemeen projectmanagement, de meetstrategie, het maken van de veldmapjes en de rapportages aan het ministerie van VROM.

TNO en het RIVM overleggen regelmatig op projectleiderniveau om afspraken te maken over de uit te voeren werkzaamheden. Daarnaast is de stuurgroep RIVM/TNO in 2008 in het leven geroepen om de Raamovereenkomst te evalueren en om afspraken te maken over de financiën. Aan dit overleg nemen de Centrumhoofden van RIVM-CMM en RIVM-LER deel en het hoofd TNO-DINO en TNO-Deltares.

De RIVM LMB-projectleider neemt deel aan het Platform Meetnetbeheerders. Dit IPO-platform van provinciale en landelijke meetnetbeheerders heeft tot doel om informatie uit te wisselen (besluitvorming ligt bij de afzonderlijke provincies) en af te stemmen over de meetnetten alsmede het vergelijkbaar maken van meetresultaten. Op deze wijze draagt dit overleg bij aan kwaliteitsborging van de meetnetten bodem en grondwaterkwaliteit van de provincies en van het RIVM.
Tevens neemt de LMB-projectleider deel aan de DINO Gebruikersraad Bodem&Water. Dit is een overlegorgaan van provincies, Alterra, RIVM, TNO en DINO waarin diverse aspecten van bodem- en grondwaterdatabeheer, bijvoorbeeld datavalidatie, afgestemd worden.

rivm

5 Relatie met andere gegevenssets

Naast het LMB wordt er voor onderzoek ter onderbouwing van het bodembeleid ook gebruikgemaakt van de andere landelijke, publiek beschikbare, datasets met bodemkwaliteitsgegevens. In dit hoofdstuk wordt de relatie van deze projecten en datasets met het LMB besproken.

5.1 Achtergrondwaarden

5.1.1 Achtergrondwaarden in de jaren 90

De concentratie van stoffen in de bodem bij relatief onbelaste situaties geeft belangrijke informatie over de achtergrondwaarden in Nederland. Ze geven inzicht in de verrijking die door de mens wordt veroorzaakt en in de concentraties die van nature in minerale bodems voorkomen.
Het LMB had als eerste doel om gehalten van verontreinigende stoffen te detecteren en trends hierin te volgen. Doordat de waarnemingen in het LMB zich hebben gericht op zowel de toplaag (0-10 cm) als de ondergrond (30-50 cm) kan uit deze gegevens in principe een achtergrondwaarde worden afgeleid (Spijker, 2005; Van der Veer, 2006).

De resultaten uit de LMB-pilot van 1988 zijn destijds vergeleken met de toen gebruikte achtergrondwaarden uit natuurgebieden op basis van de 'Edelmangronden'. Hieruit werd geconcludeerd dat de concentraties van metalen gevonden in de boslocaties van het Bodemmeetnet goed met elkaar overeen komen (Van Duivenbooden et al., 1995).

In landbouwgronden wordt de concentratie van stoffen in de bodem beïnvloed door verontreinigingen in dierlijke mest, kunstmest, compost, bestrijdingsmiddelen en atmosferische depositie. Voor natuurgronden speelt met name de atmosferische depositie een rol. Deze belasting van de bodem is in eerste instantie in de bovenlaag terug te vinden. In gronden die arm zijn aan organische stof en kleideeltjes (lutum) zal sneller uitspoeling naar diepere lagen kunnen plaatsvinden.
Naast het bodemonderzoek in het LMB is ook langs andere wegen informatie verzameld over gehalten van stoffen in de Nederlandse bodem. Aansluitend op de LMB-pilot zijn de resultaten vergeleken met circa 700 analyses voor Indicatief Bodemonderzoek (IBO's) van 'onverdachte' landbouwgronden bestemd voor woningbouw, en ruim 500 bodemmonsters uit de database van het Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek (BLGG) die genomen zijn uit de bovenste 5 cm van graslanden. Ondanks verschillen in monstermethoden, diepte en bodemtype, liggen deze waarden vrijwel allemaal in dezelfde range (Lagas et al., 1996).

5.1.2 Achtergrondwaarden 2000

Eind 2004 zijn de resultaten van het project Achtergrondwaarden 2000 gepresenteerd, ook bekend als AW2000 (Lamé et al., 2004). In dit onderzoek is opnieuw en op systematische wijze een basis gelegd voor het inschatten van de achtergrondgehalten van 113 genormeerde stoffen. Normen voor een aantal organische verbindingen zijn gebaseerd op somparameters. De individuele parameters van 120 niet-genormeerde stoffen werden gemeten om de som te kunnen bepalen. Het AW2000-onderzoek heeft de cijfers opgeleverd voor de achtergrondwaarden in niet-direct belaste gebieden. Deze resultaten zijn

gebruikt voor de afleiding van de Maximale Waarden voor bodem in het Besluit Bodemkwaliteit (VROM, 2008).

Het gegevensbestand met achtergrondwaarden voor genormeerde stoffen is gebaseerd op monsters van 100 locaties, die door Alterra verspreid over heel Nederland zijn geselecteerd. Hiervoor is een stratificatie gebruikt op basis van bodemtype en bodemgebruik. Het bodemtype is een clustering van de bodemkaart (0-20 cm diepte) tot 4 hoofdtypen: zand, zeeklei, rivierklei en veen. Dit is gecombineerd met bodemgebruikgegevens volgens LGN3+, geclusterd tot de typen landbouw, natuur en overig. Uit deze combinatie kwamen 2 grote categorieën 'landbouw op zand' en 'landbouw op zeeklei'. Deze zijn ruimtelijk verder gespreid door 4 geologische districten te definiëren. De groep 'natuur op zand' is onderverdeeld in 'bos op zand' en overige 'natuur op zand'. Tot slot zijn de 100 steekproef-locaties naar rato van het oppervlak verdeeld over de 15 categorieën (strata), met een minimum van 2 locaties. Het maximum bedroeg 12 locaties voor 2 (qua oppervlak) grote categorieën.
De locaties zijn geselecteerd op basis van een aselecte trekking (loting; kanssteekproef) uit het landbouwareaal en de natuurgebieden, gevolgd door een toetsing aan de randvoorwaarden voor een terrein dat niet specifiek is verontreinigd, maar alleen door diffuse bronnen is belast. Na voorselectie en controle is het veldwerk door de Grontmij uitgevoerd. Het onderzoek had niet tot doel om de oorspronkelijke natuurlijke gehalten van stoffen in de bodem vast te stellen, maar de toestand (of beter, concentratieverdeling) rond het jaar 2000 vast te leggen bij gangbaar gebruik.
Op elk van de 100 locaties is een proefvlak geselecteerd van 35 x 35 m. Daarbinnen zijn op een raster van 7 x 7 m, 49 boorkernen verzameld, die tot een mengmonster werden samengevoegd. Dit is gedaan voor drie dieptetrajecten van de bodem: 0 – 0,10 m-mv, 0,10 – 0,50 m-mv en 0,50 – 1,0 m-mv. De monsters van de bovenste en onderste laag zijn door Alcontrol chemisch geanalyseerd volgens vaste protocollen.
De resultaten zijn weergegeven in (cumulatieve) frequentieverdelingen. Met 100 waarnemingen kan de 95-percentielwaarde voor de meeste stoffen, met een marge van 10 % tot 30 % in de schatting worden weergegeven. Voor een grotere betrouwbaarheid zijn, afhankelijk van de stof, veel meer waarnemingen nodig. Er is geconstateerd dat voor een aantal metalen in de bovengrond, in meer dan 5 % van de waarnemingen de huidige streefwaarde wordt overschreden. Voor de organische verbindingen geldt dat ongeveer de helft beneden de detectielimiet ligt. Een aantal bestrijdingsmiddelen overschrijdt in meer dan 10 % van de waarnemingen de streefwaarde. Interventiewaarden worden zelden overschreden. Differentiatie naar deelgebieden is niet mogelijk door het geringe aantal waarnemingen (dat over blijft) per categorie.

De relatie met het LMB
Het meetprogramma AW2000 vertoont grote overeenkomsten met het LMB en de LMB-pilot. In AW2000 is echter een groter aantal van de genormeerde stoffen gemeten. De statistische opzet en locatieselectie van het meetprogramma zijn anders, het aantal locaties is de helft van die in het LMB en er zijn a priori meer categorieën onderscheiden. De werkwijze van monstername op kleine plots komt overeen met de LMB-pilot, en zorgt per definitie voor een aanzienlijk kleinere steekproef uit het Nederlands grondoppervlak van een bepaalde categorie (combinatie grondsoort/bodemgebruik).
AW2000 is een eenmalig meetprogramma waarmee geen veranderingen in de tijd worden waargenomen. De gebruikte analysemethoden zijn vastgelegd in gestandaardiseerde protocollen, maar achteraf bezien niet de 'state of the art'.
Resultaten uit LMB-1 hadden in principe kunnen worden gebruikt om de resultaten van AW2000 verder te onderbouwen en uit te breiden, al blijven verschillen in gebruikte methodiek (monstername en analyses) parten spelen. Door deze verschillen zijn de resultaten uit de twee meetprogramma's niet naadloos samen te voegen.

5.2 De geochemische kartering van Nederland

In de periode 2002 - 2006 is op de Universiteit Utrecht een promotiestudie uitgevoerd waarin een geochemische kartering van Nederland is opgesteld (Van der Veer, 2006). Het primaire doel van deze kartering was het verkrijgen van een ruimtelijk representatief, hoogwaardig, multi-elementoverzicht van de bovenlaag en minerale samenstelling van de bodem. Dit overzicht is gepresenteerd in de vorm van een atlas met kaarten en statistische kengetallen voor elk gemeten element. Deze atlas kan dienen om bodemtype of regionale achtergrondwaarden vast te stellen, of voor de beoordeling van de antropogene verontreinigingen.

Naast bodemkwaliteit en milieugeochemische toepassingen, is de dataset ook relevant als referentie in andere onderzoeks- of beleidsgebieden, zoals ruimtelijke ontwikkeling, landbouwkundige praktijk, epidemiologie en forensische wetenschappen.

De bodemsamenstelling wordt bepaald door een aantal factoren en processen die afhankelijk zijn van de lokale en regionale omstandigheden. Het ruimtelijk overzicht van de geochemische kartering geeft dus een weergave van het complexe patroon dat veroorzaakt wordt door de som van alle processen in ruimte en tijd.
In tegenstelling tot de meeste geochemische studies, gericht op een of meerdere specifieke processen binnen een afgeperkte geochemische setting, richt deze studie zich op een algemeen inzicht in de effecten van alle processen tezamen.
Door de brede opzet van de studie is de mate van detail waarin de afzonderlijke processen van elkaar onderscheiden kunnen worden gelimiteerd. Aan de andere kant kan door de ruimtelijke opzet wel bepaald worden welke individuele processen het meest belangrijk zijn voor de variatie in de geochemische samenstelling van de bodem.

De nu volgende beschrijving van deze dataset is overgenomen uit Van der Veer (2006).

5.2.1 Bemonstering

Voor de bemonsteringsopzet is gebruikgemaakt van beschikbare digitale kaarten van de bodem, geologie en het bodemgebruik in Nederland. Hieruit is een selectie gemaakt (doelgebied) van de bodems in het landelijk gebied, waarbij zeer ongewone types moedermateriaal (bijvoorbeeld pre-Kwartaire afzettingen) en sterk gelaagde profielen (bijvoorbeeld dunne kustafzettingen op fluviatiele klei) buiten beschouwing zijn gelaten. Het overgebleven doelgebied beslaat 76 % van het totale Nederlandse landoppervlak en bestaat uit landbouwgebieden en bossen/natuurgebieden. Op basis van de lithologie (eigenschappen van de ondergrond), landgebruik, en in sommige gevallen ook regio, is het doelgebied weer onderverdeeld in een aantal subgebieden (strata). Hierover zijn, naar rato van het oppervlak van deze strata, 400 monsterlocaties willekeurig verdeeld (gestratificeerde random bemonstering). Uiteindelijk zijn tijdens het onderzoek 358 van de 400 geplande locaties bemonsterd (90 % van het totaal). Hierbij zijn met name de zuidelijke zandgronden (Noord-Brabant) en zuidelijke zeekleigronden (Zeeland) in lichte mate ondergerepresenteerd in vergelijking tot de rest van Nederland (Van der Veer, 2006).

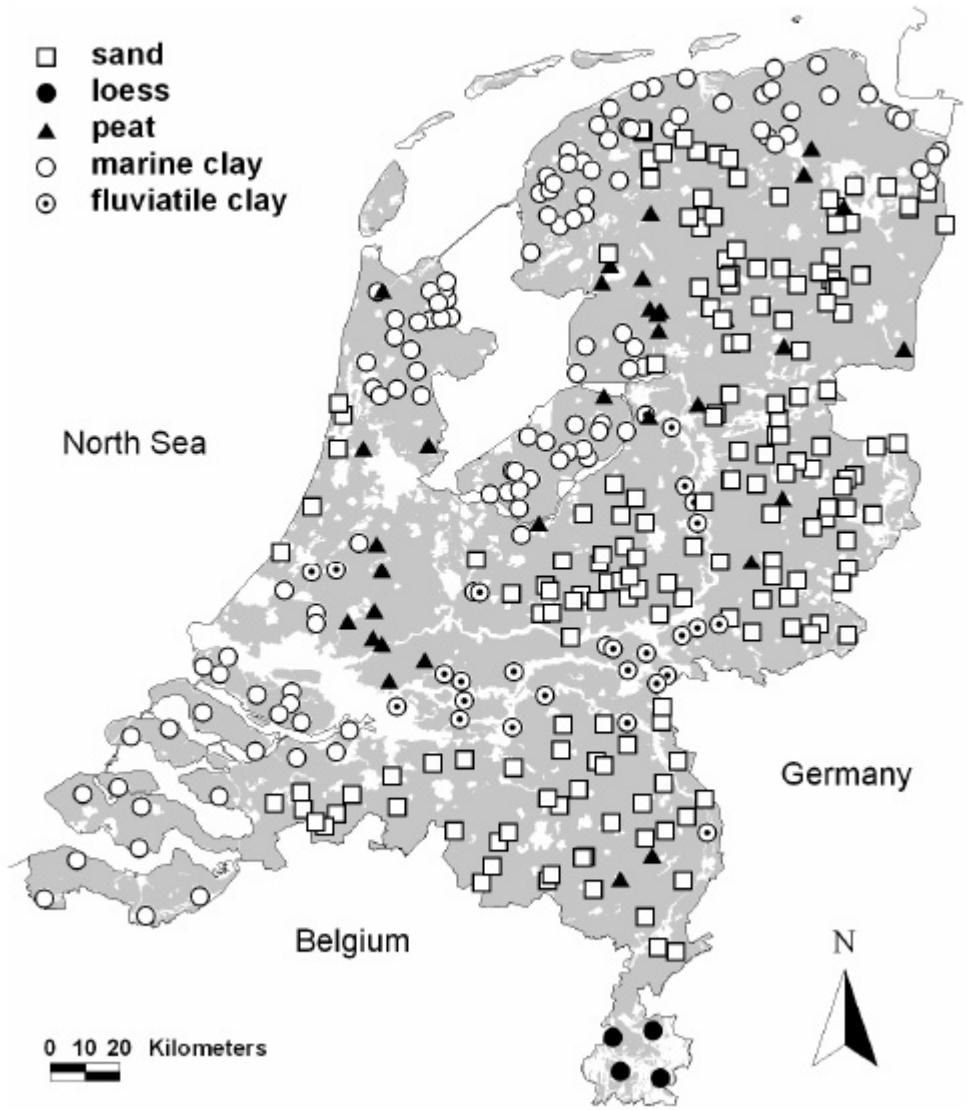


Figure 3.2 Overview of the 358 sample locations classified according to their actual lithological stratum.

Figuur 5.1: Bemonsteringslocaties van de geochemische kartering van Nederland, overgenomen uit Van der Veer (2006).

Op iedere monsterlocatie zijn telkens twee bodemmonsters genomen (constant volume van ~0,22 dm^3); één van de bovenste bodemlaag (0-20 cm) en één van een diepere bodemlaag (meestal 100-120 cm). Dit laatste is van belang omdat de bovenste bodemlaag veelal is aangerijkt door menselijk toedoen (diffuse aanrijking), terwijl de ondergrond als min of meer ongerept kan worden beschouwd. Als zodanig is per locatie informatie over de natuurlijke samenstelling van het moedermateriaal beschikbaar, waartegen de samenstelling van de toplaag kan worden geëvalueerd. Hierbij dient echter rekening te worden gehouden met de natuurlijke bodemvormende processen die in de toplaag een rol kunnen spelen. Vanwege de zeer jonge leeftijd van een deel van de Nederlandse bodems, wordt bodemvorming echter niet erg belangrijk geacht voor de bulksamenstelling. Uit de latere bevindingen blijkt dat ook van de oudere bodems (zandgronden en löss) de samenstelling van de toplaag relatief

weinig door bodemvorming is veranderd. Men moet zich hierbij realiseren dat in dit onderzoek de totale concentraties van elementen zijn bepaald. Slechts een klein deel hiervan wordt beïnvloed door bodemvormende processen (Van der Veer, 2006).

5.2.2 Aanrijking

De bovengrond in het landelijk gebied blijkt niet zozeer verontreinigd, maar is wel op veel plaatsen meetbaar verhoogd (aangerijkt), in gehalten van verschillende elementen zoals fosfor (P), Cd, Cu, Hg, Pb en Zn. De aanrijking van genoemde elementen is gemiddeld in de orde van een factor 2 tot 3 ten opzichte van de concentraties in de ondergrond. Ook Bi, Sb en Sn zijn aangerijkt, hoewel minder sterk (factor 1,5 – 2). Zwavel is eveneens aangerijkt in de bovengrond, maar dit dient verder te worden onderzocht. Vergeleken met ernstige lokale verontreinigingen is de diffuse aanrijking in het landelijk gebied niet erg hoog. Door de uitgebreide schaal waarop diffuse aanrijking heeft plaatsgevonden betekent het wel dat er enorme hoeveelheden van deze elementen van buitenaf in de bodem zijn gebracht. Een dergelijke aanrijking is ook al opgemerkt in agrarische bodems van Zeeland, en is grotendeels het gevolg van (historische) emissies door menselijke bronnen zoals de industrie (oude kolencentrales, afvalverbranding, metaalverwerking, petrochemische productie), het verkeer (onder andere lood uit benzine) en de landbouw (kunstmest, veevoer, voederadditieven, pesticiden). Via atmosferische depositie of directe input van bijvoorbeeld kunstmest zijn deze metalen op de bovengrond terechtgekomen. Een deel hiervan is opgenomen door gewassen, en daarmee afgevoerd, of is uitgespoeld naar het grondwater. Het overige deel heeft zich opgehoopt in de bodem. Hoewel een groot deel van deze bronnen ondertussen historisch van aard zijn, wordt in massabalansstudies ook nu nog een netto antropogene input van Cd, Cu, Pb en Zn naar de bodems in het landelijk gebied voorspeld. Dit is in lijn met de verwachtingen over accumulatie van metalen in de bodem, die ten grondslag lag aan het LMB. Behalve voor P (sterke accumulatie), bestaan er voor de overige elementen (Bi, Hg, S, Sb en Sn) geen schattingen van de historische of actuele menselijke input naar de Nederlandse bodems. Wat opvalt, is dat de aanrijking van bovengenoemde elementen veel sterker is in de veengronden (factor 2-6). Verder zijn deze veengronden ook aangerijkt in Fe, Mn, As, Se, en Mo, zij het in mindere mate. IJzer, Mn, As, Se, en Mo zijn ook aangerijkt in de venige kleilagen die voorkomen in de ondergrond van het zeekleigebied. Ook Cd, Cu en Hg zijn hierin duidelijk aangerijkt. Deze aanrijkingen zijn het gevolg van natuurlijke processen in het organisch rijke milieu. Het is daarom waarschijnlijk dat een deel van de aanrijking van Cd, Cu en Hg in de toplaag van de veengronden eveneens van natuurlijke oorsprong is. De overige elementen zijn niet duidelijk aangerijkt noch verarmd in de Nederlandse bovengrond. Hieruit blijkt dat bodemvormende processen een ondergeschikte rol spelen in de bulkchemie van de Nederlandse bodem. In de Holocene kleigronden worden weinig effecten van bodemvorming verwacht vanwege de zeer jonge leeftijd van de sedimenten (<1000 jaar). In de Pleistocene zandgronden heeft echter zichtbaar uitspoeling plaatsgevonden (podzolisatie). Zoals blijkt heeft dit op de bulkchemische samenstelling van de bovengrond slechts een gering effect gehad. Antropogene aanrijking is daarmee dus kwantitatief gezien een belangrijker proces in deze bodems (Van der Veer, 2006).

5.2.3 Relatie met het LMB

De dataset van de geochemische kartering heeft een duidelijk ander doel dan de chemische analyses in monsters van het LMB. De kartering is gericht op het verklaren van de samenstelling van de bodem en gericht op de ruimtelijke, geologische, processen die de bodemsamenstelling hebben bepaald. Door methodische verschillen zijn de gegevens van de kartering niet direct te vergelijken met die van het LMB. Wel kunnen de gegevens van de kartering gebruikt worden ter onderbouwing van de gegevens uit het LMB. Een belangrijke rol voor de gegevens van de kartering ligt in het feit dat op basis van deze

gegevens de aanrijking van stoffen in de bodem bepaald kan worden. Deze aanrijking is de totale som van de stijging aan metalen in de bodem door menselijk handelen. In het LMB ontbreken historische (voor 1990) gegevens en de kartering kan deze gegevens aanvullen.

5.3 Provinciale bodemmeetnetten

Naast het landelijke LMB bestaan er ook diverse provinciale bodemmeetnetten. De relatie tussen deze provinciale meetnetten en het landelijke LMB is onderzocht in het project ‘naar een kosteneffectieve monitoring’ (Albers, 2006). Dit project was een samenwerking tussen het Interprovinciaal overleg (IPO), de ministeries van VROM, L&V en V&W, het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Eén van de conclusies uit het rapport was dat de versterking van de samenwerking tussen overheden de inhoudelijke afstemming tussen de verschillende monitoringprogramma’s kan verbeteren en kan bijdragen aan de kwaliteitsbewaking. Hierbij gaat het om samenwerking tussen Rijk en provincies. Onder de titel ‘DGM-bod’ is gekeken hoe deze samenwerking gestalte zou kunnen krijgen (Loos en Zwart, 2008).

Nawoord

Voor deze evaluatie zijn naast een aantal betrokken RIVM-medewerkers ook externe partijen geraadpleegd door middel van telefonische interviews (Bijlage I). De auteurs bedanken de betreffende medewerkers van Alterra, TNO/Deltares, de Technische Commissie Bodembescherming, Stichting Kennisontwikkeling Bodem, Blgg, VROM, LNV en de provincie Zuid-Holland voor hun medewerking.

Ook willen we Michiel Rutgers, Dico Fraters, Cor de Jong, Hans van der Meij (TNO) en Jos Dijkmans (TNO) bedanken voor bijdragen aan de tekst en hun commentaar op het conceptrapport.

Bilthoven, november 2009

Job Spijker
Ton Schouten
Klaas van der Hoek
Esther Wattel-Koekkoek

rivm

Literatuur

Albers, R. (2006) Towards effective Monitoring; main report for Environment, Nature and Water. Verkrijgbaar via Centrum voor MilieuMonitoring, afdeling Bodem en Water, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Bronswijk, J. J. B., Groot, M. S. M., Fest, P. M. J., Leeuwen, T. van (2003) Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten eerste meetronde 1993-1997. RIVM-rapport 714801031, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Brus, D. J. (2008) 'Landelijke en provinciale bodemkwaliteitsmeetnetten: vlees noch vis?', in: Een blik op monitoring van de natuurlijke leefomgeving, vol. 6. M. Knotters (ed.). Wageningen UR.

Drecht, G. van, Boumans, L.J.M., Fraters, D., Reijnders, H.F.R., Duijvenbooden, W. van (1996) Landelijke beelden van de diffuse metaalbelasting van de bodem en de metaalgehalten in de bovengrond, alsmede de relatie tussen gehalten en belasting. RIVM-rapport 714801006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Duijvenbooden, W. van, Driel, W. van, Willems, W.J. (1995) Resultaten van een onderzoek naar de mogelijke opzet van een Landelijk Meetnet Bodem. CCRX 1995-7. Verkrijgbaar via Centrum voor MilieuMonitoring, afdeling Bodem en Water, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

EC (2002) Towards a strategy for soil protection. COM 2002/179.

EC (2006) Thematic strategy for soil protection. COM 2006/231.

Emissieregistratie (2005) website: http://www.emissieregistratie.nl/.

Eijsackers, H. J. P., Straalen, N. M. van, Kort, T. de (2007) Diffuus verontreinigde gronden beheren?; Beleids en beheersopties voor diffuus verontreinigde terreinen: een systeemecotoxicologische analyse Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek.

Blum, W.H., Gerzabek, M.H., Vodrazka, M. (Eds.) (2008) EUROSOIL Book of Abstracts. University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU) Vienna, Austria.

Jong, C. J. de, Hoek, K. W. van der (2009) Landelijk meetnet bodemkwaliteit; Resultaten tweede meetronde, 1999 – 2003. RIVM-rapport 680718001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Knotters, M. (ed.) (2008) Een blik op monitoring van de natuurlijke leefomgeving, vol. 6. Wageningen UR.

Kwaadsteniet, J. W. de (1987) Strategies for soil sampling from a statistical point of view, in: Vulnerability of soil and groundwater to pollutants. Duijvenbooden, W. van, Waegeningh, G.H. (eds.), CHO/TNO / RIVM (Den Haag) Proceedings and Information 38: 43 pp.

Kwaadsteniet, J. W. de. (1995) Resultaten van een onderzoek naar de mogelijke opzet van een Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Bijlage rapport 1: Statistische databewerking, CCRX 1995-7, Verkrijgbaar via Centrum voor MilieuMonitoring, afdeling Bodem en Water, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Lagas, P., Groot, M. S. M., Koops, R., Willems, W. J., Lijzen, J. P. A., Gan, J. B. S., Velde EG, v. d., Booy, H., Alkemade, J. R. M., Heusinkveld, H. A. G., Baltissen, A. H. M. (1996) Bodemkwaliteitskartering van de Nederlandse landbouwgronden. Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG), Oosterbeek, RIVM-rapport 714801003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Lamé, F. P. J., Brus, D. J., Nieuwenhuis, R. H. (2004) Achtergrondwaarden 2000. Hoofdrapport fase 1, TNO, NITG 04-242-A.

Loos, B. P., Zwart, M. H. (2008) Inventarisatiefase DGM-bod: Bodem- en grondwaterkwaliteitsmonitoring, RIVM-rapport 680748001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Meinardi, C.R., Berg, R. van den (eds) (2008) Basisdocument karakterisering grondwaterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water. PBL-rapport 500003006.

Metselaar, E., Bonthuis, D., Kalders, P. (2009) Op naar een doelmatige monitoring. Arcadis C03031/BD8/0S5/000037.

MNP (2006) Tussenevaluatie van de nota Duurzame gewasbescherming, Milieu- en Natuurplanbureau MNP ; RIVM; LEI ; RIKILT, Bilthoven, MNP-rapport 500126001.

Mol, G., Spijker, J. (2007) Natuurlijke achtergrondgehalten van zware metalen in de Nederlandse bodem. Wageningen, Alterra-rapport 1460.

Posthuma, L., Vijver, M. G. (2007) Exposure and ecological effects of toxic mixtures at field-relevant concentrations. Model validation and integration of the SSEO programme. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Alterra, Wageningen; Radboud Universiteit Nijmegen ; Vrije Universiteit, Amsterdam ; Wageningen University and Research Centre WUR ; IMARES, Bilthoven, RIVM-rapport 860706002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Rutgers, M. (2008) Field effects of pollutants at the community level - experimental challenges and significance of community shifts for ecosystem functioning. Science of the Total Environment 405: 469-478.

Rutgers, M., Mulder, C., Schouten, A. J., Bloem, J., Bogte, J. J., Breure, A. M., Brussaard, L., Goede, R. d., Faber, J. H., Jagers op Akkerhuis, G. A. J. M., Keidel, H., Korthals, G. W., Smeding, F. W., Berg, C. t., & Eekeren, N. van (2007) Typeringen van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Alterra, Wageningen; Wageningen Universiteit; Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen; Louis Bolk Instituut, Bilthoven, RIVM-rapport 607604008, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Rutgers, M., Schouten, A. J., Dirven-van Breemen, E. M., Otte, P. F., Mesman, M. (2005) Naar een richtlijn voor locatiespecifieke ecologische risicobeoordeling met de TRIADE. RIVM-rapport 711701038, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Spijker, J. (2005) Geochemical patterns in the soils of Zeeland, natural variability versus anthropogenic impact. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap.

Spijker, J., Lieste, R., Zijp, M. C., Nijs, A.C.M. de. (2009) Conceptuele modellen voor de Kaderrichtlijn Water en de Grondwaterrichtlijn. RIVM-rapport 60730001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

UN (1992) Convention on Biological Diversity, United Nations Treaty Series 30619.

Veer, G. van der. (2006) Geochemical soil survey of the Netherlands. Atlas of major and trace elements in topsoil and parent material; assessment of natural and antrhropogenic enrichment factors. Utrecht: KNAG/Fac. Geowetenschappen. 245 p.

VROM (2001) National Milieubeleidsplan 4, Ministerie van VROM.

VROM (2003) Beleidsbrief nieuw bodembeleid, VROM, Den Haag, BWL 2003 096 250.

VROM (2008). Besluit Bodemkwaliteit.

Wattel-Koekoek, E. J. W., Nijs, A. C. M. d., Zijp, M. C., Broers, H. P., & Boumans, L. J. M. (2009) Representativiteit KRW Monitoringprogramma Grondwaterkwaliteit. RIVM Report 680721003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

rivm

Bijlage I Verslag interviews

Verslag telefonische interviews belanghebbenden LMB.

Geïnterviewden

Joan Reijs	Landbouw Economisch Instituut WUR,
Harm Keidel	BLGG Oosterbeek,
Dico Fraters	RIVM Centrum voor MilieuMonitoring,
Michiel Rutgers	RIVM Laboratorium voor Ecologische Risicobeoordeling,
Gerben Mol	Alterrra,
Paul Römkens	Alterra,
Dick Brus	Alterra,
Pauline van Gaans	Deltares,
Jan Meijles	Provincie Zuid –Holland,
Boet Glandorf	RIVM Stoffen Expertise Centrum,
Maartje Nelemans (in overleg met Arthur Eijs)	– VROM,
Bas Volkers	LNV,
Simon Moolenaar	Stichting Kennisontwikkeling&overdracht Bodem,
Joke van Wensem	Technische Commissie Bodembescherming.

Eén respondent gaf aan niet tot de doelgroep, namelijk (potentiële) gebruikers/belanghebbenden van het LMB te horen.

Twee personen, nl. Jan Huinink (LNV) en Niek de Wit (VROM) waren niet bereikbaar in de interviewperiode.

Gebruikte vragenlijst

Op 21 september 2009 is onderstaande vragenlijst aan bovengenoemde personen gemaild. De telefonische interviews vonden plaats tussen 22 september en 9 oktober 2009.

1. Heeft u behoefte aan bodemkwaliteitgegevens? Zo ja, welke?
   zo specifiek mogelijk, denk aan schaalniveau, parameters.

2. Waar komt deze behoefte vandaan:

   a. uit wettelijke verplichtingen, onderzoek of anders (obliged, need or nice to know)?

   b. Indien wettelijke verplichtingen, zijn deze verplichtingen concreet (middel/voorschrift) of weinig concreet (doel/voorschrift)?

   c. Zijn dit verplichtingen die nu geldig zijn of voorzien voor de toekomst?

3. Gebruikt u bodemkwaliteitsgegevens ten behoeve van:

   a. het vaststellen van de huidige situatie,

   b. het vaststellen van de ontwikkeling of trend;

c. of uit de behoefte voor het verklaren van de huidige situatie of trend aan de hand van gevoerd of voorgenomen beleid

4. Heeft u wel eens gebruikgemaakt van LMB-gegevens?

Toekomstige ontwikkelingen
Verwachting is dat in de toekomst de Europese Bodemrichtlijn zal worden vastgesteld.

5. Welke veranderingen in de behoefte aan bodemkwaliteitsgegevens voorziet u hierbij?

Suggesties voor de uitvoering:

6. Heeft u een idee welke monitoringactiviteiten binnen LMB geschrapt kunnen worden dan wel ontbreken? Welke?

7. Heeft u een idee voor welke monitoringactiviteiten efficiencywinst kan worden geboekt door ze op te nemen in het LMB dan wel intensiever met het LMB samen te werken? Welke?

Uitkomsten van de interviews

Huidige behoefte
Er is binnen de groep ondervraagden regelmatig behoefte aan bodemdata met betrekking tot

- chemie bijv organische stof gehalte, nutriënten (met name fosfor), zware metalen, bestrijdingsmiddelen, freatisch grondwaterkwaliteit
- fysische gegevens zoals doorlatendheid, dichtheid, en verdichting
- biologische data bijv. m.b.t. bodembiodiversiteit en DNA
- beheer/landgebruik-gegevens bijv bodembelasting, metalenbalansen.

Er is behoefte op alle schaalniveaus: landelijk, provinciaal en lokaal.

Er is zowel behoefte aan gegevens om de toestand te bepalen, als aan (nationale) ontwikkeling in de tijd, als aan het bepalen van effecten van beleid.

Het verzamelen van bodemgegevens is geen wettelijke verplichting, maar de gegevens zijn nodig om een bepaalde (beleids)vragen te kunnen beantwoorden bijv. vanuit de Beleidsbrief Bodem.

Voorbeelden van vraagstukken die in het verleden beantwoord zijn of momenteel spelen, en waarvoor bodemgegevens nodig zijn:

- in het kader van de KRW: wat is het effect van oppervlakkige afspoeling van bodemdeeltjes op de kwaliteit van oppervlaktewater zoals sloten? Hiervoor zijn gegevens nodig van de bodemkwaliteit van de bovenste bodemlaag.
- In het kader van de KRW: hoe verloopt de uitspoeling van diffuse verontreinigingen? Hiervoor zijn zowel gegevens van bodemchemie als freatisch grondwater nodig.
- In het kader van het mestbeleid: fosfaatgebruiksnorm zal in de nabije toekomst mogelijk gekoppeld worden aan bodemvruchtbaarheid. Om de bodemvruchtbaarheid te karakteriseren

zijn gegevens nodig bijv. organische stof gehalte, fosfaat. Daarnaast zijn gegevens nodig m.b.t. bodembeheer (LEI-BIN).
- In het kader van de Beleidsbrief Bodem waarin wordt gestreefd naar duurzaam bodemgebruik: bijvoorbeeld duurzaamheid wat betreft organische stof in de bodem. De wens is dat organische stof gehalten in de bodem niet teruglopen. Organische stof heeft diverse belangrijke functies in fysische (draagt bij aan structuur) en chemische zin (vormt complexen). Om te weten hoe de toestand is van het organische stofgehalte en de ontwikkeling in de tijd zijn metingen onontbeerlijk.
- In het kader van het biodiversiteitsverdrag (Rio): het bewaken van de biodiversiteit door o.a. de biodiversiteit in de bodem te monitoren (BoBI-LMB)
- In het kader van de Beleidsbrief Bodem: het onderzoeken van de functies van de bodem en ecosysteemdiensten en het onderzoeken van de effecten van (verandering in) bodembeheer op deze functies.
- In het kader van het mestbeleid: als het gebruik van dierlijke mest verder beperkt wordt, welk effect heeft dit dan op het organische stofgehalte?
- afleiden van LAC-signaalwaarden, achtergrondwaarden en bodemgebruikswaarden

Van de 14 geïnterviewden hebben 5 zelf direct gebruikgemaakt van de gegevens van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Ook wordt gebruikgemaakt van de gegevens van BLGG en Alterra (BIS). Daarnaast geven 2 respondenten aan dat men meer gebruik zou willen maken van de LMB-data als deze gemakkelijker toegankelijk zou zijn.

Toekomstige ontwikkelingen
Algemeen:
Voor de Kaderrichtlijn Bodem dienen prioritaire gebieden aangewezen te worden. Hiervoor kunnen allerlei bodemdata (gegevens met betrekking tot beheer, biologie, chemie, fysisch) van dienst zijn bij de karakterisering van de gebieden.

Biologie:
Voor de toekomst wordt een toename in behoefte aan biologische gegevens verwacht.
Een voorbeeldvraag die in de toekomst verwacht wordt: welk effect heeft toepassing van genetisch gemodificeerde gewassen op de (bodem)biodiversiteit?

Chemie:
Verschillende respondenten melden dat er in Nederland al veel beleid is gevoerd op het gebied van bodemverontreinigingen en er waarschijnlijk nauwelijks of geen aanvullend beleid nodig zal zijn om te voldoen aan de Bodemrichtlijn, tenzij er een standstill eis in komt, namelijk dat de bodemkwaliteit niet mag verslechteren. In dat geval zal moeten worden vastgesteld wat de uitgangssituatie is ten opzichte waarvan er geen verslechtering van de bodemkwaliteit mag optreden. Momenteel geldt bijvoorbeeld voor koper en zink dat, alhoewel het gebruik van koper en zink via beleid een heel eind is teruggedrongen, nog geen sprake is van standstill. Ook hiervoor zijn metingen nodig. Daarnaast zijn gegevens nodig met betrekking tot beheer, zoals bijvoorbeeld het gebruik van meststoffen.
Ook wordt een toename verwacht in het belang van gegevens met betrekking tot bodem organische stof.

Fysische:
Een van de bedreigingen (threats) die in de concept-KRB vermeld staat heeft betrekking op verdichting. Fysische eigenschappen worden momenteel beperkt gemonitord. Alleen binnen BoBI wordt de indringweerstand en bulkdichtheid van de bodem gemeten.

Wat kan geschrapt worden binnen LMB?
Freatisch grondwater zou geschrapt kunnen worden indien LMB- en LMM-locaties dezelfde zouden zijn. De combinatie van bodem en freatisch grondwater gegevens zijn wel nodig ten behoeve van onderzoek naar de uitspoeling van stoffen (bijvoorbeeld voor de KRW).

Wat ontbreekt binnen LMB?
- Fysische parameters worden beperkt bepaald in het kader van het BoBI-project. Hiervoor wordt toenemende belangstelling verwacht.
- Nieuwe stoffen zoals hormonale stoffen in veevoeding, antibiotica en nieuwe bestrijdingsmiddelen worden nog niet gemeten binnen LMB.
- Het aantal natuurlocaties is erg beperkt. In het kader van de EHS, VHR en Natura 2000 is hier interesse in.
- De diepere ondergrond.
- DNA gegevens.

Waar kan worden samengewerkt?
De meerderheid van de respondenten ziet mogelijkheden voor samenwerking met het Landelijk Meetnet Effecten Mestbeleid en intensivering van de samenwerking met BoBI. Ideaal is één bodem en grondwatermeetnet waar gegevens met betrekking tot bodemchemie (LMB), bodembiologie (BoBI), freatisch grondwater (LMB/LMM), bodembeheer (LEI-BIN) verzameld worden in combinatie met (afgeronde) GPS-coördinaten en waarvan de gegevens voor een ieder vrij toegankelijk zijn.

NB: op dit moment zijn locaties van het LMM en LMB niet hetzelfde. Indien er gestreefd wordt naar intensivering van de samenwerking, dan is ook onderzoek nodig naar de consequenties voor de trend.

Verder wordt veelvuldig genoemd dat meetnetten en databases erg verspreid zijn: Alterra-Bis, Biells, Dino, BoBI-database, RIVM-LMM database, provinciale bodemgegevens. Meetnetten: ecologische meetnetten, LMM, LMB, TMV, provinciale bodemmeetnetten, lokale gegevens.

Er is behoefte aan een monitoringautoriteit waarin de verschillende meetnetten en databases zoveel mogelijk samenwerken. Een mogelijkheid is om op een relatief groot aantal locaties een beperkt aantal analyses te doen, en op een beperkt aantal locaties uitgebreider en intensiever te meten. Daarbij is het essentieel om het doel waarvoor de gegevens worden verzameld voor ogen te houden.

Vergelijkbaar met het Uitvoeringsplan ‘van Peilbuis tot Portal’ dat voor grondwatergegevens is opgezet, zou er ook voor bodemgegevens een plan moeten komen waarin onder andere de validatie van gegevens wordt vastgelegd.

Daarnaast meldt een van de respondenten dat het Joint Research Center (Italië) in Nederland recent een bemonstering zou hebben uitgevoerd. Of en met welke Nederlandse counterpart wordt samengewerkt is onduidelijk. Uit navraag is gebleken dat dit in samenwerking met het RIVM is gebeurd.

Overige opmerkingen
Benadrukt wordt dat monitoren van de bodemkwaliteit in alle facetten noodzakelijk zal blijven om effecten van beleid te bepalen.

rivm

Bijlage II Publicaties LMB en BoBI

Deze bijlage bevat een selectie van de studies en rapportages die (mede) zijn uitgevoerd door RIVM- en MNP- (nu PBL) onderzoekers en waarbij gegevens van het LMB en BoBI zijn betrokken. Studies van andere instituten (Universiteiten, Alterra, TNO) zijn omwille van de ruimte niet in dit overzicht opgenomen.

Milieucompendium (2001) Het milieu in cijfers, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Centraal Bureau voor de Statistiek CBS; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, Milieucompendium ; RIVM-rapport 251701054.

Milieucompendium (2004). Het milieu in cijfers, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Centraal Bureau voor de Statistiek CBS; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, Milieucompendium ; RIVM Rapport 251701065.

Milieucompendium (2007). Het milieu in cijfers, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Centraal Bureau voor de Statistiek CBS; Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven.

Bloem, J., Faber, J., Smeding, F., Eekeren, N. van, Rutgers, M., Schouten, T. (2007), Bodemleven en mineralisatie: in grond met meer schimmels spoelt minder stikstof uit Nieuwe Oogst 2007; 3(25):9.

Bloem, J., Breure, A.M. (2003) Microbial indicators. In: (Markert, B., Breure, A.M., Zechmeister, H., eds.) Bioindicators and Biomonitors, Trace Metals and other Contaminants in the Environment 9. Elsevier, pp. 259-282.

Bloem, J. Schouten, T., Didden, W., Jagers op Akkerhuis, G., Keidel, H., Rutgers, M., Breure, A.M. (2004) Measuring soil biodiversity: experiences, impediments and research needs. In*:* Proceedings of the OECD expert meeting on soil erosion and soil biodiversity indicators, R. Francaviglia (ed.), 25-28 March 2003, Rome, Italy. OECD, Paris, p. 109-129.

Bloem, J., Schouten, A.J., Sørensen, S.J., Rutgers, M., Van der Werf , A., Breure, A.M. (2006) Monitoring and evaluating soil quality. In: Microbiological Methods for Assessing Soil Quality (J. Bloem, A. Benedetti and D.W. Hopkins, editors). CABI, Wallingford, Oxfordshire, UK. pp. 23-49.

Breure, A. M., Rutgers, M., Bloem, J., Brussaard, L., Didden, E., Jagers op, A. G., Mulder, C., Schouten, A. J., Wijnen, H. van (2003), Ecologische kwaliteit van de bodem, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 607604005.

Breure, T., Schouten, T., Rutgers, M. 2002, Het bodemleven als indicator voor duurzaam bodemgebruik Bodem 2002; 12:149-51.

Breure, A.M., Mulder, Ch., Rutgers, M., Schouten, T., De Zwart, D., Bloem, J. (2004) A biological indicator for soil quality. In*:* Proceedings of the OECD expert meeting on soil erosion and soil biodiversity indicators, R. Francaviglia (ed.), 25-28 March 2003, Rome, Italy. OECD, Paris, p. 485-494.

Breure, A.M. (2004) Ecological soil monitoring and quality assessment. In: Developments in Soil Science, volume 29; Vital Soil – Function, Value and Properties (Doelman, P., Eijsackers, H., eds.) Elsevier, Amsterdam, pp. 281-305.

Bronswijk, J. J. B., Groot, M. S. M., Fest, P. M. J., Leeuwen, T. van (2003), Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten eerste meetronde 1993-1997, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801031.

Brose, U., Pavao-Zuckerman, M., Eklöf, A., Bengtsson, J., Berg, M., Cousins, S.H., Mulder, Ch., Verhoef, H., Wolters, V. (2005) Spatial aspects of food webs. In: De Ruiter, P.C., Wolters, V., Moore, J.C. (eds.). Dynamic Food Webs: Multispecies Assemblages, Ecosystem Development, and Environmental Change. Academic Press: San Diego, pp. 463-469.

Brussaard, L., Kuyper Th, W., Didden, W.A.M., De Goede, R.G.M., Bloem, J. (2004). Biological soil quality from biomass to biodiversity - importance and resilience to management stress and disturbance. In: P. Schjønning, S. Emholt and B.T. Christensen (eds.), Managing Soil Quality - Challenges in Modern Agriculture. CAB International, Wallingford, UK, pp. 139-161.

Cornelese, A. A. en Linden AMA, van der. 1998, Monitoring of potential accumulation of fenpropimorph in soil in the Netherlands, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801020.

Driessen, P. P. J. en Groenenberg, M. C. 1998, Monitoring van Gebiedsgericht Milieubeleid: een analyse op provinciaal niveau, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 251701034.

Duijvenbooden, W. van., Kohsiek, L. H. M., Berg, R. van der, Snelting, H., Meinardi, C. R., Lagas, P., Groot, M. S. M., Grinsven, J. van, Schouten, A. J., Koops, R., Leeters, E. E. M. J., Vries, W. de, Boland, J., Boumans, L. J. M., Cornelese, A. A., Willems, W. J., Prins, H. F., Drecht, G. van 1992, Milieudiagnose 1991. III. Bodem- en Grondwaterkwaliteit, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 724801003.

Esbroek, M. van, Alkemade, J. R. M., Schouten, A. J. 1995, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Deel 1: De nematodenfauna en de fosfaattoestand in de bodem van melkveehouderijbedrijven op zandgrond, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 714801004.

Esbroek, M. van, Alkemade, J. R. M., Schouten, A. J. 1995, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Deel 2: ???in de bodem van melkveehouderijbedrijven op zandgrond, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 71480100??.

Esbroek, M. van, Alkemade, J. R. M., Schouten, A. J. 1997, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 3: Bemonstering 1995 (akkerbouwgebieden op zandgrond), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 714801011.

Esbroek, M. van en Schouten, A. J. 1997, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 4: Bemonstering 1995 (melkveehouderijbedrijven op veen), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801016.

Esbroek, M. van en Schouten, A. J. 1998, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 5: Bemonstering 1996 (akkerbouwgebieden op zeeklei*)*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801019.

Esbroek, M. van en Schouten, A. J. 1999, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 6: Bemonstering 1996 en 1997 (melkveehouderijbedrijven op rivierklei, zeeklei en tuinbouw), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801025.

Esbroek, M. van, Schouten, A. J., Alkemade, J. R. M. 1996, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit: Nematodenfauna. Deel 2: Bemonstering 1994 (boslocaties op zandgrond), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 714801010.

Groot, M. S. M., Bronswijk, J. J. B., Willems, W. J., Haan, T. de, Castilho, P. de 1996, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit ; Resultaten 1993, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 714801007.

Groot, M. S. M., Bronswijk, J. J. B., Willems, W. J., Haan, T. de, Castilho, P. de 1997, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1994, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801017.

Groot, M. S. M., Bronswijk, J. J. B., Willems, W. J., Haan, T. de, Castilho, P. de 1998, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. Resultaten 1995, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801024.

Groot, M. S. M., Bronswijk, J. J. B., Leeuwen, T. van 2000, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1996, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; LEI-DLO, Bilthoven, RIVM Rapport 714801026.

Groot, M. S. M., Bronswijk, J. J. B., Leeuwen, T. van 2003, Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit; Resultaten 1997, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; LEI-DLO, Bilthoven, RIVM rapport 714801029.

Huijsmans, K.G.A. en Schouten, A.J. (2008) Pilot RBB-systematiek: Ecosysteemdiensten van de bodem in natuurontwikkelingsgebied Banisveld. Bodem 18(4): 24-26.

Koopmans, C.J., Smeding, F.W., Rutgers, M., Bloem, J., Van Eekeren, N. (2006) Biodiversiteit en bodembeheer in de landbouw. Rapport LB14, Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G., eds. (2003) Bioindicators and biomonitors. Principles, concepts and applications. Elsevier, Oxford ISBN 0-08-044177-7, 997 + xviii pages.

Meinardi, C. R., Groot, M. S. M., Prins, H. F. 2003, Basiswaarden voor spoorelementen in het grondwater van Nederland; gegevens uit landelijke en provinciale meetnetten (LMG; PMG; LMB; sprengen Veluwe), Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 714801028.

Morvan, X., Forges, A. d., Arrouays, D., Bas, C. l., Saby, N., Jones, R. J. A., Verheijen, F. G. A., Bellamy, P., Kibblewhite, M., Stephens, M., Freudenschuss, A., Strauss, P., Spiegel, H., Verdoodt, A., Goidts, E., Colinet, G., Sishkov, T., Kolev, N., Penizek, V., Kobza, J., Balstrom, T., Penu, P., Koster, T., Jolivet, C., Baritz, R., Kosmas, C., Uveges, B., Becher, G., Renaud, J. P., Arnoldussen, A. H.,

Pavlenda, P., Neville, P., Michopoulos, P., Herzberger, E., Simoncic, P., Fay, D., Duivydaite, V. V., Karklins, A., Kobza, J., Camilleri, S., Sammut, S., Higgins, A., Jordan, C., Rutgers, M., Niedzwiecki, J., Stuczynski, T., Goncalves, M. C., Dias, M. R., Simota, C., Lilly, A., Hudson, G., Olsson, M., Lilja, H., Simo, J., I, Zupan, M., Sleutel, S. 2007, Une analyse des strategies d'echantillonnage des reseaux de surveillance de la qualite des sols en Europe Etude et Gestion des Sols 2007; 14(4):317-25.

Mulder, C. 2006, Driving forces from soil invertebrates to ecosystem functioning: the allometric perspective Naturwissenschaften 2006; 93(10):467-79.

Mulder, C., Breure, A. M., Joosten, J. H. J. 2003, Fungal functional diversity inferred along Ellenberg's abiotic gradients: palynological evidence from different soil microbiota Grana 2003; 42:55-64.

Mulder, C., Cohen, J. E., Setala, H., Bloem, J., Breure, A. M. 2005a, Bacterial traits, organism mass, and numerical abundance in the detrital soil food web of Dutch agricultural grasslands Ecol Lett 2005; 8:80-90.

Mulder, C., Hollande, H. de, Schouten, T., Rutgers, M. 2006, Allometry, biocomplexity, and web topology of hundred agro-environments in The Netherlands Ecological Complexity 2006; 3:219-30.

Mulder, C., Schouten, A. J., Hund-Rinke, K., Breure, A. M. 2005b, The use of nematodes in ecological soil classification and assessment concepts Ecotoxicol Environ Saf 2005; 62(2):278-89.

Mulder, C., Wezel, A. van, Wijnen, H. van 2005, Embedding soil quality in the planning and management of land use Int J Biodiv Sci Manag 2005; 1(1):1-8.

Mulder, C., Wijnen, H. van, Wezel, A. van 2005, Numerical abundance and biodiversity of below-ground taxocenes along a pH gradient across the Netherlands J Biogeogr 2005; 32:1775-90.

Mulder, C. en Zwart, D. de 2003, Assessing fungal species sensitivity to environmental gradients by the Ellenberg indicator values of above-ground vegetation Basic Appl Ecol 2003; 4:557-68.

Mulder, C., Zwart, D. de, Wijnen, H. van, Schouten, A. J., Breure, A.M. 2003, Observational and simulated evidence of ecological shifts within the soil nematode community of agroecosystems under conventional and organic farming Functional Ecology 2003; 17:516-25.

Mulder, C., Wijnen, H. van, Hollander, H. de, Schouten, A. J., Rutgers, M., Breure, A.M. 2004, Referenties voor bodemecosystemen: evaluatie van functies en ecologische diensten, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 607604006.

Mulder, Ch. en Breure, A.M. (2003) Plant biodiversity and environmental stress. In: (Markert, B., Breure, A.M., Zechmeister, H., eds.) Bioindicators and Biomonitors, Trace Metals and other Contaminants in the Environment 9. Elsevier, pp. 501-525.

Rutgers, M. 2006, Puzzelen met veldeffecten van metalen. Ecologisch onderzoek aan de grauwsluier Bodem 2006; 16(3):117-9.

Rutgers, M., Bloem, J.,Groeneveld, K. 2002, Bodemleven, bodemkwaliteit en duurzaam bodemgebruik - verslag van de workshop 3 oktober 2002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM rapport 607604004.

Rutgers, M., Boekhold, A. E., Sloot, P. 2006, Bodem Breed 2005: op weg naar een Vitale Bodem Bodem 2006; 16(1):38-9.

Rutgers, M., Mulder, C., Bloem, J., Schouten, A. J., Brussaard, L. 2008a, Biodiversiteit van de bodem in beeld. 10 jaar meten aan biologische bodemkwaliteit Bodem 2008; 18(4):20-3.

Rutgers, M., Mulder, C., Schouten, A. J., Bloem, J., Bogte, J. J., Breure, A.M., Brussaard, L., Goede, R. d., Faber, J. H., Jagers op Akkerhuis, G. A. J. M., Keidel, H., Korthals, G. W., Smeding, F. W., Berg, C. t., Eekeren, N. van 2007, Typeringen van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Alterra, Wageningen; Wageningen Universiteit ; Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Wageningen ; Louis Bolk Instituut, Bilthoven, RIVM rapport 607604008.

Rutgers, M., Mulder, C., Schouten, A. J., Bloem, J., Bogte, J. J., Breure, A.M., Brussaard, L., Goede, R. de, Faber, J. H., Jagers op Akkerhuis, G. A. J. M., Keidel, H., Korthals, G. W., Smeding, F. W., Berg, C. ten, Eekeren, N. van 2008b, Soil ecosystem profiling in the Netherlands with ten references for biological soil quality, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Alterra; Wageningen Universiteit ; Louis Bolk Institute, Bilthoven, RIVM rapport 607604009.

Rutgers, M., Mulder, C., Schouten, A. J., Bogte, J. J., Breure, A.M., Bloem, J., Jagers op Akkerhuis, G. A. J. M., Faber, J. H., Eekeren, N. van, Smeding, F. W., Keidel, H., Goede, R. de, Brussaard, L. 2005, Typeringen van bodemecosystemen- Duurzaam bodemgebruik met referenties voor biologische bodemkwaliteit, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Alterra, Wageningen; Louis Bolk Instituut, Driebergen ; Bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasanalyse, Oosterbeek ; Sectie Bodemkwalitieit, Wageningen Universiteit, Bilthoven, RIVM rapport 607604007.

Rutgers, M., Mulder, C., Bloem, J., Schouten, A.J., Brussaard, L. (2008) Biodiversiteit van de bodem in beeld – 10 jaar meten aan biologische bodemkwaliteit. Bodem 18(4): 20-23.

Rutgers, M. (2008) Field effects of pollutants at the community level - experimental challenges and significance of community shifts for ecosystem functioning. Science of the Total Environment 405: 469-478.

Rutgers, M., Breure, A.M., Insam, H. (2006) Substrate utilization in Biolog tm plates for analysis of CLPP. In: Microbiological Methods for Assessing Soil Quality (Bloem, J., Benedetti, A., Hopkins, D.W., eds.). CABI, Wallingford, Oxfordshire, UK. pp. 212-227.

Schouten, A. J., Bloem, J., Breure, A. M., Didden, W.A.M., Esbroek, M. van, Ruiten, P. de, Rutgers, M., Siepel, H., Velvis, H. 2000, Pilotproject Bodembiologische Indicator voor Life Support Functies van de bodem, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Ecpertisegroep Contaminanten in de Bodem, Alterra Wageningen; Bodembiologie en Biologische Bodemkwaliteit, Universiteit Utrecht ; Milieu Wetenschappen, Aterra Wageningen, Bilthoven, RIVM Rapport 607604001.

Schouten, A. J., Bloem, J., Didden, W., Jagers op, A. G., Keidel, H., Rutgers, M. 2002, Bodembiologische Indicator 1999. Ecologische kwaliteit van graslanden op zandgrond bij drie categorieen melkveehouderijbedrijven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM ; Alterra; WUR ; Blgg, Bilthoven, RIVM rapport 607604003.

Schouten, A. J., Rutgers, M., Breure, A.M. 2001, BoBI op weg. Tussentijdse evaluatie van het project Bodembiologische Indicator, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu RIVM, Bilthoven, RIVM Rapport 607604002.

Schouten, T., Breure, A.M., Mulder, Ch., Rutgers, M. (2004) Nematode diversity in Dutch soils, from Rio to a Biological Indicator for Soil Quality. In: Cook, R.C., Hunt, D.J. (eds.) Proceedings of the Fourth International Congress of Nematology, June 2002, Tenerife, Spain. ISBN 90-04-13921-4. Nematology Monographs and Perspectives 2, pp. 469-482.

Smeding, F., Zanen, M., Schouten, T. (2008) Bodemkwaliteit Drenthe, 1-jarige pilot Referenties Biologische Bodemkwaliteit. Rapport LB21, Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Mol, G. en J. Spijker. 2007.Natuurlijke achtergrondgehalten van zware metalen in de Nederlandse bodem. Wageningen, Alterra rapport 1460.

Van der Waarde, J., Wagelmans, M., Knoben, R., Schouten, T., Bogte, J., De Goede, R., Bongers, T., Didden, W., Doelman, P., Keidel, H., Kerkum, F., De Jonge, J. (2002) Analyse nematodenbestand. Rapport SV-315. Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem (SKB), Gouda.

Van Eekeren, N., Bommelé, L., Bloem, J., Schouten, T., Rutgers, M., De Goede, R., Reheul, D., Brussaard, L. (2008) Soil biological quality after 36 years of ley-arable cropping, permanent grassland and permanent arable cropping. Appl. Soil Ecol. 40: 432-446.

Van Elsas, J.D., Rutgers, M. (2006) Soil microbial diversity and community composition. In: Microbiological Methods for Assessing Soil Quality (J. Bloem, A. Benedetti and D.W. Hopkins, editors). CABI, Wallingford, Oxfordshire, UK. pp. 183-186.

rivm

Bijlage III Enkele bodemmeetnetten in Europese landen

In deze bijlage komen de bodemmeetnetten in een drietal landen kort aan de orde. Informatie over deze meetnetten is relevant voor de Nederlandse situatie.

DUITSLAND

Uit Miehe et al., EUROSOIL 2004.

The priority objective of soil protection is to maintain soil functions as a basis for the existence of future generations. Therefore the status of soil condition has to be kept under surveillance. Permanent soil monitoring is deemed to be an operative instrument of precaution. It serves to describe the current status of soil condition as well as long-term surveillance of changes of soil status and functions (trend analysis). In addition it considerably improves forecast certainty in terms of future development taking into account the Federal Soil Protection Act (BBodSchG).
In Germany permanent soil monitoring has emerged and has been carried out from initiatives of the Federal States. Since their first introduction in 1986 there are about 800 sites all over Germany up to now.
Two different types of monitoring site differ in intensity of investigation: basic monitoring sites used for trait documentation whereas intensive monitoring sites additionally are dealing with process documentation (substance input and output).

FRANKRIJK

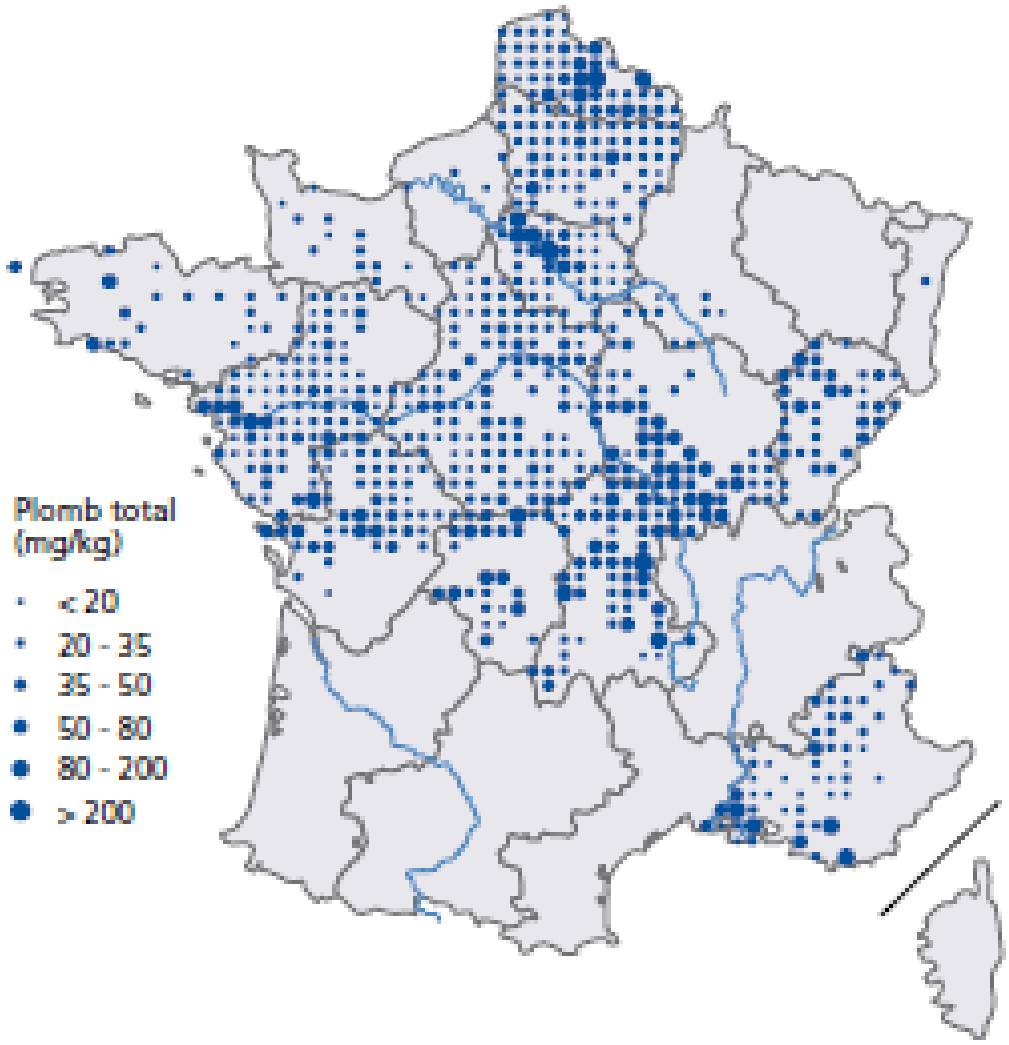
Uit: EUROSOIL Book of Abstracts (Blum et al., 2008)**.**

P517
The soil quality monitoring network for French soils (RMQS): state of progress and first results

C. Jolivet, *L. Boulonne, C. Ratié, M. Mouclier, N. Saby, D. Arrouays;*
INRA, US 1106 InfoSol, Olivet, France.

A soil quality monitoring network is currently being implemented in France. This network of 2200 sites is based on a 16 km x 16 km systematic grid covering the whole French territory, with a ten-year sampling frequency. Ninety percent of the 2200 sites of this network have already been settled up and the first sampling campaign will be completed by the end of 2008. The RMQS has been designed to be representative of the main soils and land-uses of the French territory. Soil occupation corresponds mainly to arable lands and forests, but orchards, vineyards, urban parks or natural vegetation are also represented. The RMQS includes the 545 forest sites of the French ICP-Forest level 1 network, re-sampled during the BIOSOIL campaign which ended by July 2007. Preliminary data processing shows that this network can be used for the determination of pedo-geochemical background values at regional scale. The RMQS also provides good assessments of gradients of diffuse contamination by trace elements, especially around big cities and industrialized areas. Further data analysis and interpretations will require a lot of scientific efforts, but the quality of the collected data appears very promising.

Les teneurs totales en plomb dans la partie superficielle des sols (0-30 cm)



Note : Il s'agit des premiers résultats du RMQS (programme du GIS Sol en cours de déploiement sur l'ensemble du territoire français) selon une maille carrée de 16 km de côté. Ces teneurs reflètent à la fois les teneurs naturelles en plomb des sols, et les contaminations locales ou diffuses d'origine humaine. Les teneurs sont comprises entre 8 et 200 mg/kg de plomb. Les plus fortes valeurs laissent suspecter des contaminations anthropiques dans les grandes agglomérations, mais sont plus probablement liées à des anomalies naturelles lorsqu'elles sont situées dans les zones granitiques du Morvan et du Massif central.

Source : GIS Sol, réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS), 2006.

ZWITSERLAND

Uit: EUROSOIL Book of Abstracts (Blum et al., 2008).

S10.I.03
Advances in long-term chemical soil monitoring of Switzerland

A. Desaules, S. Ammann, P. Schwab, A. Keller;
Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, Zürich, Switzerland.

The Swiss soil monitoring network (NABO) was started in 1984 and comprises currently 105 observation sites covering all characteristic land use types across Switzerland. So far, the sampling periodicity was 5 years and we perform at the moment our fifth sampling campaign. For each observation site four composite soil samples (0-20cm) are taken and archived. We measured soil concentrations of Cd, Zn, Pb, Cu, Hg, Ni, Cr, Co and F. The presentation will provide an overview of the results and our experience to improve soil monitoring:

• Even in remote areas top soils of the observation sites were to some extend affected by anthropogenic supply, mainly with Pb, Cu and Cd. However, elevated soil concentrations can also be of natural origin, e.g. for F, Ni, Cr, and Cd.

• Land use is often a rather unreliable indicator to discriminate soil pollution.

• Positive, negative or no temporal changes of metal concentrations were found after the 2nd campaign. From the 3rd campaign onwards positive and negative changes alternate frequently at the same site. Therefore no verified trends can be stated so far.

• The causes for temporal changes of soil concentration are complex and result from (1) natural processes, (2) anthropogenic processes, and (3) methodological artefacts. Hence, not all measured temporal concentration changes in soil monitoring are due to anthropogenic inputs.

The experiences result into some basic methodological requirements which are essential to improve the quality of soil monitoring. Firstly, for early detection of concentration changes the best possible measurement precision must be performed, and secondly it is crucial to control the long-term stability of the measurement system (bias). In contrast to other soil monitoring networks we propose to intensify the measurement periodicity with respect to time series analysis, in order to discriminate noise from real change as soon as possible.

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl