



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Verkenning monitoring **bodemgezondheid** **in Nederland**

Vooruitblik op de implementatie van de
Europese richtlijn bodemmonitoring

Verkenning monitoring bodemgezondheid in Nederland

Vooruitblik op de implementatie van de Europese richtlijn
bodemmonitoring

RIVM-briefrapport 2026-0032

Colofon

© RIVM 2026

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.

DOI 10.21945/RIVM-2026-0032

E. Swart (auteur), RIVM
I. Toxopeus (auteur), RIVM
L.E. Vlaar (auteur), RIVM
F.M. van Egmond (auteur), WENR
S. Boekhold (auteur), RIVM
I. Klarenberg (auteur), RIVM
L. Dirven-van Breemen (auteur), RIVM
J. Stuurop (auteur), WENR
A. Matson (auteur), WENR

Contact:

Elmer Swart (RIVM)
Centrum Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid
elmer.swart@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van advisering gezonde bodem

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland

www.rivm.nl



Publiekssamenvatting

Verkenning monitoring bodemgezondheid in Nederland

Vooruitblik op de implementatie van de Europese richtlijn bodemmonitoring

Sinds december 2025 geldt de Europese richtlijn bodemmonitoring. Deze verplicht lidstaten onder andere hun bodems te monitoren en de gezondheid ervan te beoordelen. Bodemgezondheid gaat over de mate waarin de bodem bijvoorbeeld water kan vasthouden, koolstof kan opslaan, en voedingsstoffen aan planten kan geven. De richtlijn moet binnen drie jaar worden omgezet naar Nederlandse wetgeving; uiterlijk 17 december 2031 moet de bodemgezondheid zijn beoordeeld. Daarna moet Nederland dat elke zes jaar doen.

De richtlijn geeft lidstaten veel keuzes hoe ze hem in hun nationale wetgeving gaan invullen. Het RIVM en Wageningen Environmental Research (WENR) hebben deze keuzes op een rij gezet. Daarbij hebben ze enkele taalkundige onduidelijkheden en schijnbare tegenstellingen opgemerkt waarmee Nederland rekening moet houden. Ook is een overzicht gemaakt van de bodemmeetnetten die er zijn of ooit waren, zoals het Landelijke Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en het CC-NL. En welke kansen en aandachtspunten er zijn om de meetnetten voor deze richtlijn te gebruiken.

Verder hebben de onderzoekers drie varianten voor de Nederlandse monitoring beschreven. Daarin verschillen onder andere de doelen die Nederland ermee wil bereiken, het aantal meetlocaties en welke eigenschappen van de bodem worden gemeten. Een van de varianten voldoet precies aan de minimale eisen van de richtlijn. Andere vragen kunnen er niet mee worden beantwoord. De twee andere varianten meten uitgebreider en geven meer inzicht in de bodemgezondheid. De resultaten van deze twee varianten maken het mogelijk informatie te geven voor andere doelen, zoals de natuurherstelwet, klimaatwetgeving of regionaal beleid.

Tot slot bevelen de onderzoekers aan om de monitoring zo te ontwerpen dat betrokken partijen deze steunen en dat de resultaten nuttig zijn voor beleid en samenleving. De onderzoekers vinden het bijvoorbeeld belangrijk om eerst duidelijk te krijgen welke informatie over bodemgezondheid overheden, landeigenaren- en beheerders en andere betrokkenen nodig hebben en wat beleidsmakers met de monitoring willen bereiken. Zo wordt de richtlijn een kans om beter zicht te krijgen op de bodemgezondheid en om maatregelen te nemen om deze te verbeteren, nu en in de toekomst.

De opdrachtgever van dit onderzoek is het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW).

Kernwoorden: bodem, monitoring, richtlijn bodemmonitoring, bodemgezondheid

Synopsis

Exploration of soil health monitoring in the Netherlands

A look ahead to implementation of the European Soil Monitoring Law

The European Directive on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law) has been in effect since December 2025. The directive requires EU Member States to undertake various activities, including monitoring and assessing soil health. Soil health refers to such things as the extent to which the soil can retain water, store carbon and provide nutrients to plants. The directive must be transposed into Dutch law within three years and soil health assessment must be carried out by 17 December 2031. After this initial assessment, the Netherlands must repeat the monitoring and assessment every six years.

The directive offers member states many options in how they incorporate the directive in their national legislation. RIVM and Wageningen Environmental Research (WENR) have produced an overview of these options. During this process they noticed some linguistic ambiguities and apparent contradictions that the Netherlands should take into account. They also created an overview of existing and past soil monitoring networks, such as the 'Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid' (LMM) and CC-NL. The report also discusses the opportunities and challenges in using these monitoring networks for the purpose of the directive.

The researchers also described three options for Dutch soil monitoring. These options differ in terms of the goals the Netherlands aims to achieve, the number of monitoring locations and which soil properties are to be assessed. One of the options meets the minimum requirements of the directive but does not answer other questions. The other two options are more comprehensive and provide greater insight into soil health. The results of these two options would provide information for other purposes, such as the Nature Restoration Law, climate legislation or regional policy.

Finally, the researchers recommend designing the monitoring in such a way that it has stakeholder support and that the results are useful for policy and society. For example, the researchers consider it important to first clarify what information about soil health governments, landowners, managers and other stakeholders need, and what policymakers aim to achieve with the monitoring. This will ensure that the directive provides an opportunity to both gain a better understanding of soil health and to take measures to improve it, now and in the future.

This research was commissioned by the Ministry of Infrastructure and Water Management (IenW).

Keywords: soil, monitoring, soil monitoring law, soil health

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

| | |
|----------|---|
| 1 | Inleiding — 15 |
| 1.1 | Aanleiding — 15 |
| 1.2 | Doelstellingen en afbakening — 17 |
| 1.3 | Opzet van dit rapport — 18 |
| 2 | Analyse keuzemogelijkheden richtlijn bodemmonitoring — 19 |
| 2.1 | Introductie analyse — 19 |
| 2.2 | Aanpak analyse — 19 |
| 2.3 | Keuzemogelijkheden richtlijn bodemmonitoring — 20 |
| 2.3.1 | Artikel 4: Bodemdistricten en bodemeenheden — 20 |
| 2.3.2 | Artikel 5: Bevoegde autoriteiten — 21 |
| 2.3.3 | Artikel 6: Monitoringkader voor bodemgezondheid en voor bodemafdekking en bodemverwijdering — 21 |
| 2.3.4 | Artikel 7: Bodemdescriptoren, criteria voor een gezonde bodemgesteldheid en indicatoren voor bodemafdekking en bodemverwijdering — 22 |
| 2.3.5 | Artikel 8: Indicatieve lijst van bodemverontreinigende stoffen — 22 |
| 2.3.6 | Artikel 9: Metingen en methoden — 23 |
| 2.3.7 | Artikel 10: Bodemgezondheidsbeoordelingen — 24 |
| 2.3.8 | Bijlage I van de richtlijn — 24 |
| 2.3.9 | Bijlage II van de richtlijn — 26 |
| 2.3.10 | Overige delen van de richtlijn — 27 |
| 2.4 | Taalkundige onduidelijkheden of schijnbare tegenstrijdigheden in de wettekst — 27 |
| 2.5 | Discussie keuzemogelijkheden — 29 |
| 2.5.1 | Belangrijkste keuzes voor lidstaten — 29 |
| 2.5.2 | Ondersteuning Europese Commissie — 29 |
| 2.5.3 | Uitvoering veldwerk — 30 |
| 2.5.4 | Keuzes steekproefontwerp — 31 |
| 2.5.5 | Keuzes streef- en triggerwaarden — 31 |
| 2.5.6 | Conclusies keuzemogelijkheden — 32 |
| 3 | Bodemmeetnetten in Nederland — 33 |
| 3.1 | Inleiding — 33 |
| 3.2 | Kansen en uitdagingen voor het meenemen van bestaande meetnetten — 33 |
| 3.2.1 | Optie 1: Het meenemen van geleerde lessen en beschikbare data benutten — 33 |
| 3.2.2 | Optie 2: Meenemen bestaande meetlocaties of monitoringsnetwerken geheel integreren — 34 |
| 3.3 | Bestaande en voormalige landelijke meetnetten en mogelijke koppelkansen — 35 |
| 3.3.1 | CC-NL — 39 |
| 3.3.2 | Integrale Milieumonitoring in Natuur (IMN) — 41 |
| 3.3.3 | Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) en Bodembologisch indicator (BoBI) — 42 |
| 3.3.4 | Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) — 44 |
| 3.3.5 | Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) — 45 |

| | |
|----------|--|
| 3.3.6 | LUCAS Soil — 46 |
| 3.3.7 | Nederlandse Bosinventarisatie (NBI) — 48 |
| 3.3.8 | Pilot Monitoring Niet-genormeerde Stoffen (pMNS) — 49 |
| 3.3.9 | SoilProS — 51 |
| 3.4 | Overige meetnetten en bodemonderzoek — 53 |
| 3.5 | Geleerde lessen en relevante ervaringen van eerdere monitoringscampagnes — 55 |
| 3.6 | Conclusies koppelmogelijkheden meetnetten — 57 |
| 4 | Keuzevarianten voor implementatie van de richtlijn bodemmonitoring — 61 |
| 4.1 | Inleiding — 61 |
| 4.2 | Drie varianten — 61 |
| 4.2.1 | Variant 1 - Regionale en nationale opgaven — 62 |
| 4.2.2 | Variant 2 - Nationale opgaven — 64 |
| 4.2.3 | Variant 3 - Minimumeisen van de richtlijn — 65 |
| 4.3 | Overwegingen per keuzemogelijkheid — 71 |
| 4.3.1 | Bodemdistricten — 71 |
| 4.3.2 | Bodemeenheden — 72 |
| 4.3.3 | Aantal bemonsteringspunten binnen een bodemeenheid — 73 |
| 4.3.4 | EC ondersteuning — 74 |
| 4.3.5 | Meenemen en harmonisatie meetnetten en data — 74 |
| 4.3.6 | Additionele descriptoren — 75 |
| 4.3.7 | Bodemverontreiniging Bijlage 1 deel B en C — 75 |
| 4.3.8 | Bodembioologie — 76 |
| 4.3.9 | Exclusies — 76 |
| 4.3.10 | Kosten — 77 |
| 5 | Discussie en aanbevelingen — 79 |
| 5.1 | Discussie — 79 |
| 5.2 | Aanbevelingen — 82 |
| | Dankwoord — 87 |
| | Literatuur — 89 |
| | Bijlage 1 Tabellen — 95 |
| | Bijlage 2 Provinciale meetnetten — 99 |

Samenvatting

Aanleiding en doelstelling rapport

Op 16 december 2025 is de Europese richtlijn bodemmonitoring (Richtlijn (EU) 2025/2360) in werking getreden. Deze richtlijn verplicht lidstaten om hun bodems te monitoren en te beoordelen op bodemgezondheid. De eerste monitoring dient binnen vijf jaar plaats te vinden, de eerste rapportage na zes jaar. Daarna moet de monitoring en beoordeling van bodemgezondheid elke zes jaar plaatsvinden. De richtlijn biedt een kader voor monitoring en beoordeling van bodemgezondheid maar laat lidstaten veel ruimte om deze zelf in te richten.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft aan het RIVM en Wageningen Environmental Research (WENR) gevraagd om te adviseren over de ontwikkeling van een kader voor de monitoring en beoordeling van bodemgezondheid als onderdeel van de implementatie van de richtlijn in Nederland.

Dit rapport verkent de mogelijkheden en uitdagingen en benoemt belangrijke overwegingen voor het kader van monitoring en beoordeling van bodemgezondheid in Nederland. In hoofdstuk 2 wordt per artikel en bijlage van de richtlijn geanalyseerd op welke onderdelen lidstaten een keuze moeten maken met betrekking tot de monitoring en beoordeling van bodemgezondheid. Hoofdstuk 3 geeft overzicht van verschillende (bodem)meetnetten in Nederland, verkent de mogelijkheden om die meetnetten te koppelen aan de monitoring in het kader van de richtlijn, en bespreekt de geleerde lessen uit lopende en voormalige meetnetten. In hoofdstuk 4 worden drie mogelijke varianten voor monitoring globaal uitgewerkt en worden de belangrijke overwegingen toegelicht. Tot slot worden in hoofdstuk 5 conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

Dit rapport richt zicht alleen op het deel van de richtlijn dat gaat over de monitoring en beoordeling van bodemgezondheid en behandelt niet de onderdelen over bodemveerkracht, bodemafdekking of het beheer van verontreinigende locaties.

Keuzemogelijkheden richtlijn (Hoofdstuk 2)

Er is een analyse uitgevoerd op artikelen 4 tot en met 10 en bijlage I en II van de richtlijn. Hiervoor is per paragraaf van de bovengenoemde onderdelen van de richtlijn een set aan vragen betantwoord. Aan de analyse namen onderzoekers van het RIVM en WENR deel en beleidsmedewerkers van het ministerie van IenW. De analyse resulteerde in een lijst van onderdelen waarop lidstaten (en dus Nederland) een keuze moeten maken voor de implementatie van de richtlijn. Een gedetailleerd overzicht van deze keuzes staat in hoofdstuk 2.

De belangrijkste onderdelen waarop lidstaten keuzes moeten maken, en die in grote mate bepalend zijn voor de inrichting van de monitoring en de beoordeling van bodemgezondheid zijn:

- De indeling van bodemdistricten en -eenheden
- Het vaststellen van streef- en triggerwaarden voor de beoordeling van bodemgezondheid
- De selectie van organische bodemverontreinigende stoffen die worden gemonitord
- De keuze van meetmethoden om bodemdescriptoren te bepalen
- De selectie van bodembioologische indicatoren die gemeten worden en op welk deel van de bemonsteringslocaties dit gebeurt
- De vraag of al bestaande monitoringsmeetnetten meegenomen worden in het ontwerp van de monitoring in het kader van de richtlijn
- De uitvoering van de bemonstering: vindt deze plaats als onderdeel van één meetcampagne of als onderdeel van continue (getrapte) monitoringcampagne?
- De mogelijkheid om, naast de verplichte bodemdescriptoren, ook andere bodemdescriptoren te meten.

Tijdens de analyse werden enkele taalkundige onduidelijkheden, schijnbare tegenstellingen of vertaalfouten geïdentificeerd. Zo staat er de bijlage van de Nederlandse vertaling van de richtlijn dat de bemonstering "op een diepte van ten minste 30 cm" terwijl de Engelse originele versie aangeeft dat de monsters van de bovenste laag van de bodem *tot* een diepte van ten minste 30 cm genomen moeten worden. Dit betreft dus een vertaalfout die gecorrigeerd dient te worden.

In de discussie van hoofdstuk 2 wordt benadrukt dat de richtlijn veel keuzemogelijkheden biedt. Daarnaast is het onzeker of de ondersteuning die de Europese Commissie gaat bieden aan lidstaten tijdig beschikbaar zal zijn om mee te nemen in het ontwerp voor de eerste monitoringscyclus. Hierdoor bestaat het risico dat de uitwerking van het monitoringskader per lidstaat gaat verschillen. Dit kan er toe leiden dat de verzamelde data op EU-niveau beperkt vergelijkbaar zijn waardoor de bruikbaarheid van gegevens op Europees niveau mogelijk afneemt. Om gebruik te maken van inzichten die op EU-niveau worden ontwikkeld wordt aangeraden om deel te nemen aan guidance ontwikkelingen in 'EU-expert group' overleggen. Tegelijkertijd biedt de richtlijn mogelijkheden om de monitoring zo in te richten dat de meetresultaten recht doen aan lokale, regionale en nationale omstandigheden en optimaal informerend zijn voor nationale of regionale beleidsdoelen.

Koppelmogelijkheden andere meetnetten (Hoofdstuk 3)

De richtlijn biedt expliciet mogelijkheden om bestaande bodemmeetnetten mee te nemen in het monitoringsontwerp. Hoofdstuk 3 benoemt algemene kansen en uitdagingen voor het koppelen van bestaande Nederlandse meetnetten. Meenemen kan op verschillende manieren. In alle gevallen is het nuttig om de geleerde lessen mee te nemen. Ook biedt het mogelijkheden om bodemdata van bestaande (of voormalige) meetnetten te gebruiken, bijvoorbeeld voor de bepaling van de benodigde steekproefgrootte. Ook kan gekozen worden om

bestaande meetlocaties op te nemen in de monitoring. Die optie biedt duidelijke kansen zoals de mogelijkheid tot het behouden van tijdreeksen, het bieden van meer systeembegrip en verschillende voordelen ten aanzien van kosten en efficiëntie. Tegelijkertijd brengt deze optie ook uitdagingen met zich mee. Het steekproefontwerp voor de monitoring wordt ingewikkelder, het veldwerk kan complexer worden en veldwerk moet mogelijk geharmoniseerd worden. Verder zijn er mogelijk aanvullende lab-metingen nodig en bestaat er een zeker risico op trendbreuken als er aanpassingen in veldwerk- of lab-methoden worden gedaan.

Voor negen bestaande of voormalige meetnetten in Nederland is geïventariseerd wat hun kenmerken zijn en welke kansen en uitdagingen er zijn om deze mee te nemen in het ontwerp van de monitoring volgens de richtlijn. De behandelde meetnetten zijn: CC-NL, Integrale Milieumonitoring in Natuurgebieden (IMN), het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) en Bodembioologische Indicator (BoBI), het Landelijke Meetnet effecten Mestbeleid (LMM), het Landelijke Meetnet Grondwaterkwaliteit, LUCAS Soil, de Nederlandse Bosinventarisatie (NBI), de pilot niet-genormeerde stoffen (pMNS), en het project 'Soil biodiversity analysis for sustainable production systems' (SoilProS).

Er wordt geconcludeerd dat alle meetnetten kansen bieden en resulteren in uitdagingen bij koppeling aan de monitoring in het kader van de richtlijn. De kansen en uitdagingen zijn niet voor alle meetnetten hetzelfde. Specifiek voor de meetnetten CC-NL, LMM, IMN, LUCAS, NBI en pMNS wordt aanbevolen om de impact op het steekproefontwerp en de mogelijkheden tot harmonisatie van lab- en veldprotocollen te onderzoeken. Het ligt daarbij, gezien de omvang en opzet, voor de hand om dit eerst te onderzoeken voor CC-NL.

In dit rapport zijn alleen de kansen en uitdagingen van het koppelen van landelijke meetnetten onderzocht. Afhankelijk van de beleidskeuzes kan het waardevol zijn om ook de koppelmogelijkheden van provinciale of andere meetnetten in meer detail te onderzoeken.

In alle gevallen zal een zorgvuldige afweging gemaakt moeten worden van de mogelijke voor- en nadelen van het meenemen van (een deel van) de meetlocaties van bestaande meetnetten. Bij deze afweging is het nuttig om vast te stellen welke specifieke doelen de monitoring volgens de richtlijn moet dienen.

Monitoringvarianten (Hoofstuk 4)

In hoofdstuk 4 worden drie varianten van monitoring geschetst. Deze varianten geven de reikwijdte weer van de mogelijke manieren en schalen waarop de richtlijn geïmplementeerd kan worden. De drie varianten hebben verschillende uitgangspunten en zijn in meer of mindere mate geschikt om nationaal, regionaal of lokaal beleid van informatie te voorzien. Ze verschillen onder andere in het aantal meetlocaties, de bodemdescriptoren die worden gemeten en welke bestaande meetnetten worden meegenomen.

De eerste monitoringsvariant (Variant 1 - Regionale en nationale opgaven) voorziet zowel nationaal als regionaal beleid van relevante informatie en optimaliseert de synergie- en harmonisatievoordelen die de implementatie van de richtlijn biedt. De gekozen bodemeenheden doen recht aan de variëteit en geografische spreiding van bodemtypen en bodemgebruik op regionale schaal. De keuze voor descriptoren en het bemonsteringsplan is afgestemd op de informatiebehoeften van nationale en regionale doelstellingen.

De tweede monitoringsvariante (Variant 2 – Nationale opgaven) monitoring voorziet met name nationale opgaven van informatie maar is mogelijk niet gedetailleerd genoeg om relevante informatie te leveren voor regionale opgaven/beleidsdoelstellingen. De gekozen bodemeenheden en het bemonsteringsplan doen recht aan de variëteit en geografische spreiding van bodemtypen en bodemgebruik vanuit nationaal perspectief.

De laatste monitoringsvariant (Variant 3 – Minimum eisen van de richtlijn) wordt ingericht om aan de minimale verplichtingen uit de EU-richtlijn te voldoen en houdt geen rekening met informatievoorziening voor nationale of regionale beleidsopgaven in Nederland. De monitoringsuitkomsten zijn mogelijk te weinig specifiek om bruikbaar zijn voor nationale maatschappelijke opgaven en ambities. De synergiekansen voor het harmoniseren en combineren van bodem(gezondheids)data worden niet benut, wat tot extra kosten kan leiden.

Hoofdstuk 4 schetst de voornaamste overwegingen die bij de implementatie een rol spelen, zoals de aanwijzing van bodemdistricten en -eenheden, de bodemdescriptoren, het al dan niet meenemen van bestaande meetnetten en de structuur van de totale kosten die Nederland maakt voor het monitoren van de bodem.

Discussie en aanbevelingen (Hoofdstuk 5)

De richtlijn bodemmonitoring biedt een unieke mogelijkheid om beter inzicht te krijgen in de huidige toestand en de ontwikkelingen van de bodemgezondheid in Europa en Nederland. Na het beëindigen van LMB en BoBI zijn in de daaropvolgende jaren meerdere landelijke bodemmeetnetten of meetcampagnes opgezet om aan beleidsvragen te kunnen beantwoorden. Dit benadrukt hoe belangrijk nationale bodemmonitoring is. De richtlijn biedt zoals eerder genoemd veel keuzemogelijkheden voor lidstaten. Dit geeft Nederland de kans om de monitoring zo in te richten dat het optimaal aansluit bij nationale en/of regionale opgaven en beleidsdoelen.

Hoofdstuk 5 benoemt de algemene bevindingen van dit rapport. Daarnaast worden aanbevelingen gedaan om de implementatie van de richtlijn zo nuttig mogelijk voor Nederland te laten zijn. De aanbevelingen richten zich op de volgende onderwerpen: de doelen van de monitoring, het ophalen van behoeften van (de)centrale overheden en het betrekken van andere belanghebbenden, de koppelkansen van landelijke meetnetten, harmonisatiekansen, het vaststellen van streef en triggerwaarden, de praktische uitvoering monitoring en

toestemmingverlening, het type monitoringsontwerp, data-infrastructuur, bodemarchieven en het meten van bodembiodiversiteit. Sommige van de aanbevelingen worden inmiddels al verder onderzocht in het vervolgtraject van dit rapport.

Om tot de meest geschikte monitoring te komen is het essentieel om eerst te bepalen wat Nederland wil bereiken met de monitoring: wat zijn de beleidsdoelstellingen waarvoor monitoring informatie moet leveren en op welke schaalniveau moet de monitoring informatie aanleveren? Een belangrijke overweging hierbij is dat veel bodembeleid in Nederland gedecentraliseerd is. Indien de monitoring wordt ingericht om alleen te voldoen aan de minimale eisen van de richtlijn of alleen om een representatief beeld te schetsen van bodemgezondheid op nationale schaal bestaat het risico dat de verkregen bodemdata onvoldoende specifiek is om relevant te zijn voor regionale, provinciale of gemeentelijke beleidsdoelstellingen. De monitoring kan dan trends, knelpunten en positieve ontwikkelingen signaleren op nationaal niveau, maar de koppeling met handelingsperspectieven op lokaal of regionaal niveau blijft dan mogelijk beperkt. Daarnaast is het essentieel om de basis voor de beoordeling van bodemgezondheid vast te stellen: wat moet beschermd worden, waarnaar moet worden gestreefd, en welke maatregelen kunnen worden genomen om bodemgezondheid te verbeteren?

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Een gezonde bodem is de basis voor een gezonde en duurzame samenleving (Rutgers & Dirven-van Breemen, 2012) en letterlijk de grond van ons bestaan. De bodem herbergt een groot deel van de biodiversiteit en faciliteert ook bovengrondse biodiversiteit. De bodem levert daarnaast een verscheidenheid aan ecosysteemdiensten en bodemfuncties waar zowel de mens als natuur afhankelijk van zijn. De nutriëntenhuishouding (opslag en levering van voedingsstoffen) van de bodem is bijvoorbeeld essentieel voor de groei van planten en daarmee voor zowel landbouwproductie en natuurontwikkeling. Daarnaast zorgt het zelfreinigend vermogen van de bodem voor de afbraak van verontreinigingen en kunnen bodems water infiltreren, vasthouden en terugleveren, wat bijdraagt aan het voorkomen van droogte en overstromingen en is essentieel voor plantengroei en biodiversiteit. Daarnaast fungeert de bodem als opslagplaats voor koolstof en kan daarmee een rol spelen bij het tegengaan van klimaatverandering.

Tegelijkertijd staat het functioneren van de bodem onder druk door bijvoorbeeld vervuiling, erosie, vermisting, verzuring, verdroging en bodemafdekking (EUSO, 2024; Raad voor de leefomgeving en infrastructuur, 2020). Het belang van een gezonde bodem wordt echter steeds breder in Nederland erkend op, op zowel nationaal als regionaal niveau en vanuit zowel de overheid als de landbouwsector. Dit is te zien in beleidsstukken, ontwikkelingen, en initiatieven als bijvoorbeeld het Nationaal Programma Landbouwbodems (LVVN, 2025), de structurerende keuzes in Water en Bodem Sturend (IenW, 2022), Deltaplan Agrarisch Waterbeheer¹, de doorontwikkeling van de Open Bodem Index² of regionale initiatieven als BodemUp Brabant³.

Ook in Europees en internationaal verband, zoals binnen het Global Soil Partnership, groeit de aandacht voor de het belang van een gezonde bodem. In 2021 nam de Europese Commissie bijvoorbeeld de 'EU Soil Strategy for 2030' (EC, 2021) aan met daarin een gezamenlijke strategie met als doel dat in 2050 bodems in heel Europa gezond zijn en duurzaam worden beheerd. Met de EU Mission 'A Soil Deal for Europe' (EC, 2025) wordt geprobeerd duurzaam landgebruik te stimuleren door middel van honderd 'Living labs and Lighthouses'. Deze Europese ontwikkelingen op het gebied van bodem staan niet op zichzelf en kunnen worden gezien als onderdeel van een breder streven naar een klimaatneutraal, vervuilingsvrij en duurzaam Europa, zoals ook onder meer vastgelegd in de Europese Green Deal (EC, 2019) en de Natuurherstelverordening (EU, 2024).

Als onderdeel van de EU bodemstrategie stelde de Europese Commissie in 2023 een richtlijn voor met als doelstellingen: 1) het in heel Europa monitoren en beoordelen van bodemgezondheid en het monitoren van

¹ <https://agrarischwaterbeheer.nl/>

² <https://openbodemindex.nl/>

³ <https://bodemupbrabant.nl/>

bodemaafdekking en bodemverwijdering; 2) het stimuleren en ondersteunen van landeigenaren en landbeheerders om de bodemgezondheid en de bodemveerkracht te verbeteren, 3) het identificeren en beheersen van verontreinigde locaties.

Na onderhandelingen tussen de Europese raad, het Europees parlement en de Europese Commissie over de inhoud werd de richtlijn bodemmonitoring (voluit: 'Richtlijn (EU) 2025/2360 van het Europees Parlement en de Raad van 12 november 2025 inzake bodemmonitoring en bodemveerkracht (richtlijn bodemmonitoring)', hierna '**de richtlijn**' genoemd) op 23 oktober 2025 aangenomen in het Europees Parlement en is per 16 december 2025 in werking getreden (EU, 2025). Dit betekent dat lidstaten drie jaar de tijd hebben om deze Europese richtlijn om te zetten naar nationale wet- en regelgeving. Volgens de richtlijn moeten de lidstaten iedere zes jaar hun bodems monitoren en beoordelen op bodemgezondheid. Zie het kader hieronder voor een samenvatting van de richtlijn.

Samenvatting van de richtlijn bodemmonitoring

De richtlijn bestaat uit 28 artikelen verdeeld over zeven hoofdstukken en zes bijlagen.

Hoofdstuk I geeft de 'Algemene bepalingen' in artikelen 1 tot en met 5. Hierin staan de doelstellingen van de wet zoals het vaststellen van een bodemmonitoringskader, het beperken van bodemverontreiniging en het in stand houden van bodems in een gezonde toestand; het toepassingsgebied te weten alle bodems op het grondgebied van lidstaten; en de eisen aan het vaststellen van '*bodemdistricten*' en '*bodemeenheden*'. Bodemdistricten zijn administratieve eenheden die het hele grondgebied van een land bestrijken. Binnen een bodemdistrict worden bodemeenheden vastgesteld op basis van, in ieder geval, bodemtype en landgebruik. Bodemeenheden zijn daarmee min of meer homogene bodemkundige gebieden.

Hoofdstuk II gaat over de 'Monitoring en evaluatie van de bodemgezondheid' en beslaat artikelen 6 tot en met 10. Dit hoofdstuk beschrijft hoe lidstaten hun bodems representatief moeten bemonsteren en analyseren aan de hand van een lijst van bodemdescriptoren⁴ (zoals organisch stofgehalte, pH en zware metalen). Lidstaten moeten daarnaast bodemgezondheid beoordelen door de waarden van de bodemdescriptoren te toetsen aan '*niet-bindende duurzame streefwaarden*' (de waarde voor een bodemdescriptor die de ideale situatie voor een bepaalde bodemeenheid weergeeft) en '*operationele triggerwaarden*' (de waarde waarbij steun van lidstaten aan landeigenaren en -beheerders in gang gezet moet worden om bodemgezondheid te verbeteren) of door vast te stellen of er sprake is van een kritiek verlies van ecosysteemdiensten, afhankelijk van de bodemdescriptor. De monitoring en beoordeling van bodemgezondheid moet iedere zes jaar plaatsvinden. Daarnaast beschrijft dit hoofdstuk

⁴ Een bodemdescriptor is een parameter die een fysisch, chemisch of biologisch kenmerk van de bodemgezondheid beschrijft. In veel andere literatuur wordt ook wel bodemindicator gebruikt. De auteurs van dit rapport begrijpen bodemdescriptoren en bodemindicatoren als verschillende woorden met dezelfde betekenis.

dat lidstaten iedere drie jaar de bodemafdekking en bodemverwijdering in elk bodemdistrict moeten monitoren en de beoordelen op het verlies van ecosysteemdiensten.

Hoofdstuk III beschrijft in artikelen 11 en 12 het onderwerp 'Bodemveerkracht'. In die artikelen staat dat lidstaten steun geven aan landeigenaren en landbeheerders wanneer regio's volgens de beoordeling van bodemgezondheid in een slechte staat verkeren. Deze steun bestaat, onder andere, uit het verstrekken van advies en informatie om bodemgezondheid en -veerkracht verbeteren en het bevorderen van onderzoek en innovatie met betrekking tot concepten voor duurzaam bodembeheer. Ook beschrijft hoofdstuk III de beginselen om ruimtebeslag tegen te gaan.

Hoofdstuk IV heet 'Beheer van verontreinigde locaties' en beslaat artikelen 13 tot en met 17. Dit hoofdstuk gaat over hoe lidstaten mogelijk verontreinigde locaties moeten identificeren, beoordelen en beheeren. In het kort moeten lidstaten een risico-gebaseerde en stapsgewijze aanpak ontwikkelen om mogelijk verontreinigde locaties te identificeren, te onderzoeken en te beheersen. In dit hoofdstuk staat ook dat lidstaten een register moeten opzetten van mogelijk verontreinigde locaties.

Hoofdstukken V tot en met VII, artikelen 18 tot en met 28, gaan over de financiële, procedurele of juridische aspecten. Er zijn artikelen over de rapportage door lidstaten, publieksvoorlichting, de bevoegdheden van de Europese Commissie, welke ondersteuning de Europese Commissie aan lidstaten moet bieden, per wanneer de richtlijn omgezet moet zijn naar nationale wetgeving, en welke publieksvoorlichting lidstaten en de Europese Commissie moeten geven.

In de Bijlagen I-VI staan de volgende details beschreven: de bodemdescriptoren die gemeten moeten worden en de door de EU vastgestelde streefwaarden (Bijlage I); de meetmethoden voor het bepalen van de waarden van bodemdescriptoren, de methode voor het bepalen van de bemonsteringspunten en de aanpak voor veldbemonsteringsonderzoek (Bijlage II); bij welke programma's, plannen, doelen en maatregelen de gegevens uit de richtlijn gebruikt kunnen worden voor hun ontwikkeling (Bijlage III); een lijst met maatregelen om risico's te beperken voor verontreinigde locaties (Bijlage IV); de stappen en uitgangspunten voor de locatie-specifieke risicobeoordeling van verontreinigende locaties (Bijlage V) en het register van mogelijk verontreinigde locaties (Bijlage VI).

1.2 Doelstellingen en afbakening

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft aan het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en Wageningen Environmental Research (WENR) gevraagd om te adviseren bij de ontwikkeling van een kader voor de monitoring en beoordeling van bodemgezondheid voor de implementatie van hoofdstuk 2 van de richtlijn in Nederland.

Specifiek zijn de door IenW de volgende vragen gesteld:

1. Een systematische analyse en overzicht van en reflectie op de keuzes die Nederland heeft om de richtlijn te implementeren voor het monitoren en beoordelen van bodemgezondheid
2. Een overzicht van bestaande (bodem)monitoring in Nederland en de mogelijke koppelkansen en geleerde lessen uit bestaande of voormalige meetnetten.
3. Een globale eerste uitwerking van drie verschillende monitoringsvarianten die verschillen in de mate waarin ze bruikbare informatie opleveren voor nationale en/of regionale beleidsopgaven.

De scope van de opdracht en dit rapport is beperkt tot het gedeelte van de richtlijn dat gaat over de monitoring en beoordeling van bodemgezondheid (Tabel 1). Dat zijn artikelen vier tot en met tien en Bijlage I en II van de richtlijn. Van die artikelen en bijlagen zijn de onderdelen die gaan over bodemafdekking en bodemverwijdering ook buiten de scope gelaten. Dit rapport gaat dus expliciet niet over mogelijke uitwerking van onderdelen van de richtlijn die gaan over bodemveerkracht, bodemafdekking en verwijdering, en het beheer van verontreinigde locaties (respectievelijk hoofdstuk III en IV van de richtlijn).

Tabel 1 Afbakening van dit rapport

| Onderdeel richtlijn | Onderdelen binnen de scope van dit rapport |
|------------------------------|---|
| Hoofdstuk I | Artikelen 4 en 5 |
| Hoofdstuk II | Artikelen 6 tot en met 10, met uitzondering van paragrafen en leden die gaan over bodemafdekking en bodemverwijdering |
| Hoofdstuk III tot en met VII | Geen onderdelen |
| Bijlage I t/ VI | Bijlage I en II |

1.3 Opzet van dit rapport

Dit rapport is onderverdeeld in vier inhoudelijke hoofdstukken.

Hoofdstuk 2 onderzoekt per artikel en bijlage van de richtlijn die binnen de scope van dit rapport vallen op welke onderdelen lidstaten een keuze moeten maken voor de implementatie van de richtlijn.

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van verschillende (bodem)meetnetten in Nederland, verkent welke koppelkansen die meetnetten hebben met de monitoring in het kader van de richtlijn en bespreekt de geleerde lessen uit lopende en voormalige meetnetten.

In hoofdstuk 4 zijn drie eerste monitoringsvarianten globaal uitgewerkt en zijn belangrijke overwegingen toegelicht.

In hoofdstuk 5 worden aanbevelingen gedaan voor de verdere uitwerking van de monitoring volgens de richtlijn.

2 Analyse keuzemogelijkheden richtlijn bodemmonitoring

2.1 Introductie analyse

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de onderdelen waar lidstaten een keuze op moeten maken bij de implementatie van de richtlijn en reflecteert daarop. Het overzicht van keuzes is tot stand gekomen op basis van een analyse door een groep bodemexperts van RIVM en WENR en bodembeleidsmedewerkers van IenW. Voor iedere paragraaf en elk lid van de relevante artikelen van de richtlijn werd een vragenlijst beantwoord.

De focus van de analyse lag op het identificeren van keuzemogelijkheden ten aanzien van de bodemmonitoring en bodemgezondheidsbeoordeling zoals beschreven in Artikelen 4 tot en met 10, Deel A tot en met C van Bijlage I en Deel A en B van Bijlage II.

De analyse is uitgevoerd op de definitieve compromistekst van de richtlijn die is goedgekeurd door het Comité van Permanente Vertegenwoordigers (COREPER) op 16 mei 2025⁵. Deze versie van de richtlijn is daarna nog door de EU geredigeerd en opgemaakt waarbij artikel- en lidnummers zijn gewijzigd en enkele paragrafen zijn verplaatst. Inhoudelijk zijn er geen verschillen tussen de COREPER-versie en de versie die door het Europees Parlement is aangenomen. De artikel- en lidnummers die in dit rapport gebruikt worden komen overeen met die van de versie van de richtlijn die in het Europees parlement is aangenomen en gepubliceerd is (EU, 2025).

Het in kaart brengen van onderlinge dwarsverbanden en de doorwerking van verschillende keuzes viel buiten de scope van deze analyse.

De volgende sectie (2.2) beschrijft de aanpak van de analyse. In 2.3 staan de resultaten van de analyse beschreven. Dit is een overzicht van alle onderdelen waar lidstaten keuzes op moeten maken. Deze sectie is vrij technisch van aard. Er is bewust voor gekozen om de keuzes die uit de richtlijn voortkomen zo feitelijk en beknopt mogelijk weer te geven. Dit gaat ten koste van de leesbaarheid van deze sectie en om sectie 2.3 goed te kunnen begrijpen is enige kennis van de wettekst nodig. De analyse bracht ook enkele onduidelijkheden en mogelijke tegenstrijdigheden in de richtlijn naar voren. Deze zijn beschreven in 2.4. Het laatste deelhoofdstuk (2.5) is een algemene discussie die de belangrijkste keuzes voor de uitwerking van het monitoringskader herhaalt, daarop reflecteert en overige discussiepunten introduceert.

2.2 Aanpak analyse

In totaal namen acht personen deel aan de analyse: twee van het RIVM, twee van WENR en vier van IenW. Medewerkers van het RIVM en WENR stelden een lijst vragen op (zie Tabel B.1, Bijlage 1). De belangrijkste vraag was: 'Benoemt de paragraaf een keuzemogelijkheid? Zo ja, ten aanzien van wat, en zijn er opties of is het een vrije keuze?'

⁵ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8818-2025-INIT/en/pdf>

De analyse bestond uit de volgende stappen:

1. Er werden duo's gevormd bestaande uit een beleidsmedewerker van IenW en een medewerker van een kennisinstelling.
2. Elk individu beantwoordde een lijst met vragen (Tabel B.1, Bijlage 1) om de richtlijn te analyseren. Antwoorden werden verzameld in een spreadsheet.
3. Vervolgens besprak ieder duo de gegeven antwoorden, en stelde vast welke antwoorden overeenkwamen en waar verschillen zaten.
4. Als laatste werden de antwoorden van de verschillende duo's samengevoegd in een overzicht. Overeenkomsten en verschillen werden geïdentificeerd en vervolgens werden deze gemeenschappelijk besproken. Op deze manier werd vastgesteld of toch tot overeenstemming kon worden gekomen en waar interpretatieverschillen bleven bestaan.

Voor de analyse is er bewust voor gekozen om zowel wetenschappelijke experts van RIVM en WENR als beleidsmedewerkers van IenW te betrekken. Eenzelfde tekst kan namelijk door verschillende mensen anders worden geïnterpreteerd. Door mensen met verschillende (beleidsmatige en inhoudelijke) achtergronden en met een verschillende mate van betrokkenheid bij de ontwikkeling van de richtlijn deze te laten lezen en interpreteren konden verschillende perspectieven worden meegenomen. Het idee was dat er daardoor uiteindelijk een beter beeld zou ontstaan van de keuzes die lidstaten hebben bij de implementatie en dat eventuele onduidelijkheden van de richtlijn beter zichtbaar werden.

2.3 Keuzemogelijkheden richtlijn bodemmonitoring

In de onderstaande paragrafen wordt per artikel of bijlage van de richtlijn een korte samenvatting van de inhoud gegeven. Deze samenvattingen helpen mogelijk om de keuzes die lidstaten hebben bij de implementatie van de richtlijn en die vrij sec zijn beschreven beter te begrijpen. Na elke samenvatting volgt steeds het resultaat van de analyse, namelijk een opsomming van de keuzes die lidstaten hebben bij de implementatie van de richtlijn. Per keuze wordt verwezen naar het desbetreffende lid of onderdeel van de richtlijn waar deze keuze uit voortkomt. Vaak benoemt een dergelijk lid of onderdeel ook bepaalde voorwaarden. Omdat er vaak heel veel voorwaarden zijn per onderdeel van de richtlijn, zijn deze in dit overzicht niet nader beschreven. Voor de voorwaarden van de geïdentificeerde keuzes wordt verwezen naar de richtlijn.

2.3.1 *Artikel 4: Bodemdistricten en bodemeenheden*

In Artikel 4 staat dat lidstaten bodemdistricten en bodemeenheden moeten definiëren. Bodemdistricten zijn administratieve gebieden waarvoor geldt dat lidstaten hun land in één of meer bodemdistricten moeten verdelen. Bodemeenheden moeten gebaseerd zijn op combinaties van bodemtype en landgebruik, en waar relevant, andere factoren zoals klimaatregio's. Bodemeenheden moeten een zekere homogeniteit vertonen qua bodemeigenschappen en landgebruik en vallen binnen een district. Zowel de bodemeenheden als de bodemdistricten moeten het hele grondgebied van een lidstaat

bestrijken. De richtlijn stelt eisen aan de gegevens die gebruikt worden bij het vaststellen van bodemeenheden. Zo moeten lidstaten minimaal uitgaan van de bodemtypes zoals beschreven door het Duitse Federaal Instituut voor Geowetenschappen en Grondstoffen (Soil Regions of the European Union and Adjacent Countries 1:5,000,000, 2005) en de landgebruik categorieën volgens LULUCF-verordening (EU) 2018/841 (EU, 2018). Lidstaten mogen ook geactualiseerde of meer gedetailleerde informatie gebruiken bij het vaststellen van bodemeenheden.

Lidstaten moeten op de volgende onderdelen een keuze maken:

- Wat de bodemdistricten worden (Lid 1)
- Wat de bodemeenheden worden (Lid 2)
- Om al dan niet gebruik te maken van geactualiseerde of gedetailleerdere gegevens dan de in Lid 2 genoemde referenties voor bodemtype en landgebruik-categorieën bij het vaststellen van bodemeenheden (Lid 3)

2.3.2 *Artikel 5: Bevoegde autoriteiten*

Dit artikel stelt dat lidstaten bevoegde autoriteiten moeten aanwijzen die verantwoordelijk zijn voor het nakomen van de verschillende verplichtingen van de richtlijn. Daarbij moet opgemerkt worden dat een bodemdistrict onder de verantwoordelijkheid van één of meer bevoegde autoriteiten kan vallen (artikel 4 lid 1).

Lidstaten moeten op het volgende onderdeel een keuze maken:

- Wie de bevoegde autoriteit(en) wordt/worden die verantwoordelijk is/zijn voor het naleven van de richtlijn per verplichting

2.3.3 *Artikel 6: Monitoringkader voor bodemgezondheid en voor bodemafdekking en bodemverwijdering*

Dit artikel stelt dat lidstaten een monitoringkader moeten vaststellen voor bodemdescriptoren en voor bodemafdekking en -verwijdering. Het kader moet gebaseerd zijn op, onder andere, bodemdescriptoren, bemonsteringspunten, bodemmetingen, en criteria voor bodemgesteldheid. Artikel 6 stelt ook dat de Europese Commissie en het Europees Milieuagentschap (EEA) 'remote sensing data' (zoals satellietbeelden) moeten aanleveren aan lidstaten en dat ze een digitaal portaal zullen ontwikkelen bedoeld voor de bodemgezondheidsgegevens ('Soil Health Data Portal').

Lidstaten moeten op de volgende onderdelen een keuze maken of zij al dan niet:

- Voortbouwen op bestaande monitoringkaders. Dat betekent dat lidstaten kunnen kiezen of ze dat doen en zo ja, welke monitoringkaders (Lid 1)
- Het bodemmonitoringkader aanpassen voor hun ultraperifere gebieden (Lid 1) (N.B. Nederland heeft geen ultraperifere gebieden⁶)

⁶ Nederland heeft geen ultraperifere gebieden volgens artikel 349 van het Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie (VWEU) en deze keuze is daarmee niet van toepassing op Nederland.

- Teledetectiegegevens (in het Engels 'remote sensing data') en -producten gebruiken voor het monitoren van relevante bodemdescriptoren (Lid 4)
- Via het Europese digitale bodemgezondheidsportaal toegang bieden tot andere aan bodemgezondheid gerelateerde gegevens dan de gegevens die verplicht beschikbaar moeten worden gesteld (Lid 7)

2.3.4 *Artikel 7: Bodemdescriptoren, criteria voor een gezonde bodemgesteldheid en indicatoren voor bodemafdekking en bodemverwijdering*

Dit artikel stelt eisen aan de te meten bodemdescriptoren, criteria voor bodemgezondheid en indicatoren voor bodemafdekking en bodemverwijdering. Het artikel stelt dat lidstaten criteria voor bodemgezondheid, dat wil zeggen, 'niet-bindende duurzame streefwaarden' en 'operationele triggerwaarden', moeten vaststellen voor de bodemdescriptoren die zijn opgenomen in de delen A en B van bijlage I van de richtlijn (zie ook 2.3.8). Daarnaast moeten lidstaten twee lijsten met chemische stoffen opstellen. De eerste lijst, de lijst voor deel B van de Bijlage I van richtlijn, bevat organische verontreinigende stoffen die op alle bemonsteringslocaties gemeten moeten worden. De tweede lijst, de lijst voor deel C van de Bijlage I van richtlijn, bevat verontreinigende chemische stoffen die alleen op een relevante subset van bemonsteringslocaties gemeten hoeven te worden. Op deze tweede lijst moeten in ieder geval pesticiden, hun afbraakproducten (metabolieten) en PFAS staan. Artikel 7 bepaalt bovendien dat lidstaten aanvullende andere bodemdescriptoren en indicatoren voor bodemafdekking en bodemverwijdering mogen vaststellen.

Lidstaten moeten op de volgende onderdelen een keuze maken:

- Welke organische verontreinigende stoffen worden opgenomen op de lijst voor deel B van Bijlage I (Lid 3)
- Welke verontreinigende stoffen worden opgenomen op de lijst voor deel C van Bijlage I (Lid 4)
- Of zij al dan niet de indicatieve lijst van bodemverontreinigende stoffen opgesteld door de Europese Commissie (zie artikel 8) gebruiken bij het opstellen van de twee hierboven genoemde lijsten (Lid 3 en 4)
- Wat de niet-bindende duurzame streefwaarden en operationele triggerwaarden worden van de bodemdescriptoren in delen A en B van bijlage I (Lid 5)
- Of zij één of meerdere operationele triggerwaarden per bodemdescriptor vaststellen (Lid 6)
- Of zij de niet-bindende duurzame streefwaarden en operationele triggerwaarden aan elkaar gelijkstellen of niet (Lid 6)
- Of zij al aanvullende bodemdescriptoren en indicatoren voor bodemafdekking en -verwijdering vaststellen of niet (Lid 7)

2.3.5 *Artikel 8: Indicatieve lijst van bodemverontreinigende stoffen*

In artikel 8 staat dat de Europese Commissie een indicatieve lijst van bodemverontreinigende stoffen moet opstellen die mogelijk een risico

⁷ Zie de samenvatting van de richtlijn op in paragraaf 1.1 van dit rapport voor een korte uitleg van de termen 'niet-bindende duurzame streefwaarden' en 'operationele triggerwaarden'

vormen voor de mens of het milieu. De lidstaten mogen die lijst gebruiken bij het opstellen van de lijsten bedoeld in deel B en deel C van Bijlage I van de richtlijn.

Lidstaten moeten een keuze maken op het volgende onderdeel:

- Of zij bijdragen aan het opstellen van de indicatieve lijst of niet (Lid 1)

2.3.6 *Artikel 9: Metingen en methoden*

Dit artikel benoemt eisen aan de metingen en methoden die gebruikt moeten worden voor het bepalen van de waarden van de bodemdescriptoren en de indicatoren voor bodemafdekking en -verwijdering. Ook komen uitzonderingen aan bod voor de uitvoering van metingen. Specifieke eisen voor de metingen van de bodemdescriptoren staan beschreven in Bijlage II van de richtlijn. Verder benoemt het artikel dat lidstaten ook om ondersteuning kunnen vragen bij de Europese Commissie voor de veldbemonstering en bodemanalyse en aan welke eisen uitvoerende partijen moeten voldoen. Daarnaast staat in dit artikel dat de eerste bodemmetingen uiterlijk 60 maanden na inwerkingtreding van de richtlijn moeten zijn uitgevoerd en dat om de zes jaar nieuwe bodemmetingen moeten worden uitgevoerd. Ook staan er eisen in voor de opslag van bodemmonsters.

Lidstaten moeten op de volgende onderdelen een keuze maken:

- Of zij al dan niet vragen om ondersteuning bij de Europese Commissie voor veldbemonstering en bodemanalyse (Lid 2)
- Of zij al dan niet in gebieden waar geen risico op verzilting bestaat de elektrische geleidbaarheid meten (Lid 3)
- Of zij het aantal bemonsteringspunten beperken tot een relevante subset voor de in deel C van Bijlage I van de richtlijn opgenomen bodemverontreinigende stoffen (Lid 3)
- Of zij de descriptoren voor verlies van bodembiodiversiteit meten in meer dan 5% van de bemonsteringspunten (Lid 3)
- Of zij gegevens verzameld in andere bodemmonitoring of -onderzoeken gebruiken om de waarden van de verplichte of aanvullende bodemdescriptoren te bepalen (onder de voorwaarden dat de metingen voldoen aan eisen gesteld in deel A.2 en deel B van Bijlage II van de richtlijn) (Lid 4)
- Of zij andere meetmethoden gebruiken om de bodemdescriptoren te meten dan genoemd in deel B van Bijlage II van de richtlijn (onder voorwaarden) (Lid 6)
- Aan welke kwaliteitsmanagementsystemen (EN ISO/IEC-17025 of anders) uitvoerders van bodemmetingen moeten voldoen (Lid 7)
- Welke (minimaal één) bodemdescriptoren gebruikt worden voor de accreditatie van de uitvoerders van de bodemmetingen (Lid 7)
- Of zij kiezen voor een continu bemonsteringsschema gedurende zes jaar (dat wil zeggen, een bemonsteringsschema waarin ieder jaar een deel van het totaal aantal bemonsteringspunten wordt bemonsterd) of om de zes jaar bodemmetingen uitvoeren binnen één meetcampagne (Lid 9)
- Of zij al dan niet bodemmetingen uitvoeren voor bodemdescriptoren die naar verwachting niet veranderd zijn sinds de laatste monitoringscyclus (onder voorwaarden) (Lid 10)

- Of zij al dan niet bodemmonsters uit ultraperifere gebieden opslaan in bodemarchieven (Lid 11) (N.B. niet van toepassing op Nederland⁸)
- Wat de voorwaarden zijn voor toegang tot en gebruik van bodemmonsters opgeslagen in hun speciale bodemarchieven (Lid 11)
- Of zij een subset van bodemmonsters overdragen aan het bodemarchief van de Europese Commissie (Lid 11)

2.3.7 *Artikel 10: Bodemgezondheidsbeoordelingen*

In artikel 10 staat hoe lidstaten bodemgezondheidsbepalingen moeten uitvoeren. Lidstaten moeten in alle bodemdistricten en bodemeenheden hun bodems beoordelen op bodemgezondheid. Dit moet gedaan worden door toetsing van de waarden van gemeten bodemdescriptoren de criteria voor bodemgezondheid (de niet-bindende duurzame streefwaarden en operationele triggerwaarden) of door na te gaan of er sprake is van kritiek verlies van ecosysteemdiensten, afhankelijk van de bodemdescriptor. Lidstaten moeten gebieden aanwijzen die ondersteuning nodig hebben om de bodemgezondheid te verbeteren overeenkomstig met artikel 11 en 12.

Lidstaten moeten op de volgende onderdelen een keuze maken:

- Wat de streef- en triggerwaarden worden (Lid 2)
- Hoe 'kritiek verlies van ecosysteemdiensten' voor bodemdescriptoren (en -afdekking en -verwijdering) wordt bepaald (Lid 3)
- Op welke manier de bodemgezondheidsgegevens en -beoordelingen gedeeld worden met landeigenaren en -beheerders wanneer zij daar om vragen (Lid 8)

2.3.8 *Bijlage I van de richtlijn*

Bijlage I van de richtlijn bestaat uit een tabel in vier delen: deel A, B, C en D. In deel A, B en C staan de fysische, chemische en biologische bodemdescriptoren die lidstaten moeten of kunnen meten als onderdeel van de bodemmonitoring en -gezondheidsbeoordeling. Enkele voorbeelden van bodemdescriptoren zijn: SOC (bodemorganische koolstof), verdichting in de ondergrond, elektrische geleidbaarheid, extraheerbare fosfor, bodemverontreinigende stoffen, pH, bodemvasthoudend vermogen, etc. Daarnaast staat in deze tabel ook voor sommige bodemdescriptoren welke streefwaarde gebruikt moet worden door lidstaten, wat de voorwaarden zijn voor het aanpassen of de afleiding van streefwaarden en welke gebieden vrijgesteld zijn om te voldoen aan de streefwaarden. Deel D van Bijlage I beschrijft indicatoren voor bodemafdekking en -verwijdering.

Uit de tabel in de bijlage komen veel keuzes voor lidstaten voort. Deze zijn hieronder gegroepeerd per kolom van de tabel waar de keuze uit voorkomt.

In de tweede kolom van bijlage I (de kolom 'Bodemdescriptoren') staan de bodemdescriptoren die lidstaten moeten of kunnen meten. Op basis

⁸ Nederland heeft geen ultraperifere gebieden volgens artikel 349 van het Verdrag betreffende de werking van de Europese Unie (VWEU) en deze keuze is daarmee niet van toepassing op Nederland.

van deze kolom moeten lidstaten op de volgende onderdelen een keuze maken:

- Of zij al dan niet verzadigde waterdoorlatendheid en luchtcapaciteit als additionele descriptor voor verdichting van de ondergrond vaststellen (deel A)
- Welke organische stoffen op de lijst komen voor deel B van Bijlage I (deel B)⁹
- Of zij al dan niet SOC-concentratie opnemen als descriptor voor verlies van SOC (deel B)
- Of zij al dan niet naast pH ook basenverzadiging/CEC opnemen als bodemdescriptor voor verzuring (deel C)
- Of zij al dan niet naast bulkdichtheid in de bovengrond ook verzadigde waterdoorlatendheid en luchtcapaciteit in de bovengrond vaststellen als bodemdescriptor (deel C)
- Of zij naast metabarcoding van schimmels en bacteriën andere biologische indicatoren gaan meten (deel C)
- Of zij in meer dan 5% van bemonsteringslocaties bodembioologische indicatoren gaan meten (deel C)
- Welke PFAS op de lijst komen voor deel C van Bijlage I (deel C)
- Welke pesticiden en metabolieten op de lijst komen voor deel C van Bijlage I (deel C)
- Welke andere niet-genormeerde stoffen op de lijst komen voor deel C van Bijlage I (deel C)
- In welke gedeelte van de bemonsteringslocaties bodemverontreinigende stoffen die op de lijst voor deel C van Bijlage I gemeten gaan worden (deel C)

In de derde kolom van bijlage I staan voor deel A en B de eisen en randvoorwaarden voor de aanpassing en vaststelling van streef- en triggerwaarden. Op basis van deze kolom (kolom 'Criteria voor een gezonde bodemgesteldheid – niet-bindende duurzame streefwaarden') van bijlage I moeten lidstaten op de volgende onderdelen een keuze maken:

- Of zij al dan niet de niet-bindende duurzame streefwaarde voor organische koolstof in de bodem (SOC-concentratie), die in Bijlage I van de richtlijn staat, voor minerale bodems aanpassen naar een andere duurzame streefwaarde (deel A)
- Of zij al dan niet de indeling van de bodemtextuurklassen aanpassen aan de niveaus in bulkdichtheid die zijn gedefinieerd als problematisch voor de ontwikkeling van het wortelsysteem van planten (deel A)
- Of zij al dan niet de niet-bindende duurzame streefwaarde voor verzadigde waterdoorlatendheid en luchtcapaciteit aanpassen aan plaatselijke bodemgesteldheid (deel A)
- Of zij al dan niet de waarden van het totale vochthoudend vermogen, de verzadigde waterdoorlatendheid en de luchtcapaciteit ook per stroomgebied of deelstroomgebied beoordelen (deel B)

In de vierde kolom van Bijlage I staan voor Deel A en B bodemdescriptoren benoemd welke gebieden vrijgesteld zijn om te

⁹ Deze keuze is al benoemd in artikel 7 maar wordt hier opnieuw benoemd zodat alle keuzes die benoemd worden in Bijlage I ook in deze sectie staan

voldoen aan de streefwaarden. Op basis van deze kolom (kolom 'Gebieden die zijn vrijgesteld van de voldoening aan het desbetreffende criterium') van bijlage I moeten lidstaten op de volgende onderdelen een keuze maken of zij:

- Al dan niet gebieden aanwijzen die van nature ziltig zijn, of regelmatig overstromen als gevolg van stijgend zee- of oceaanwater, of onderhevig zijn aan zeestuwwater (van toepassing op de deel A descriptor verzilting) en uitgesloten zijn om te voldoen aan de streefwaarde voor elektrische geleidbaarheid
- Al dan niet gebieden aanwijzen die beschouwd kunnen worden als niet-beheerde natuurlijke grondgebieden en daarmee uitgesloten zijn om te voldoen aan de streefwaarde voor SOC-concentratie, verdichting van de ondergrond, overschot aan nutriënten in de bodem en bodemerosie
- Het al dan niet vaststellen welke gebieden van nature verdichte bodems hebben (van toepassing op deel A bulkdichtheid in de ondergrond)
- Het al dan niet vaststellen welke gebieden onder 'badlands'¹⁰ en daarmee uitgesloten zijn om te voldoen aan de streefwaarde voor bodemerosie).

2.3.9 *Bijlage II van de richtlijn*

Bijlage II van de richtlijn bestaat uit drie delen: deel A, B en C. Deel A stelt eisen aan de bepaling van de bemonsteringspunten en veldbemonsteringsonderzoek. Hierin staat bijvoorbeeld dat gebruik gemaakt moet worden van een gestratificeerde aselechte steekproef en dat het aantal en de locatie van bemonsteringspunten zo worden bepaald dat ze representatief zijn voor een bodemeenheid met een maximaal foutenpercentage van 5%. Ook staat in deel A dat bodemmonsters tot een diepte van ten minste 30 cm moeten worden genomen, dat mengmonsters een mengsel zijn van ten minste vijf deelmonsters, en dat bodemtypen, indien mogelijk, worden geregistreerd. Deel B schrijft referentiemethoden voor die gebruikt moeten worden bij de bepaling van bodemdescriptoren en beschrijft de voorwaarden voor het afwijken van de voorgeschreven laboratoriummethoden. In deel C staan eisen aan de methode voor bepaling van de waarden van de indicatoren voor bodemafdekking en bodemverwijdering.

Lidstaten moeten op de volgende onderdelen een keuze maken:

- Welke data met betrekking tot de (ruimtelijke) variabiliteit van bodemdescriptoren worden gebruikt voor de bepaling van bemonsteringspunten (deel A.1)
- Of zij al dan niet bemonsteringspunten van andere bodemmonitoring of -onderzoeken te gebruiken in het steekproefontwerp (deel A.1)
- Welke procedure wordt gebruikt voor toewijzing van aantallen en bemonsteringslocaties (onder voorwaarden) (deel A.1)
- Of zij al dan niet het steekproefontwerp per monitoringscyclus te veranderen (deel A.1)

¹⁰ Een definitie van 'badlands' ontbreekt in de richtlijn bodemmonitoring

- Of zijn al dan niet bodemonsters samenvoegen tot mengmonster (deel A.2)
- Of zij bemonsteren op basis van vaste diepte of horizont (deel A.2)
- Om voor metingen van verzadigde waterdoorlatendheid en luchtcapaciteit dezelfde ongeroerde monsters te gebruiken als die gebruikt worden om de bulkdichtheid te bepalen (deel A.2)
- Of zij een andere methode te gebruiken dan de referentiemethode voor de bepaling van de waarden van bodemdescriptor (mits beschreven in wetenschappelijke literatuur of publiekelijk openbaar en een gevalideerde transferfunctie beschikbaar is) (deel B)
- Welke bodemerosieprocessen meegenomen worden bij de bepaling van de bodemerosiesnelheid (deel B)
- Hoe bodemerosie door water en wind bepaald wordt (deel B)
- Hoe bodemerosie door beheerpraktijken bepaald wordt (deel B)

2.3.10 Overige delen van de richtlijn

Er zijn in de overige bepalingen van de richtlijn geen keuzemogelijkheden geïdentificeerd die rechtstreeks van invloed zijn op de uitwerking van het monitoringskader voor bodemgezondheid. Wel dient te worden opgemerkt dat de bodemdistricten die worden gehanteerd voor de monitoring van bodemafdekking en bodemverwijdering samenvallen met de districten die worden gebruikt voor de monitoring van bodemgezondheid. De onderliggende overwegingen bij de afbakening van deze districten kunnen echter per monitoringsdoel verschillen. De wijze waarop de monitoring van bodemafdekking en bodemverwijdering wordt ingericht, heeft daarmee implicaties voor de opzet en uitvoering van de monitoring van bodemgezondheid, en omgekeerd.

2.4 Taalkundige onduidelijkheden of schijnbare tegenstrijdigheden in de wettekst

De analyse bracht vijf taalkundige onduidelijkheden of schijnbare tegenstrijdigheden in de richtlijn naar boven.

Als eerste, in de Nederlandse vertaling (van 29/09/2025) van deel A.2 van bijlage II van de richtlijn staat:

"Monsters of deelmonsters voor het samengestelde monster worden, waar mogelijk, genomen op een diepte van ten minste 30 cm grond."

Dit suggereert dat monsters genomen moeten worden op een diepte van 30 cm of meer. In de Engelse tekst (van 17/09/2025) staat echter:

"Samples or subsamples for the composite sample shall, where possible, be taken to a depth of at least 30 cm of soil."

De Engelse tekst is leidend. Dit betekent dat in ieder geval tot een diepte van 30 cm bemonsterd moet worden (en dus niet 'op' zoals in de Nederlandse vertaling). Het betreft hier een vertaalfout die correctie nodig heeft om te komen tot een correcte omzetting van de richtlijn naar Nederlandse wetgeving.

Daarnaast, artikel 9 lid 4 benoemt dat gegevens verzameld in dezelfde monitoringscyclus waarin het bemonsteringsonderzoek werd uitgevoerd gebruikt kunnen worden onder de voorwaarde dat de metingen voldoen aan eisen gesteld in Bijlage B van de richtlijn. Voor de volledige tekst van dit lid wordt verwezen naar de richtlijn. Er wordt niet expliciet gesteld dat de **bemonstering** in de dezelfde monitoringscyclus uitgevoerd moet worden. Afgezien van hoe wenselijk of waarschijnlijk dat is, zorgt deze verwoording mogelijk voor de mogelijkheid om gegevens van monsters verzameld buiten de termijn van de monitoringscyclus te gebruiken.

Een derde taalkundige dubbelzinnigheid betreft de beschrijving van de bodembioïologie in deel C van Bijlage I van de richtlijn:

"De lidstaten kunnen ook ten minste één optionele bodemdescriptor voor biodiversiteit kiezen, zoals: ..."

En in de het Engelse juridisch leidende versie van de richtlijn:

"Member States may also select at least one optional soil descriptor for biodiversity, such as: ..."

De opsomming betreft een lijst van suggesties voor bodembioïologische indicatoren. De combinatie van de woorden "kunnen" en "ten minste één" lijkt tegenstrijdig. De strikte interpretatie, en daarmee juridisch juiste lezing, van de wettekst op dit punt is dat er geen verplichting bestaat om naast de verplichte metabarcoding van schimmels en bacteriën ook andere bodemdescriptoren voor biodiversiteit te monitoren.

Een andere onduidelijkheid betreft artikel 7 lid 7 waarin benoemd wordt dat lidstaten, naast de bodemdescriptoren en indicatoren die opgenomen zijn in Bijlage I van de richtlijn, ook aanvullende bodemdescriptoren en indicatoren mogen vaststellen. Tijdens discussies met deelnemers van de analyse kwam naar voren dat de Nederlandse vertaling onduidelijk is over de vraag of het hier gaat om keuzevrijheid met betrekking tot de bodemdescriptoren in deel A tot en met C of alleen om indicatoren in deel D van bijlage I van de richtlijn.

De Nederlandse versie schrijft:

"De lidstaten kunnen naast de in bijlage I vermelde bodemdescriptoren en indicatoren voor bodemafdekking en bodemverwijdering ook nog andere bodemdescriptoren en indicatoren voor bodemafdekking en bodemverwijdering vaststellen"

In de Engelse versie is echter duidelijk dat het artikel bedoeld is om lidstaten keuzevrijheid te geven om additionele bodemdescriptoren vast te stellen voor alle delen van bijlage I van de richtlijn:

"Member States may set soil descriptors and soil sealing and soil removal indicators in addition to those that are listed in Annex I"

De vijfde onduidelijkheid betreft artikel 10 lid 4. In dit artikel staat dat lidstaten verbetering van elke descriptor in kaart *mogen* brengen, terwijl artikel 19 lid 1b juist een verplichting benoemt om trendanalyses te doen voor bodemdescriptoren en indicatoren opgenomen in deel A tot en met D van Bijlage I van de richtlijn. De betekenis van artikel 10 lid 4

lijkt tegenstrijdig met artikel 19 lid 1b. Aangezien artikel 19 lid 1b expliciet een rapportageverplichting benoemt, zal dat artikel waarschijnlijk leidend zijn.

2.5 Discussie keuzemogelijkheden

2.5.1 Belangrijkste keuzes voor lidstaten

De bovenstaande analyse laat zien dat de richtlijn wat betreft de bodemmonitoring en -gezondheidsbeoordeling gekenmerkt wordt door de vele keuzes die lidstaten moeten maken.

De belangrijkste onderdelen waarop lidstaten een keuze moeten maken zijn:

- De indeling van bodemdistricten en -eenheden
- Het vaststellen van streef- en triggerwaarden voor de beoordeling van bodemgezondheid
- De selectie van organische bodemverontreinigende stoffen die worden gemonitord
- De keuze van meetmethoden om bodemdescriptoren te bepalen
- De keuze van bodembioologische indicatoren die gemeten worden en op welk deel van de bemonsteringslocaties dit gebeurt
- De vraag of al bestaande monitoringskaders meegenomen worden in het ontwerp van de monitoring in het kader van de richtlijn
- De uitvoering van de bemonstering: vindt deze plaats als onderdeel van één meetcampagne of als onderdeel van continue (getrapte) monitoringcampagne?
- De mogelijkheid om, naast de verplichte bodemdescriptoren, ook andere bodemdescriptoren te meten

De keuzes die lidstaten op deze onderdelen maken, bepalen in grote mate de omvang en schaalniveau van de monitoring en welke informatie over de bodem wordt verzameld. Dit bepaalt daarmee de bruikbaarheid van de monitoring voor het behalen van beleidsdoelstellingen op het gebied van bodems. Voor elke van de bovenstaande keuzes benoemt de richtlijn wel voorwaarden, maar over het algemeen biedt de richtlijn dus veel ruimte voor lidstaten om de monitoring naar eigen wensen en eisen in te richten.

In dit deelhoofdstuk worden enkele discussiepunten en mogelijke knelpunten geïdentificeerd die uit de analyse naar voren kwamen.

2.5.2 Ondersteuning Europese Commissie

De richtlijn geeft op veel van de bovenstaande keuzes weinig richting in hoe deze onderdelen moeten worden uitgevoerd. Conform artikel 24 van de richtlijn zal de Europese Commissie de komende jaren ondersteuning bieden aan lidstaten in de vorm van documenten en de ontwikkeling van wetenschappelijke instrumenten. De vorm van deze ondersteuning zal afhangen van het onderwerp maar dit zal in veel gevallen waarschijnlijk gaan om 'guidance' documenten. Deze ondersteuning is bedoeld om richting te geven aan hoe lidstaten bepaalde keuzes kunnen maken. Conform artikel 24 en afhankelijk van het type ondersteuning zal deze worden ontwikkeld en opgesteld binnen 12 maanden tot 36 maanden na inwerkingtreding van de richtlijn.

Het is de vraag of de timing van de ondersteuning die de Europese Commissie biedt, voldoende aansluit bij de eisen die gesteld worden aan de omzetting van de richtlijn naar nationale wetgeving voor Nederland. Volgens artikel 26 van de richtlijn moet de omzetting 36 maanden na inwerkingtreding zijn voltooid. Het omzettingstraject kent een eigen tijdsplan in ieder land, waardoor de inhoud die opgenomen moet worden in nationale wet- en regelgeving ruim voor de deadline van 36 maanden bekend moet zijn. Dit legt extra druk op onderdelen met grote verwachte politieke en maatschappelijke impact en/of gevoeligheid, zoals bijvoorbeeld het vaststellen van de criteria voor bodemgezondheid (d.w.z. de operationele triggerwaarden en de niet-bindende duurzame streefwaarden). Als voorbeeld, de ondersteuning voor het vaststellen van de niet-bindende duurzame streefwaarden en operationele triggerwaarden zal uiterlijk 18 maanden na inwerkingtreding van de richtlijn worden gepubliceerd. Naar verwachting zal deze ondersteuning niet tijdig beschikbaar zijn om volledig meegenomen te kunnen worden in de ontwikkeling van nationale wet- en regelgeving in Nederland. Om toch gebruik te kunnen maken van de inzichten die op EU-niveau ontwikkeld worden, wordt aangeraden om deel te nemen aan de guidance ontwikkeling in 'EU-expert group' overleggen, wetenschappelijke projecten en door gebruik te maken van bestaande netwerken op EU-niveau die hierbij betrokken zullen worden.

2.5.3 *Uitvoering veldwerk*

Wat verder opvalt is dat waar de richtlijn in veel gevallen voorschrijvend is wat betreft gebruik van methoden om de waarden van bodemdescriptoren te bepalen, deze weinig richting geeft in hoe het veldwerk uit te voeren. In het ontwerp van het veldwerk zijn veel keuzes te maken en het gekozen veldwerkprotocol heeft impact op de waarden die gemeten worden en daarmee de bepaling van bodemgezondheid. Waar de impact van laboratoriummethode op meetresultaten impliciet wordt erkend door de verplichting om gevalideerde transferfuncties (rekenregels om de waarde van een bodemeigenschap verkregen met een gebruikte methode om te rekenen naar de waarde van dezelfde bodemeigenschap die zou zijn gemeten met een andere methode) (zie Artikel 9(6) en deel B Bijlage II van de richtlijn) te gebruiken als andere dan de voorgeschreven labmethoden worden gebruikt, is de impact van een veldwerkprotocol minder benoemd te zijn. Dit afgezien van de specifieke bepaling in Annex II Part A.2 dat de strooisellaag in bossen apart bemonsterd moet worden en ondergrond bulkdichtheid op een diepte vanaf 30 cm met worden bepaald. Transferfuncties volgens de tekst in de bijlage van de richtlijn zijn daarnaast ook niet van toepassing op veldbemonsteringprotocollen.

Overeenkomstig Artikel 24(1, punt e) zal de Europese Commissie wel ondersteuning aan lidstaten bieden op het gebied van bemonstering, maar de mate en vorm waarin en of dit inclusief guidance is met betrekking tot veldprotocollen is niet beschreven. Wel is bekend dat in 2027 een nieuwe LUCAS meetronde zal plaatsvinden (~17.000 punten in totaal in de deelnemende lidstaten) en dat de Commissie een EU Horizon project gaat financieren op basis van call HORIZON-MISS-2025-05 (waarschijnlijke start in de zomer van 2026) waarin een inventarisatie van veldprotocollen, analysemethodes en de inventarisatie, validatie en ontwikkeling van transferfuncties zal worden

uitgevoerd. Dit zal direct bijdragen aan de implementatie van de richtlijn in de lidstaten.

2.5.4 *Keuzes steekproefontwerp*

Volgens de richtlijn moet het bemonsteringsontwerp gebaseerd zijn op de variatie van alle relevante bodemdescriptoren, gebruikmakend van de best beschikbare informatie. Het ontwerp moet uitgaan van een gestratificeerde aselechte bemonstering, waarbij de stratificatie gebaseerd is op de bodemeenheden en het aantal en de locatie van de bemonsteringspunten de variatie van de bodemdescriptoren binnen de bodemeenheid representeert, met een maximaal foutpercentage van 5%. Dit betekent dat op basis van de best beschikbare informatie over de variantie in bodemdescriptoren het aantal meetpunten per bodemeenheid wordt bepaald. Waarschijnlijk geldt dit maximale foutpercentage van 5% overigens niet voor bodemdescriptoren die betrekking hebben op verlies van biodiversiteit en bodemverontreiniging (deel C), omdat deze niet op alle locaties gemeten hoeven te worden. Het is expliciet toegestaan om meetpunten van bestaande monitoringsystemen (en andere databronnen zoals eenmalige meetcampagnes) mee te nemen in het ontwerp, ongeacht hun steekproefontwerp. Het is toegestaan om de plaatsing van meetpunten tussen verschillende monitoringscycli te wijzigen of gelijk te houden.

Om tot een bemonsteringsontwerp te komen moeten echter nog een aantal keuzes gemaakt worden. Zoals onder andere hoe de maximaal toegestane fout te interpreteren, welke informatie al dan niet wordt gebruikt voor het schatten van de variatie in bodemdescriptoren, welke bestaande meetpunten mee te nemen, met welke statistische methoden de verschillende stappen in de methode worden uitgevoerd, of verdere stratificatie dan de bodemeenheden gewenst is, welke betrouwbaarheidsmarge wordt aangehouden, etc. Deze staan niet in het overzicht van keuzes omdat de analyse van keuzes zich richtte op keuzes die expliciet worden genoemd in de richtlijn. Maar deze keuzes zijn wel relevant voor de verdere uitwerking van het monitoringraamwerk. In 2026 zal dit onderwerp verder worden uitgewerkt in het vervolg van de opdracht voor dit rapport (zie Tabel B.3, bijlage 1). De verwachting is dat het daadwerkelijk doorrekenen van een aantal opties voor de hiervoor genoemde keuzes meer inzicht op zal leveren om de keuzes te maken en welke keuzes hierboven nog niet genoemd zijn.

2.5.5 *Keuzes streef- en triggerwaarden*

Een belangrijk onderdeel van de richtlijn is de beoordeling van de bodemgezondheid aan de hand van toetsing aan streef- en triggerwaarden. Deze waarden bepalen of de bodem voor een bepaalde bodemdescriptor in een bepaalde bodemeenheid als gezond wordt beschouwd of niet en of ondersteuning nodig om de bodemgezondheid te verbeteren. Ondanks het belang van deze waarden, is in algemene zin de richtlijn onduidelijk over de onderbouwing ervan. Voor elektrische geleidbaarheid, waar de Europese Commissie zelf een streefwaarde voor heeft bepaald, ontbreken bijvoorbeeld literatuurverwijzingen. Ook benoemt de richtlijn niet op basis van welke overwegingen de streef- en triggerwaarden moeten worden afgeleid of aangepast. De verwachting is

dat dit in de guidance documenten, zoals beschreven in artikel 24 van de richtlijn, nader wordt uitgewerkt in overleg met de lidstaten.

Daarbij speelt ook dat het niet altijd logisch of wenselijk is om dezelfde criteria voor bodemgezondheid te gebruiken voor verschillende bodemtypes of landgebruiken. Het is bijvoorbeeld niet logisch om voor zand- en veenbodems dezelfde streef- en triggerwaarden voor organisch koolstof te gebruiken. De richtlijn benoemt wel expliciet dat één of meerdere triggerwaarden per bodemdescriptor vastgesteld kunnen worden maar niet op basis waarvan. De basis voor de afleiding van streef- en triggerwaarden is daarnaast afhankelijk van de bodemdescriptor, en waar je als land naar wil streven, wat je wil beschermen en welke handelingsperspectieven er zijn om de bodem voor een bepaalde bodemdescriptor te verbeteren.

Om tot een afleiding van streef- en triggerwaarden te komen, zullen dus nog veel keuzes gemaakt worden. Net als bij de bovenstaande paragraaf zijn deze keuzes niet benoemd in het overzicht van keuzes in 2.3 omdat ze niet expliciet zijn genoemd in de richtlijn. In 2026 zal dit onderwerp verder worden uitgewerkt in het vervolg van de opdracht voor dit rapport (zie Tabel B.3, bijlage 1).

2.5.6 *Conclusies keuzemogelijkheden*

De richtlijn biedt veel keuzemogelijkheden voor lidstaten. De combinatie van de vele keuzemogelijkheden die lidstaten hebben en het feit dat ondersteuning op belangrijke onderdelen mogelijk niet tijdig beschikbaar zal zijn, kan ertoe leiden dat de invulling van het bodemmonitoringsontwerp en de bepaling van bodemgezondheid tussen lidstaten uiteen gaan lopen. Dit kan tot gevolg hebben dat de verzamelde data op EU-niveau beperkt vergelijkbaar is, wat de bruikbaarheid van gegevens op Europees niveau kan beperken.

Tegelijkertijd kan deze vrijheid benut worden om de monitoring zo te ontwerpen dat de meetresultaten recht doen aan lokale, regionale en nationale omstandigheden en informerend zijn voor nationale of regionale beleidsbehoeften. Het vroegtijdig afstemmen van benaderingen in de keuzes die lidstaten moeten maken, kan helpen om de methodes zoveel mogelijk met elkaar te harmoniseren, ook al voordat de guidance-documenten van de Europese Commissie beschikbaar worden. Dit kan bijvoorbeeld door actieve deelname in de EU Expert Group, in bestaande netwerken en projecten en specifieke uitwisseling met onze buurlanden.

3 Bodemmeetnetten in Nederland

3.1 Inleiding

In Nederland worden bodems door middel van Europese, landelijke en provinciale meetnetten bemonsterd. Mogelijk kunnen deze bestaande meetnetten meegenomen of gebruikt worden in het ontwerp voor de monitoring in het kader van de richtlijn. Dit hoofdstuk onderzoekt de koppelkansen met bestaande meetnetten, maar ook welke uitdagingen dit met zich meebrengt. De focus ligt hierbij op landelijke meetnetten.

In 3.2 worden algemene uitdagingen en de kansen van het meenemen van bestaande monitoring besproken. Vervolgens worden de kenmerken en de specifieke kansen en uitdagingen voor negen landelijke meetnetten besproken in (3.3) en kort die van provinciale en overige bodemonderzoeken (3.4). Daarnaast wordt kort uiteengezet welke lessen geleerd zijn uit eerdere monitoring die mogelijk nuttig zijn voor de inrichting van de monitoring in het kader van de nieuwe richtlijn (3.5). In 3.6 worden conclusies getrokken over de kansen en uitdagingen voor het meenemen meetnetten.

3.2 Kansen en uitdagingen voor het meenemen van bestaande meetnetten

In de richtlijn wordt het meenemen van bestaande meetnetten expliciet als optie genoemd. Het meenemen van bestaande meetnetten kan op verschillende manieren worden ingevuld:

- 1) Het meenemen van geleerde lessen en beschikbare data benutten;
- 2) Bestaande meetlocaties of monitoringsnetwerken volledig of gedeeltelijk integreren.

Deze twee opties worden kort in de volgende paragrafen besproken.

3.2.1 *Optie 1: Het meenemen van geleerde lessen en beschikbare data benutten*

Bestaande meetnetten leveren waardevolle data, expertise, inzichten, protocollen en methoden op. Deze eerste optie is bedoeld om vooral te profiteren van deze data, kennis en ervaring die al aanwezig zijn.

Beschikbare meetgegevens van bodems in Nederland kunnen bijvoorbeeld gebruikt worden voor het bepalen van de variatie in bodemdescriptor. Deze informatie is nodig om de steekproefomvang te bepalen per bodemeenheid. Daarnaast kunnen dergelijke meetgegevens helpen bij het vaststellen van de doorwerking van bepaalde streef- en triggerwaarden door inzicht te geven in het percentage van meetpunten dat boven of onder een bepaalde waarde zit. Op deze manier kan de impact van keuzes voor deze waarden op de uitkomsten van de beoordeling van bodemgezondheid onderzocht worden.

Ook zouden bodemarchieven van bestaande meetnetten gebruikt kunnen worden voor het ontwikkelen van transferfuncties (rekenregels

om de waarde verkregen met een bepaalde methode om te rekenen naar de waarde voor dezelfde bodemeigenschap maar gemeten met een andere methode). Als Nederland ervoor kiest om bijvoorbeeld een meetmethode te gebruiken voor een bepaalde bodemdescriptor die geen referentiemethode is volgens de richtlijn, dan kunnen dergelijke bodemarchieven gebruikt worden om transferfuncties te ontwikkelen en te valideren. Als laatste kunnen de ervaringen uit bestaande meetnetten helpen bij het maken van kostenramingen voor het nieuwe monitoringsraamwerk.

Deze optie levert direct voordelen op: het proces wordt efficiënter, er wordt voortgebouwd op bestaande ervaring, en het voorkomt dubbel werk. Deze aanpak kent geen wezenlijke nadelen en is daarmee sterk aanbevolen.

3.2.2 *Optie 2: Meenemen bestaande meetlocaties of monitoringsnetwerken geheel integreren*

Een tweede optie is het daadwerkelijk meenemen van (geselecteerde) meetlocaties of, de meest vergaande optie, het volledig integreren van een bestaand meetnet in de monitoring voor de richtlijn. Binnen deze optie zijn veel verschillende keuzevarianten mogelijk, met ieder (deels) eigen kansen en uitdagingen.

De onderstaande opsomming benoemt kort en grofstoffelijk enkele belangrijke kansen:

- *Kostenbesparing en efficiëntie*: Door gebruik te maken van bestaande infrastructuur en betrokken partijen van een bestaand meetnet kunnen de implementatiekosten lager uitvallen. Bovendien kan dubbel meten worden voorkomen.
- *Behoud van tijdreeksen*: Het meenemen van locaties of de strata van andere meetnetten zorgt ervoor dat data van eerdere meetrondes gebruikt kunnen worden bij de interpretatie van nieuwe data. Daardoor kan nieuwe data meteen in historisch perspectief (trendanalyse) worden geplaatst.
- *Meer systeembegrip*: Door meetnetten met verschillende doelen en metingen (bijvoorbeeld van bodem, water of andere relevante gegevens) te combineren kan meer inzicht ontstaan in het functioneren van het gehele (bodem)systeem, de oorzaken van waargenomen veranderingen in meetwaarden en relaties met tussen bodem- of andere descriptoren. Dit draagt bij aan een beter integraal systeembegrip.
- *Toestemming landeigenaren*: Het verkrijgen van toestemming om te bemonsteren in het geval van particuliere gronden is erg tijdsintensief. Eigenaren die op dit moment al toestemming verlenen voor bemonstering zijn wellicht eerder geneigd ook aanvullende bemonstering goed te keuren. Op deze manier kan mogelijk veel tijd worden bespaard.
- *Harmonisatie*: Het integreren van meerdere bestaande meetnetten kan ertoe leiden (mits daar op geacteerd wordt) dat bodemdata meer geharmoniseerd wordt, wat de bruikbaarheid van bodemdata ten goede komt.

Tegelijkertijd zijn er voor deze optie enkele belangrijke aandachtspunten:

- *Statistische validiteit en complexiteit van de steekproefopzet*: Het is statistisch een uitdaging om meetlocaties van verschillende meetnetten te integreren omdat elk meetnet zijn eigen steekproefontwerp heeft. Het ontwerpen van een nieuwe steekproef op basis van de meetlocaties van bestaande meetnetten vereist daarom extra aandacht en inzet en maakt de steekproefopzet complexer.
- *Vermenging van beleidsdoelen*: Opdrachtgevers en uitvoerders kunnen uiteenlopende verantwoordelijkheden, doelen en belangen hebben wat betreft de monitoring. Het volledig combineren van verschillende meetnetten met andere doelen kan leiden tot compromissen waarbij de uitkomsten mogelijk suboptimaal zijn voor één van beide of beide gecombineerde meetnetten.
- *Trendbreuken*: Aanpassingen in de steekproefopzet, bemonsteringsprotocollen of analysetechnieken kunnen leiden tot trendbreuken. De voordelen van het meenemen van bestaande meetnetten moeten dan worden afgewogen tegen het risico van trendbreuken.
- *Complexer veldwerk en veldwerkharmonisatie*: Verschillen in veldprotocollen, bemonsteringsdiepten, meetfrequentie en te meten parameters (etc.) tussen verschillende meetnetten maken het veldwerk uitdagender. Eventuele verschillen vragen om intensieve afstemming, aanpassing van voorgenomen protocollen en harmonisatieactiviteiten. Dit vereist extra inzet en kan daarmee tot extra kosten leiden.
- *Aanvullende lab-metingen*: Verschillende meetnetten kunnen verschillende lab-methoden hanteren bij de bepalen van dezelfde bodemeigenschap. Om de resultaten toch vergelijkbaar te maken is het nodig om transferfuncties af te leiden en toe te passen. Een alternatief is om de betreffende bodemeigenschap met de methoden van beide meetnetten te meten. In beide gevallen vraagt dit om extra inspanning en daarmee tot hogere kosten.

Concluderend kan gesteld worden dat het meenemen van bestaande meetnetten in de nieuwe monitoringsopzet duidelijk kansen biedt voor een efficiënte, robuuste en toekomstbestendige monitoring van bodemgezondheid. Tegelijkertijd kan het ook extra complexiteit, kosten en risico's met zich meebrengen. Het is daarom belangrijk om een zorgvuldige afweging te maken over welke doelstellingen de monitoring moet dienen, wat het belang is van het meenemen van historische data en het combineren van datasets voor meer systeeminzicht. Omdat alle meetnetten anders zijn opgezet en andere doelen dienen worden de mogelijkheden en uitdagingen per bestaand meetnet hieronder geëvalueerd.

3.3 Bestaande en voormalige landelijke meetnetten en mogelijke koppelkansen

Voor deze eerste inventarisatie van koppelmogelijkheden zijn negen bestaande en voormalige meetnetten bestudeerd (Tabel 2). In al deze meetnetten worden of werden bodems, grondwater en/of het

bodemvocht of uitspoelingswater bemonsterd en geanalyseerd voor verschillende doeleinden.

Voor de geselecteerde meetnetten is op basis van literatuuronderzoek en gesprekken of schriftelijke input met betrokkenen van de geselecteerde meetnetten geëvalueerd welke kansen en uitdagingen er zijn voor het meenemen van deze meetnetten in kader van de richtlijn. In tabel B2 in bijlage I staan de betrokkenen genoemd die input hebben geleverd op de kansen en uitdagingen om desbetreffende meetnet mee te nemen in het ontwerp volgens de richtlijn.

Tabel 2 Beknopt overzicht van eigenschappen van de negen meetnetten

| Meetnet | Eigenschap | Details |
|----------------|------------------------------|--|
| CC-NL | Aantal bemonsteringslocaties | 1152 (2018), 1784 (2024) |
| | Metingen | Brede set (ruim 40) aan fysische, chemische en biologische parameters |
| | Steekproefontwerp | Gestratificeerde aselechte steekproef op basis van bodemtype en grondwatertrap |
| | Cyclus of meetjaren | 2018, 2024 (deels herhaling van 1392 locaties uit LSK in 1998) |
| | Waar bemonsterd? | Door heel Nederland, in akkerland, grasland, natuur, bos, overig (ingedeeld op basis van LGN in de LULUCF landgebruiken) |
| | EU rapportage | LULUCF verordening EU 2018/841 (EU, 2018) |
| IMN | Aantal meetlocaties | 14 (2026) |
| | Bodemmetingen | In bodemmonsters: nutriënten en daaraan gerelateerde parameters |
| | Steekproefontwerp | Handmatige selectie op basis van representatie van habitatype |
| | Cyclus of meetjaren | Om de vier jaar (bodem). Andere compartimenten vaker |
| | Waar bemonsterd? | Natura 2000-gebieden (7) |
| | EU rapportage | NEC-richtlijn EU 2016/2284 (EU, 2016) |
| LMB en BoBI | Aantal meetlocaties | 200 |
| | Metingen | Brede set aan fysische, chemische en biologische parameters |
| | Steekproefontwerp | Gestratificeerde aselechte steekproef op basis van bedrijfstype en landgebruik. |
| | Startjaar en cyclus | Vanaf 1993, ~ om de vijf jaar tot 2014 |
| | Landgebruik | Door heel Nederland, met name agrarisch landgebruik |
| | EU rapportage | Geen |

| Meetnet | Eigenschap | Details |
|----------------|---------------------|--|
| LMM | Aantal meetlocaties | 450 agrarische bedrijven |
| | Metingen | Nutriënten en (zware) metalen in watermonsters |
| | Steekproefontwerp | Gestratificeerd aselekt op basis van bedrijfstype en economische omvang |
| | Cyclus of meetjaren | 1992, jaarlijks |
| | Waar bemonsterd? | Door heel Nederland, in agrarisch landgebruiken |
| | EU rapportage | Nitraatrichtlijn (91/676/EEG) (EU, 1991) |
| LMG | Aantal meetlocaties | 350 |
| | Metingen | Nutriënten, zouten en (zware) metalen in grondwatermonsters |
| | Steekproefontwerp | De meetlocaties zijn verspreid over verschillende bodem- en landgebruiktypes en hydrologische situaties om zo representatief te zijn voor de grondwaterkwaliteit in Nederland |
| | Cyclus of meetjaren | Vanaf 1979, jaarlijks tot vierjaarlijks gemeten |
| | Waar bemonsterd? | Door heel Nederland, in akkerland, grasland, natuur en bebouwd gebied |
| | EU rapportage | Nitraatrichtlijn (91/676/EEG) (EU, 1991), Kaderrichtlijn Water (EU, 2000), EEA milieurapportages (EEA, 2025) |
| LUCAS | Aantal meetlocaties | ~200 (2009), 100 -200 (2015, 2018), 875 (2022) |
| | Metingen | Set aan fysische en chemische bodemeigenschappen, sinds 2018 uitgebreid met nabij infrarood metingen en biologische eDNA analyses en bulkdichtheid op een deel van de monsters. Meetset wordt per campagne aangepast |
| | Steekproefontwerp | Gestratificeerd random steekproefontwerp binnen de LUCAS punten, ontwerp aangepast in 2018 |
| | Cyclus of meetjaren | 2009, 2015, 2018, 2022 |
| | Landgebruik | Onderdeel van de LUCAS land use monitoring. Alle landgebruiken vertegenwoordigd, maar nadruk op agrarisch landgebruik |
| | EU rapportage | Data zijn de basis voor 'EUSO Soil Degradation Dashboard' (EUSO, |

| Meetnet | Eigenschap | Details |
|----------|---------------------|--|
| | | 2025), EU bijdrage aan FAO Status of World Soil Resources (FOA en ITPS 2015), 'Gap filling' data-laag voor EU rapportages |
| NBI | Aantal meetlocaties | Ci. 3500 (2022) |
| | Metingen | Boom- en bouseigenschappen, bodemprofielen (NBI8) |
| | Steekproefontwerp | Raster gebaseerde steekproef, met 1 punt per 100 hectare |
| | Cyclus of meetjaren | Vanaf 2017 om de vijf jaar |
| | Waar bemonsterd? | Door heel Nederland, in bos |
| | EU rapportage | LULUCF verordening EU 2018/841 (EU, 2018) |
| pMNS | Aantal meetlocaties | 220 bodems en 260 waterbodems |
| | Metingen | Chemische stoffen (ci. 200) in bodemmonsters |
| | Steekproefontwerp | Gestratificeerd aselekt op basis van landgebruik en bodemtype |
| | Cyclus of meetjaren | 2024 (eenmalig) |
| | Waar bemonsterd? | Door heel Nederland, in bebouwd gebied, landbouw en natuurgebieden |
| | EU rapportage | Geen |
| SoilProS | Aantal meetlocaties | Ci. 300 |
| | Metingen | Brede set aan fysische, chemische en biologische bodemeigenschappen |
| | Steekproefontwerp | Tien bodemeenheden, daarbinnen selectie van meetlocaties waarbij aantallen evenredig zijn aan de totale oppervlakte van de bodemeenheden |
| | Cyclus of meetjaren | 2024 (eenmalig) |
| | Waar bemonsterd? | Door heel Nederland, in akkerland en grasland |
| | EU rapportage | Geen |

Onderstaande paragrafen geven in alfabetische volgorde een overzicht van bestaande meetnetten en hun mogelijkheden en uitdagingen om deze meetnetten te koppelen of op een andere manier te gebruiken in het monitoringsontwerp in het kader van de richtlijn bodemmonitoring. De volgende onderwerpen worden per meetnet waar relevant besproken:

- Steekproefontwerp en meetlocaties,
- Relevantie van metingen en meetmethoden,
- Mogelijkheid tot meenemen van historische data, en,
- Overige synergievoordelen.

3.3.1

CC-NL

Achtergrond en doelstellingen

CC-NL¹¹ is een landelijk meetnet uitgevoerd in opdracht van het ministerie van LNV. Met de Tweede Kamer is afgesproken dat via dit meetnet iedere 5 jaar wordt gemonitord hoe het staat met het de afspraak uit het Klimaatakkoord dat vanaf 2030 jaarlijks 0,5 Mton extra CO₂-equivalent in minerale landbouwbodems wordt vastgelegd en het duurzaam beheer van landbouwbodems.

De koolstofvoorraad in de bodem van Nederland werd rond 1998 bepaald aan de hand van bemonsteringgegevens van 1392 locaties van de Landelijke Steekproef Kaartenheden (LSK) (Finke et al., 2001). In 2018 gaf het toenmalige ministerie van LNV opdracht om de dataset te actualiseren met het oog op komende klimaatrapportages (2020 – 2030). Met dit doel is in 2018 een nieuwe meetcampagne door WENR, onderdeel van WUR, en Eurofins uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn gebruikt om de koolstofvoorraad in de bodem in Nederland te meten en de verandering van deze voorraad te berekenen over de periode 1998 – 2018 (Knotters et al., 2022; van Tol-Leenders et al., 2019). Daarnaast zijn de resultaten van dit meetnet gebruikt voor de Nederlandse LULUCF rapportage aan Europa. In 2018 werden de bodemmonsters geanalyseerd op een uitgebreidere set aan bodemparameters. Deze analyse resulteerde in een rapport over de staat van Nederlandse landbouwbodems in 2018 (van den Elsen et al., 2020). In 2024 is een nieuwe meetronde geweest met als doel de huidige koolstofvoorraad en de bodemkwaliteit in Nederlandse bodems en de veranderingen te bepalen. De resultaten van deze tweede meetronde worden verwacht in 2026 (van Tol-Leenders et al., 2026, in voorbereiding).

Steekproefontwerp en meetlocaties

Het steekproefontwerp van CC-NL bouwt voort op de locaties en steekproefopzet van de LSK die in 1998 werd uitgevoerd om de Nederlandse bodemkaart te valideren. Dit steekproefontwerp van CC-NL en de gekozen strata zijn gebaseerd op bodemtype en grondwatertrap (grondwatertrap is een indeling die een beeld geeft van de hydrologische eigenschappen van een bodem op basis van de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand of grondwaterspiegeldiepte). Binnen deze strata zijn aselect monsterlocaties bepaald. De gebruikte bodemkundige klassen (o.b.v. 14 hoofdeenheden) en grondwatertrappen (14 strata o.b.v. verschillende combinaties van 8 grondwatertrappen) zijn gedetailleerd. Hierdoor liggen de bemonsteringslocaties goed verspreid over de bodemkundige en hydrologische bodemeigenschappen van Nederland en in zowel landbouw- als in natuurgebieden.

Het steekproefontwerptype (namelijk een gestratificeerde aselecte steekproef) voldoet aan de eis van de richtlijn. Vanwege het verschil in strata (de richtlijn vereist data strata niet alleen op bodemtype maar ook op basis van landgebruik worden bepaald) is verdere analyse nodig om vast te stellen hoeveel van de CC-NL punten kunnen worden opgenomen in het nieuw te vormen bodemmonitoringsnetwerk. Dit is

¹¹ <https://research.wur.nl/en/projects/cc-nl-bo-4310-003-015/>

ook afhankelijk van de bodemeenheden die gekozen gaan worden in de implementatie van de richtlijn.

In 2024 werden in totaal 2012 punten geloot waarvan er 645 in akkerland lagen, 922 in grasland, 153 punten in natuur, 225 punten in bos en 67 punten een ander landgebruik hadden. Landgebruik is niet gebruikt als strata-variabelen, wat wel een vereiste is vanuit in de richtlijn. Het aantal CC-NL punten en de spreiding is echter voldoende om de resultaten met voldoende betrouwbaarheid te rapporteren per (hoofd)landgebruiksklasse zoals gebruikt in de LULUCF indeling (Teuling et al. 2026, in voorbereiding). Daarnaast blijkt uit een andere analyse van alle descriptoren die in CC-NL 2024 zijn gemeten dat de variatie vaak afhankelijk is van zowel bodemtype als landgebruik, en dat de variatie in sommige descriptoren met name afhankelijk is van bodemtypen (met name een aantal fysische descriptoren, zoals bulkdichtheid) (Matson et al., 2026, in voorbereiding). Uit deze analyse blijkt ook dat voor bijvoorbeeld fosfaat juist landgebruik sterk bepalend is, terwijl voor biologische indicatoren een combinatie van bodemtypen en landgebruik het meest bepalend voor de variatie.

Metingen

In CC-NL 2024 is per locatie een brede set van meer dan 40 biologische, chemische en fysische descriptoren gemeten op basis van BLN 1.0 (Hanegraaf et al., 2019) en de vorige CC-NL. Ook is daarbij rekening gehouden met de toen bekende lijst aan descriptoren in de richtlijn bij het opstellen van de te meten descriptoren, met uitzondering van organische verontreinigingen, zie Tabel 3. De lijst met gemeten descriptoren is deels een uitbreiding ten opzichte van de eisen van de richtlijn. Er worden bijvoorbeeld meerdere descriptoren en meetmethoden voor organisch koolstof gebruikt en aanvullende chemische parameters als kalistatus gemeten. Andere vanuit de richtlijn vereiste descriptoren, bijvoorbeeld bodemverontreiniging en bodemerosie, zijn niet gemeten. Overlappende indicatoren worden volgens de referentiemethoden van de richtlijn gemeten. Met het bemonsteringsprotocol is aangesloten bij het bovengrond-bemonsteringsprotocol van LUCAS. De meetdieptes zijn zowel de bovengrond (0-30 cm) als de ondergrond (30-100 cm). De meetdieptegrens van 30 cm komt overeen met de in de richtlijn gesuggereerde minimumdiepte voor ondergrondmonsters.

Overige kansen en uitdagingen

Het CC-NL meetnet bemonsterde in twee meetrondes in 2019 en 2024 op ongeveer 1100 en 1800 locaties, respectievelijk. Daarnaast zijn in 1998 in de LSK naast organische koolstof ook andere bodemeigenschappen gemeten. Dit maakt trendanalyses voor veel fysische en chemische bodemeigenschappen mogelijk over de afgelopen 25 jaar.

De data die is verzameld in LSK 1998, CC-NL 2018 en CC-NL 2024 zijn allemaal door WENR opgeslagen. In CC-NL is met LVVN en de grondeigenaren afgesproken dat de data die is verzameld niet openbaar wordt gemaakt, in verband met privacy en het herhaaldelijk terugkeren op de locaties. Deze afspraken hebben er mede voor gezorgd dat in 2024 88% van de vooraf bepaalde meetpunten zijn bemonsterd. Het

niet openbaar beschikbaar komen van deze data kan mogelijk op gespannen voet staan met ander nuttig gebruik van deze informatie.

Naast de data zijn alle monsters die in de CC-NL bemonsterings-campagne in de jaren '90, 2018 en 2024 zijn genomen door WENR bewaard in haar grondmonsterarchief. Deze archieven kunnen mogelijk gebruikt worden voor de ontwikkeling van transferfuncties en het evalueren van nieuwe meetmethodes.

Samenvattend biedt CC-NL duidelijke koppelkansen wat betreft steekproefontwerp-type, de aantallen en (landelijke) spreiding van locaties en meetprotocollen en metingen. Daarnaast biedt CC-NL duidelijke mogelijkheden voor het meenemen van historische data, de ontwikkeling van transferfuncties en het vaststellen van benodigde steekproefomvang. Wel is het steekproefontwerp anders dan voorgeschreven volgens de richtlijn, dus zal verder onderzocht moeten worden wat dit betekent voor het meenemen en al dan niet selecteren van (aanvullende) bemonsteringslocaties.

3.3.2 *Integrale Milieumonitoring in Natuur (IMN)*

Achtergrond en doelstellingen

Het meetnet Integrale Milieumonitoring in Natuur (IMN)¹² is een meetnet in opdracht van het ministerie van IenW wordt uitgevoerd door het RIVM. IMN is een meetnet dat in het kader van verplichtingen voortkomend uit de NEC-richtlijn ('National Emission reduction Commitments') (EU, 2016), zowel lucht, water, bodems, als vegetatie, in natuurgebieden monitort. Het onderzoekt onder andere hoe groot de effecten zijn van luchtvervuilende stoffen (zoals stikstofverbindingen) op bodemecosystemen op 14 locaties in zeven Natura 2000-gebieden. De integrale aanpak betekent dat tegelijkertijd op dezelfde locatie metingen plaatsvinden in de hierboven genoemde compartimenten.

Metingen en meetlocaties

Onder bodemmetingen vallen parameters die te maken hebben met nutriëntenstatus. De frequentie van de metingen voor bodem is eens in de vier jaar. Er is enige overlap in gemeten bodemdescriptoren tussen IMN en de vereisten vanuit de richtlijn, bijvoorbeeld stikstof, fosfor, zuurgraad (pH), SOC (bodemkoolstof) en CEC ('Cation Exchange Capacity'). De manier waarop de monitoring is opgezet wijkt af van vereisten vanuit de richtlijn. IMN is namelijk bedoeld om lokaal inzicht te geven in de toestand van de veertien geselecteerde meetlocaties en niet om een landsdekkend beeld te geven van de bodemkwaliteit; natuurgebieden zijn zo geselecteerd dat van alle veelvoorkomende habitattypen in Nederland minimaal één representant is. Er is dus geen steekproefontwerp volgens de vereiste van de richtlijn bodemmonitoring.

Overige kansen en uitdagingen

Er zijn mogelijk wel synergievoordelen te behalen door IMN op de cyclus van de monitoring in het kader van de richtlijn aan te sluiten en de bemonsteringslocaties mee te nemen in het nieuwe ontwerp. Vanwege de integrale opzet van IMN zouden meetwaarden van de bodem dan in

¹² <https://www.rivm.nl/stikstof/registreren-meten-berekenen/meten/integrale-milieumonitoring-natuur>

relevante context –in relatie tot parameters gemeten in lucht, water en vegetatie – geïnterpreteerd kunnen worden. IMN kan daarmee mogelijk relevant systeeminzicht geven.

Samenvattend zijn er koppelmogelijkheden van het meetnet IMN met de richtlijn, maar door het geringe aantal IMN-meetlocaties zal het IMN in beperkte mate inzicht kunnen geven in de bodemgezondheid van natuurgebieden in Nederland. Daarentegen is wel voordeel te behalen door meetlocaties te laten overlappen om zo extra informatie uit lucht, water en vegetatie aan de meetwaarden van bodemindicatoren te koppelen en zo veranderingen in meetwaarden beter te kunnen duiden, inclusief meethistorie.

3.3.3 *Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) en Bodembologisch indicator (BoBI)*

LMB

Het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit (LMB) was een meetnet dat in 1993 van start ging en uitgevoerd werd door het RIVM en TNO (Wattel-Koekkoek et al. 2013) in opdracht van het toenmalige ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM). Het is oorspronkelijk opgezet om een landelijk beeld te geven van de verandering van concentraties van verontreinigende stoffen in de bodem en omvatte in totaal 200 bemonsteringslocaties verdeeld over tien unieke combinaties van landgebruik en bodemtype. De focus lag daarbij op agrarisch landgebruik. De locaties zijn geselecteerd op basis van een gestratificeerde aselechte steekproef. De stratificatie was op basis van combinaties van bedrijfstype en landgebruik.

In het LMB vond de bemonstering plaats op bedrijfsniveau (voor agrarisch landgebruik) of perceelsniveau (voor bos op zandgrond). Per locatie werd een mengmonster samengesteld van 320 steken van de gehele locatie. Monsters werden geanalyseerd op onder andere, organische stofgehalte, pH, lutumgehalte, nutriënten, (zware) metalen en diverse organische verontreinigen waaronder polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs), polychloorbifenylnyl (PCBs) en pesticiden. Na drie meetrondes (1993-1997, 1999-2003, 2003-2010) ging het LMB op in het Bodembologisch Indicatorsysteem (BoBI).

BoBI

Het BoBI was een meetnet dat bestond uit een samenwerking tussen het RIVM, het voormalige Alterra (het huidige WENR) en het Louis Bolk Instituut. Het had als doel om de toestand en trends van de bodembiodiversiteit in beeld te brengen (Schouten et al., 1997). Het werd in 1999 opgezet en haakte aan bij het LMB waarbij voor een deel van de locaties een uitgebreide set aan bodembologische indicatoren werden gemeten. Dat ging, naast veel van de bodemeigenschappen gemeten in het LMB, om gegevens over de diversiteit (aantallen en samenstelling) van bodemorganismen (regenwormen, potwormen, nematoden, mijten en springstaarten) en bodemprocessen (o.a. enzymactiviteit, mineralisatie-snelheid). Na het samengaan met het LMB in 2010 heeft BoBI nog een meetronde uitgevoerd (2011-2014) waarna het werd opgeheven.

Kansen, uitdagingen en lessen

Het LMB en BoBI hebben samen een unieke dataset opgeleverd met gegevens over fysische, chemische en biologische bodemeigenschappen in Nederland verzameld over een periode van twintig jaar. De dataset die LMB en BoBI hebben opgeleverd kan mogelijk gebruikt worden bij het ontwerpen van de steekproef voor de monitoring voor de richtlijn. Veder is de relevantie van het LMB en BoBI voor de monitoring in het kader van -de richtlijn is te vinden in de geleerde lessen. Een evaluatie van de eerste twee meetrondes van het LMB en de eerste meetronde van het BoBI zijn eerder gepubliceerd (Schouten et al, 2001; Spijker et al. 2009). Een evaluatie van het volledige BoBI meetnet zal in een toekomstige publicatie beschreven worden (verwacht in 2026). Enkele van de geleerde lessen uit Spijker et al. (2009) worden hieronder nog kort benoemd.

Allereerst is dat de bevinding dat landelijke monitoring een belangrijke thermometerfunctie kan hebben om de gesteldheid van de bodem te kunnen onderzoeken (Spijker et al. 2009). Daarnaast vormde het LMB en het BoBI een platformfunctie waarin op verschillende manieren en niveaus werd samengewerkt. Een goed lopende infrastructuur biedt waardevolle mogelijkheden om in te spelen op nieuwe bodembedreigingen en kansen, uitdagingen en ontwikkelingen in de bodemgesteldheid te kunnen volgen. Met het beëindigen van het LMB en BoBI verdween ook de opgebouwde infrastructuur van samenwerkende partijen en meetlocaties waardoor het lastiger werd om vragen te beantwoorden over de verspreiding van nieuwe opkomende verontreinigende stoffen, zoals PFAS, of de algemene gesteldheid van de bodem. Na beëindigen van het LMB en BoBI zijn in de jaren daarna meerdere landelijke meetnetten of meetcampagnes opgezet om aan beleidsvragen te kunnen beantwoorden, denk aan PFAS-monitoring (Wintersen et al, 2020), de pilot niet-genormeerde stoffen (pMNS) en CC-NL. Dit onderstreept het belang van nationale bodemmonitoring.

Verder hebben LMB en BoBI laten zien dat het essentieel is om data goed toegankelijk te ontsluiten (Spijker et al, 2009). In het geval van deze meetnetten was de ontsluiting van de monitoringsgegevens beperkt, door de strenge voorwaarden aan de openbaarheid ervan, wat mogelijk ook de bruikbaarheid voor beleid en onderzoek heeft verminderd. Ook was de zichtbaarheid van de bredere toepassing van de LMB-data in onderzoek en relevantie daarvan voor diverse beleidsterreinen bij beleidsmakers niet altijd duidelijk (Spijker et al, 2009), ondanks dat de data van LMB en BoBI gebruikt zijn in meer dan 100 wetenschappelijke rapporten en publicaties. De beperkte zichtbaarheid van het belang bij beleid heeft mogelijk bijgedragen aan het opheffen van het LMB. LMB en BoBI lieten ook zien dat het belangrijk is om de beleidsrelevante resultaten snel beschikbaar te maken. Een geschikte data-infrastructuur moet daarom vanaf het begin van de monitoring beschikbaar zijn zodat de resultaten efficiënt verzameld en gebruikt kunnen worden.

Daarnaast bleek uit de ervaringen met de meetnetten het belang van consistente meetmethoden en het opzetten van bodemmonsterarchieven (bodemmonsters). Veel bodemprocessen verlopen langzaam waardoor veranderingen pas op de langere termijn

zichtbaar worden. Dit betekent dat de monitoring langdurig en op een consistente manier moet worden uitgevoerd. Door wijzigingen in de meetmethoden tussen de eerste en derde ronde van het LMB konden sommige parameters niet betrouwbaar vergeleken worden (Wattel-Koekkoek et al 2012). Dit onderstreept het belang van bodemarchieven die het mogelijk maken om de resultaten van verschillende meetrondes te vergelijken, ook wanneer meetmethoden veranderen, wat bij langlopende monitoring onvermijdelijk is.

Samenvattend, de ervaringen met LMB en BoBI laten zien dat een landelijke bodemmonitoring cruciaal is voor effectief bodembeleid en het inspelen op nieuwe uitdagingen. Daarnaast kunnen de data van LMB en BoBI nu ook nog gebruikt worden bij het bepalen van benodigde steekproefgrootte voor de monitoring volgens de richtlijn en kan met name BoBI gebruikt worden als basis voor ontwerp van bodembioologische monitoring.

3.3.4 *Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM)*

Achtergrond en doelstelling

Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM)¹³ is een meetnet uitgevoerd in opdracht van het ministerie van LNV en is een samenwerking tussen Wageningen Social & Economic Research (WSER) en het RIVM. Het LMM bestaat sinds 1992. Binnen het meetnet wordt de (grond)waterkwaliteit één tot vier keer per jaar gemeten bij in totaal 450 deelnemende landbouwbedrijven door het nemen en analyseren van watermonsters genomen van uitspoelingswater (bodemvocht, grondwater en drainwater), slootwater en greppelwater. Ook wordt de landbouwpraktijk (bijvoorbeeld bemesting en nutriëntenoverschotten) gemonitord. Met het LMM wordt onderzocht of het Nederlandse mestbeleid (volgend uit de Meststoffenwet) goed werkt. De resultaten worden ook gebruikt voor de rapportage in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn en tot 2026 om te voldoen aan de derogatie-eisen die Nederland tot 2026 had voor de Europese Nitraatrichtlijn.

Steekproefontwerp en meetlocaties

Het LMM is ontworpen om een representatief beeld te geven van de waterkwaliteit op landbouwbedrijven op regioniveau en vertegenwoordigt in totaal meer dan 85% van het landbouwareaal in Nederland. Er worden geen bodemmonsters en metingen uitgevoerd zoals gevraagd in de richtlijn. Bedrijven worden bij voorkeur geselecteerd uit het Farm Accountancy Data Network (FADN), wat weer een aselechte gestratificeerde steekproef is uit de landbouwtelling op basis van bedrijfstype en economische omvang (Negash et al. 2024). Bedrijven in het LMM worden aanvullend geselecteerd op basis van grondsoortregio (vier hoofdgrondsoortregio's: zand, klei, veen en löss). De indeling van grondsoortregio's komt overeen met de minimale eisen die de richtlijn stelt wat betreft het gebruik van bodemtype bij het definiëren van bodemeenheden. Echter, het LMM omvat enkel agrarisch landgebruik. De steekproefeenheid is het agrarisch bedrijf waarbij de bemonstering van het uitspoelingswater plaatsvindt op bedrijfsniveau, met in totaal 16 monsters per bedrijf. De selectie van de 16 monsterpunten op het bedrijf vindt gestratificeerd plaats op basis van

¹³ <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid>

perceelgrootte. Omdat het LMM als doel heeft om enkel representatief te zijn voor agrarische bedrijven wijkt het qua ontwerp af van de eisen van de richtlijn. Dit betekent dat een eventuele uitbreiding van het LMM waarin ook bodemmonsters worden verzameld voor gebruik in het kader van de richtlijn, slechts van een selectie van bodemeigenschappen in combinatie met landgebruikstypes een representatief beeld kan geven.

Overige kansen en uitdagingen

Argumenten om de monitoring in het kader van de richtlijn aan te sluiten bij het LMM zijn dat het meetnet al een langlopende en efficiënt ingerichte monitoringsinfrastructuur heeft waarin (meer)jaarlijks op dezelfde bedrijven monsters worden genomen. Aansluiting van de richtlijn bij het LMM biedt daarmee efficiëntievoordelen. Daarnaast zijn de resultaten van de metingen aan de bodem (bijvoorbeeld het gehalte organische koolstof en stikstof in de bodem en bodembioologische diversiteit) ook relevant voor agrariërs zelf en bieden bodemmetingen mogelijk een meer volledig beeld van de impact van mestbeleid op het water-bodemsysteem.

Een ander duidelijk voordeel van koppeling met het LMM is dat bodemgezondheidsgegevens verbonden kunnen worden met (langlopende) waterkwaliteits- en bedrijfsgegevens. Dit maakt het mogelijk om meer context te bieden bij de verzamelde bodemgezondheidsgegevens en deze te relateren aan bedrijfsvoering. Voor de bemonstering van bodemmonsters op LMM-bedrijven voor gebruik in het kader van de richtlijn bodemmonitoring moet toestemming gevraagd worden bij desbetreffende landeigenaren en -beheerders. Mogelijk is dergelijke toestemming gemakkelijker te verkrijgen binnen het al langlopende LMM dan wanneer een volledig nieuwe steekproef voor de richtlijn wordt genomen. Immers moeten landeigenaren in Nederland toestemming geven voor monitoring van hun gronden.

Samenvattend, het LMM biedt koppelkansen met name in het gebruik van bestaande infrastructuur, toegang tot agrarische gronden en de mogelijkheid om bodemgezondheidsgegevens te kunnen koppelen aan waterkwaliteits- en bedrijfsgegevens. De steekproefopzet wijkt echter af van de eisen van de richtlijn.

3.3.5 *Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG)*

Achtergrond en metingen

Met het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit¹⁴ wordt op landelijk niveau de grondwaterkwaliteit gemeten. Dit gebeurt sinds 1978 door het RIVM in opdracht van het ministerie van IenW. Het meetnet bestaat uit 350 vaste locaties verspreid over heel Nederland. De meetlocaties komen voor in verschillende bodemtypen (zoals zand, klei, veen, löss), landgebruikstypen (zoals natuur, landbouw, bebouwd gebied) en hydrologische situaties (nat, droog, kwel) die aanwezig zijn in Nederland. Op deze locaties worden via vaste putten grondwatermonsters genomen en geanalyseerd op gehalten van diverse macronutriënten (o.a. nitraat, sulfaat, kalium, calcium, fosfor, ijzer) en zware metalen (o.a. aluminium, cadmium, nikkel, koper en lood). De

¹⁴ <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-grondwaterkwaliteit>

meetfrequentie is afhankelijk van hoe snel verandering in kwaliteit wordt verwacht, en varieert tussen jaarlijks (ondiepe zandgebieden) en iedere vier jaar (middeldiep en in klei en veengebieden). Het is zo ontworpen dat de resultaten een representatief beeld geven van de grondwaterkwaliteit in Nederland. De gegevens die met het LMG worden verzameld worden onder andere gebruikt in rapporten over de grondwaterkwaliteit, in de Nitraatrapportage aan de EU en in rapporten voor de Kader Richtlijn Water, zoals bij de trendanalyse van de chemische grondwaterkwaliteit.

Kansen en uitdagingen

Het LMG heeft een langlopende en efficiënte monitoringsinfrastructuur. Dit biedt mogelijkheden om bij aan de sluiten voor de monitoring volgens de richtlijn. De resultaten van het LMG kunnen daarnaast mogelijk benut worden voor interpretatie van de gehalten aan verontreiniging in de bovengrond en risico's voor uitspoeling naar het grondwater.

Wat betreft integratie van de meetlocaties van het LMG lijken de koppelmogelijkheid voor monitoring in het kader van de richtlijn beperkt. LMG meet natuurlijk in de eerste plaats grondwater wat niet relevant is voor de monitoring volgens de richtlijn. Daarnaast zijn ook de meetlocaties zelf beperkt relevant. Dit komt doordat de precieze locaties van de grondwaterputten vaak (deels) om praktische redenen zijn gekozen, bijvoorbeeld dicht bij een weg of in een berm zodat de put goed bereikbaar is. Dit is nodig omdat de putten regelmatig bezocht worden. Voor de doelstellingen van het LMG is dit geen probleem omdat het meetnet representatief is voor de ondergrond (dieper dan ~5 meter) en niet voor de bovengrond. Omdat de monitoring het kader van de richtlijn bodemmonitoring wel representatief moet zijn voor de bovengrond zijn de meetlocaties van het LMG hiervoor slechts beperkt bruikbaar. Daarnaast zijn ook praktische uitdagingen te verwachten. Bijvoorbeeld de toestemmingverlening voor het nemen additionele monsters en uitdagingen die te maken hebben met de logistiek van het combineren van LMG monsters en additionele bodemmonsters.

Samenvattend, omdat de grondwatermonsters zelf niet relevant zijn voor de monitoring volgens de richtlijn en de meetlocaties waarschijnlijk niet representatief zijn voor de bovengrond zijn er weinig mogelijkheden om LMG te koppelen aan monitoring volgens de richtlijn. Wel biedt het LMG mogelijkheden om relaties tussen bovengrondse bodemgezondheid en grondwaterkwaliteit te onderzoeken.

3.3.6

LUCAS Soil

Achtergrond en doelstellingen

LUCAS Soil¹⁵ is een Europees meetnet voor bodemeigenschappen wat is gestart door de Europese Commissie in 2009. Het bouwt voort op (het netwerk van) de LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey) EU landgebruiksmonitoring die al langer plaatsvindt. De bodemmodule is hier aan toegevoegd en het ontwerp door Eurostat heeft daardoor als startpunt de ruim 250.000 landgebruiksmonitoringslocaties van LUCAS. Het doel van het netwerk is een geharmoniseerde Europese dataset van

¹⁵ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/lucas>

belangrijkste bodemeigenschappen van de bovengrond te verzamelen. De data wordt gepubliceerd op de website van de 'European Soil Data Centre' (ESDAC)¹⁶ wat wordt beheerd door DG JRC (Joint Research Centre), het wetenschappelijke instituut van de Europese Commissie

Steekproefontwerp en meetlocaties

De eerste meetronde is gehouden in 2009, met daarna 2012 (aanvullende deelmeetronde op 2009), 2015, 2018, 2022. De volgende meetronde zal naar verwachting in 2027 plaatsvinden. De eerste 3 meetrondes (2009/2012, 2015, 2018) bevatten ongeveer 20.000 meetpunten over heel Europa. In 2022 is dit (eenmalig) opgehoogd naar ongeveer 40.000 meetpunten. Voor Nederland zijn in 2009 ongeveer 200 meetlocaties bemonsterd en gemeten. Dit aantal nam af tot ongeveer 100 in 2018. Daarbij zijn in 2015 en 2018 een aantal regio's en bodemtypen in Nederland niet of nauwelijks bemonsterd. In 2022 zijn ongeveer 875 meetpunten bemonsterd in Nederland. Voor 2027 zijn vooralsnog 150-200 punten gepland in Nederland. Alle landgebruiken worden bemonsterd, maar het meetnet heeft een bias naar akkerland.

Het steekproefontwerp van LUCAS Soil is aangepast per meetronde, waarbij in de eerste campagnes meer herhalingspunten zaten (90% van het totaal) dan in de latere campagnes. Punten worden per meetronde aselekt geloot binnen landgebruiks- en geografische strata uit de 250.000 landgebruiksmonitoringpunten van de LUCAS survey. Meer informatie over het steekproefontwerp wordt gegeven in (Jones et al., 2021) en hoofdstuk 4.1.2 in (van Egmond et al., 2021).

Veldprotocollen en metingen

De veldprotocollen, ontwerp en uitvoering zijn goed beschreven en beschikbaar. Het veldprotocol van LUCAS Soil is sterk vergelijkbaar met het veldprotocol van CC-NL. Per meetcampagne worden alle monsters geanalyseerd in hetzelfde lab en het restant van alle monsters wordt in het grondmonsterarchief van JRC in Ispra, Italië opgeslagen. Op aanvraag zijn deze monsters beschikbaar voor verder onderzoek. Het gebruik van één lab per campagne beperkt de labfout of labonzekerheid in de dataset. Iedere campagne worden de te meten bodemeigenschappen geëvalueerd en worden nieuwe bodemeigenschappen toegevoegd of weggelaten.

Recente toevoegingen zijn bodembiodiversiteit, en bulkdichtheid, maar ook Near Infrared (NIR) metingen (vanaf 2018). Een aantal metingen is niet iedere campagne meegenomen omdat wordt aangenomen dat deze niet snel veranderen. Dit betekent wel dat een trendanalyse op deze bodemeigenschappen niet of slechts beperkt mogelijk is. Ook is de meetdiepte in de campagne van 2022 aangepast van 0-20 cm naar 0-30 cm om aan te sluiten bij de IPCC meetdiepte. Dit betekent dat hiervoor gecorrigeerd moet worden bij een trendanalyse. Dit zal een fout of onzekerheid opleveren en niet altijd goed mogelijk zijn. In 2027 wordt de radius van de subsamples per bemonstering aangepast van 2 naar 4 meter.

¹⁶ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/>

Omdat de opzet, veldprotocollen, lab-methodes en lab consistent zijn voor heel Europa, dus landsgrens overstijgend, is dit een unieke dataset en meetnet die zowel voor de wetenschap veel meerwaarde heeft, als kan dienen als de facto standaard in veldprotocollen en labmethodes voor andere meetnetten/monitoringsnetwerken met een beperktere dekking, zoals nationale meetnetten. Wel zijn er aanzienlijke verschillen in lab-methoden tussen de nationale bodemmeetnetten en LUCAS Soil, maar ook tussen de nationale bodemmeetnetten (Mason et al., 2025).

Ook zijn in de tijd een aantal aanpassingen gedaan (meetdiepte, bodemeigenschappen, lab-methode) en bestaat een bias in landgebruik waardoor correcties toegepast moeten worden bij een vergelijk in de tijd, en met resultaten van andere meetnetten. Het ontwerp is tot op zekere hoogte vergelijkbaar met de eisen van de richtlijn, en nader onderzoek zal moeten uitwijzen hoeveel van de LUCAS Soil punten in Nederland kunnen worden gebruikt voor het nieuw in te richten monitoringsontwerp.

Samenvattend, LUCAS Soil is een unieke meetset, met name vanwege de harmonisatie op Europees niveau en de daaraan gerelateerde rol van de facto standaard. Ook zal LUCAS Soil zich aanpassen aan de eisen in de richtlijn. Wel is het aantal gemeten punten in Nederland wisselend en zullen correcties moeten worden toegepast, onder andere vanwege de bias naar agrarisch landgebruik en de wisselingen in protocollen en metingen in de tijd.

3.3.7 *Nederlandse Bosinventarisatie (NBI)* *Achtergrond en doelstellingen*

De Nederlandse Bosinventarisatie (NBI)¹⁷ is een meetnet in opdracht van het ministerie van LNV dat wordt uitgevoerd door een consortium geleid door WENR (de andere consortiumpartners zijn Probos, Borgman Beheer Advies, Bureau voor Natuur). De NBI heeft als doel om een representatief beeld te verkrijgen van de toestand van bossen in Nederland en trends in de tijd te monitoren. Vanaf 2017 vindt de inventarisatie iedere vijf jaar plaats. De zevende meetronde (2017-2021) omvatte meer dan 3500 steekproefpunten. Op elke meetlocatie worden kenmerken als diameter van de bomen, boomsoort en stamkwaliteit opgenomen. In de huidige meetronde (NBI8, 2022-2026) is het meetnet uitgebreid met de opname van bodemprofielen.

Metingen en meetlocaties

In het kader van de Natuurherstelverordening zal de volgende meetronde (NBI9, 2027-2031) mogelijk verder uitgebreid worden en worden ook bodemmonsters verzameld en gemeten op het gehalte SOC. Deze uitbreiding biedt duidelijke koppelmogelijkheden voor de monitoring in het kader van de richtlijn. Een duidelijk voordeel is dat NBI al beschikt over een langlopend en efficiënt ingerichte bemonsteringsinfrastructuur waar mogelijk gebruik gemaakt van kan worden. Ook zijn langjarige data van de bovengrondse delen van bossen beschikbaar, wat in combinatie met bodemmetingen kan leiden tot nieuwe inzichten en systeembegrip. Zowel voor de bodem als voor de bosvegetatie en bosbeheer. Door de richtlijn bodemmonitoring en de

¹⁷ <https://www.wur.nl/nl/onderzoek/milieu-en-omgeving/nederlandse-bosinventarisatie>

NBI te koppelen wordt ook toegang verkregen tot bosgebieden van Nederland. Voorafgaand aan elke cyclus van de NBI wordt toestemming gevraagd aan alle boseigenaren met één of meerdere steekproefpunten in hun bezit. Hier wordt veel aandacht aan besteed, waardoor het toestemmingspercentage bijna 90% is.

De richtlijn schrijft onder andere metingen van het gehalte SOC voor. Mogelijk kunnen die metingen direct al gebruikt worden ten behoeve van verplichtingen vanuit de richtlijn, mits die worden uitgevoerd volgens de eisen van de richtlijn. Echter, naast SOC vereist de richtlijn een brede set aan bodemmetingen. Om NBI-metingen te laten aansluiten op de eisen vanuit de richtlijn is het noodzakelijk om ook deze aanvullende descriptoren te meten. Dit kan ook meerwaarde opleveren voor de NBI en bosbeheer in Nederland zelf.

Overige kansen en uitdagingen

Daarnaast is het relevant om te benoemen dat de NBI een doorlopend bemonsteringsschema heeft waarbij elk jaar een deel van de locaties bemonsterd wordt. Een dergelijk doorlopend ontwerp behoort tot de mogelijkheden volgens de richtlijn. Echter, de vijfjaarlijkse cyclus van monitoring van de NBI wijkt af van die van de zesjaarlijkse cyclus van de richtlijn bodemmonitoring. Afstemming in de tijd zal daarom een aandachtspunt zijn in de uitvoering. Omdat op dit moment niet wordt voorzien dat alle punten in de NBI op bodemeigenschappen bemeten gaan worden kan er ook voor gekozen worden om het deel waarvan wel bodemmonsters genomen worden in 1 of 2 jaar te concentreren. Aangezien de volgende meetronde van de NBI al in 2027 van start gaat zullen op vrij korte termijn de precieze koppelmogelijkheden verder onderzocht moeten worden.

Samenvattend, de NBI biedt door de omvang en de sterke representativiteit van bosgebieden en bovengrondse metingen waardevolle koppelmogelijkheden. Wel zal een uitbreiding van bodemdescriptoren die gemeten worden nodig zijn. Praktische uitdagingen zoals afwijkend ontwerp en monitoringcyclus dienen tijdig te worden opgelost aangezien de volgende NBI meetronde spoedig van start gaat.

3.3.8 *Pilot Monitoring Niet-genormeerde Stoffen (pMNS)*

Achtergrond en doelstellingen

De pilot Monitoring Niet-genormeerde Stoffen (pMNS) is een bodemmonitoringsproject uitgevoerd door het RIVM in opdracht van het ministerie van IenW. Het heeft als doel om achtergrondwaarden van niet-genormeerde chemische stoffen in Nederlandse bodems en waterbodems te bepalen om daarmee vast te stellen of sprake is van landelijke diffuse verontreinigingen. Deze doelstelling sluit aan bij een van de doelstellingen van de richtlijn bodemmonitoring, namelijk het in kaart brengen van diffuus verspreide bodemverontreiniging in Nederland.

Steekproefontwerp en meetlocaties

Op in totaal 220 locaties in heel Nederland zijn in 2025 bodemmonsters genomen in bebouwd gebied, landbouw en natuurgebieden. Daarnaast zijn op 260 locaties waterbodems bemonsterd. Waterbodems vallen

echter buiten de scope van de richtlijn. De locaties zijn bepaald op basis van een gestratificeerde aselechte steekproef waarbij strata bepaald zijn op basis van bodemtype (rivierklei, veen, zand en zeeklei) en landgebruikstypen (landbouw, natuur, bebouwd gebied en industrie). Deze opzet komt deels overeen met de eisen vanuit de richtlijn. Lössbodems zijn echter niet vertegenwoordigd en de gebruikte landgebruiksclassificatie is grover dan voorgesteld wordt in de richtlijn.

De omvang van de pMNS is beperkt tot 220 landbodemplots, vooral omdat het voor een pilot niet haalbaar was om voor een veel groter aantal locaties zoveel gecompliceerde en daardoor dure lab-analyses uit te voeren. De steekproefopzet volgt in grote lijnen de eisen vanuit de richtlijn (relevante strata en aselekt gekozen punten), hoewel de steekproefomvang beperkter is. Nadere analyse zal moeten uitwijzen hoeveel punten meegenomen kunnen worden in het nieuwe ontwerp. Door het meenemen van pMNS meetlocaties zou voor de gemeten chemische stoffen eerder tot trendanalyse gekomen kunnen worden.

Metingen

De bodemonsters worden geanalyseerd op de gehalten verschillende diffuus verspreide chemische stoffen zoals PFAS, gechlloreerde paraffines, glyfosaat en AMPA (een metabool van glyfosaat), polybromeerde difenylethers (PBDE) en pyrethroïden. In totaal gaat het om circa 200 individuele stoffen, maar niet op alle locaties worden alle chemische stoffen gemeten. De standaardonderzoekspakketten voor land- en waterbodemplots (Regeling Bodemkwaliteit, 2022), met onder meer metalen, PAKs en minerale oliën, zijn in alle monsters gemeten. De gemeten chemische stoffen zijn relevant voor de keuze voor de te meten stoffen voor de monitoring volgens de richtlijn.

Naast het gehalte organische stof en lutum zijn geen andere fysisch-chemische bodemdescriptoren gemeten. Wel worden in 2026 voor een groot deel van de bodemonsters de bacteriële en schimmelmicrobiocenosen in kaart gebracht door middel van metabarcoding.

De richtlijn vraagt om het vaststellen van een lijst van organische bodemverontreinigende stoffen. Ook binnen de pMNS heeft een dergelijke selectie plaatsgevonden op basis van PMT (Persistent, Mobiel, en Toxisch) en PBT (Persistent, Bioaccumulerend, en Toxisch) eigenschappen van stoffen en de (voorspelde) emissie en aanwezigheid van stoffen in het milieu. Dit komt overeen met de eisen die de richtlijn stelt in Artikel 7 lid 4. De ervaring en de resultaten van de pMNS kunnen daarmee leidend zijn bij de invulling van het bodemverontreinigingsgedeelte van de richtlijn bodemmonitoring. Het gaat hierbij zowel om inhoudelijke als praktische expertise. Daarnaast kunnen de achtergrondwaarden die afgeleid worden binnen pMNS mogelijk gebruikt worden bij het vaststellen van niet-bindende duurzame streefwaarden voor chemische stoffen zoals benodigd volgens de richtlijn.

Overige kansen en uitdagingen

pMNS data kunnen ook gebruikt worden om een inschatting te maken van de steekproefgrootte op basis van de variatie in diffuus verspreide chemische verontreiniging. Omdat binnen pMNS ook de bodemonsters

ingevroren zijn gearchiveerd biedt het ook mogelijkheden voor gebruik voor aanvullende, tussentijdse analytische bepalingen.

Daarnaast is bij het ontwerp rekening gehouden met beleidsdoelstellingen van de chemische bodemkwaliteit. Zo zijn bijvoorbeeld bebouwde gebieden met een hogere dichtheid bemonsterd en is de steekproefopzet ingericht om nationale landelijke achtergrondwaarden af te leiden. Deze achtergrondwaarden zijn nodig om normen voor het toepassen van grond en bagger te kunnen opstellen indien zou blijken dat in de SML gemeten stoffen landelijk diffuus worden aangetroffen. Het zou nuttig zijn om specifiek rekening te houden met dit type beleidsdoelstellingen op het gebied van chemische bodemkwaliteit bij het ontwerp van de monitoring in het kader van de richtlijn. Bijvoorbeeld door bebouwde gebieden in een hogere dichtheid te bemonsteren. Hierbij kan het ontwerp van pMNS een voorbeeld zijn. Voor de stoffen die op lijst C worden opgenomen is het waarschijnlijk mogelijk om de steekproef zo te kiezen dat het zowel een subset betreft van de bredere steekproef voor de richtlijn en dat deze subset overlapt of tenminste vergelijkbaar is met de steekproef van de pMNS.

Samenvattend, pMNS kan een belangrijke basis vormen voor de monitoring volgens de richtlijn, vooral op het gebied van bodemverontreiniging. pMNS is bruikbaar voor het selecteren van te meten stoffen, het bepalen van de steekproefgrootte en het afleiden van streefwaarden voor chemische stoffen. Uniek is dat pMNS ook monsters in bebouwde gebieden bevat. Een nadeel is dat het om eenmalige meting gaat op een beperkt aantal locaties, en dat vooral metingen van bodemverontreiniging zijn gedaan. Dit maakt de pMNS vooral bruikbaar als basis voor de metingen van stoffen die op lijst B en C worden opgenomen. Andere bodemdescriptoren zullen aanvullend bepaald moeten worden bepaald met de gearchiveerde monsters.

3.3.9

SoilProS

Achtergrond en doelstellingen

Soil biodiversity analysis for sustainable production systems (SoilProS)¹⁸ is een onderzoeksproject gefinancierd door de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en wordt van 2022 tot 2028 uitgevoerd door zes onderzoeksinstituten (NIOO-KNAW, WUR, UvA, UU, UT, HAS). Het heeft als doel om de biologische, chemische en fysische bodemeigenschappen in landbouwbodems door heel Nederland te meten en het koppelen van deze eigenschappen aan bodemfuncties. In totaal zijn ruim 300 locaties in graslanden en akkers op alle bodemsoorten eenmalig bemonsterd. SoilProS richt zich onder andere op het toetsen en ontwikkelen van bodemindicatoren met een focus op biologische indicatoren die gebruikt kunnen worden om bodemgezondheid te bepalen en handelingsperspectieven voor bodemgezondheidsmanagement te ontwikkelen.

Meetlocaties

SoilPros bepaalde meetlocaties niet door middel van een gestratificeerde aselecte steekproef zoals vereist in de richtlijn. In plaats daarvan deelde

¹⁸ <https://soilpros.nioo.knaw.nl/>

SoilProS Nederland eerst op in tien bodemeenheden op basis van hoofdbodemtypen, hoogtes en klimaatgegevens. Per bodemeenheid werden vervolgens locaties geïdentificeerd in akkerland en grasland waarbij het aantal bemonsterde percelen evenredig is aan de totale oppervlakte van de bodemeenheden. Voor graslanden zijn steeds sets van drie percelen (intensief, natuur-inclusief en half-natuurlijk) geselecteerd die op korte afstand van elkaar liggen op hetzelfde bodemtype. Omdat SoilProS ook gegevens over bodembeheermaatregelen heeft verzameld kunnen relaties gelegd worden tussen indicatoren van bodemgezondheid en bijvoorbeeld intensiteit van landgebruik.

Metingen

Op iedere locatie is een brede set aan chemische, fysische, en biologische parameters gemeten. Dit is deels een uitbreiding van de te meten bodemdescriptoren zoals verplicht binnen de richtlijn (met name biologische descriptoren) maar sommige verplichte bodemdescriptoren worden daarentegen niet in SoilProS gemeten (bijvoorbeeld pH en sommige zware metalen) (Tabel 1). Uniek aan SoilProS is dat op elke bemonsteringslocatie een uitgebreide set aan biologische indicatoren is gemeten. Daarbij werd gebruik gemaakt van zowel traditionele meetmethoden (microscopie determinatie) als metabarcoding (eDNA) om de diversiteit van nagenoeg alle hoofdgroepen van bodemleven in kaart te brengen. Hierdoor kunnen nieuwere op eDNA gebaseerde technieken (die in het algemeen sneller gemeten kunnen worden) gevalideerd en vergeleken worden.

De data van SoilProS kan mogelijk ook gebruikt worden om de meest relevante indicatoren (inclusief bodembioïecologie) te identificeren en hun variabiliteit te bepalen. Dit is momenteel onderdeel van lopend onderzoek binnen SoilProS. De ervaringen opgedaan in de bodembioïecologische monitoring (inclusief kostenraming) kunnen mogelijk gebruikt worden voor het ontwerp van de monitoring in het kader van de richtlijn bodemmonitoring.

Overige kansen

Omdat SoilProS ook informatie verzamelt over bodembeheer, en omdat de intensiteit van landgebruik een criterium is voor de selectie van meetlocaties, biedt SoilProS mogelijkheden om relaties te leggen tussen bodembeheermaatregelen en bodemeigenschappen. Dit kan mogelijk worden ingezet ter ondersteuning van lidstaten aan landeigenaren en –beheerders conform artikel 11 van de richtlijn.

Samenvattend, SoilProS biedt mogelijkheden voor monitoring in het kader van de richtlijn bodemmonitoring bij het selecteren van relevante biologische indicatoren, en het bepalen van de variabiliteit van bodemdescriptoren. Daarnaast kan SoilProS van waarde zijn voor de ondersteuning van landeigenaren bij het verbeteren van bodemgezondheid en de bodemveerkracht volgens de richtlijn.

Tabel 3 Overzicht van de verplichte of optionele bodemdescriptoren uit bijlage I van de richtlijn, en of deze wel of niet zijn gemeten in de geselecteerde meetnetten. In deze tabel zijn LMM, LMG en NBI niet opgenomen omdat deze meetnetten geen van de richtlijn bodemdescriptoren meten.

| Gevraagde of optionele bodemdescriptoren richtlijn bodemmonitoring | CC-NL (2024) | IMN | LMB (2010) | BoBI (2014) | LUCAS (2018) | pMNS | SoilProS |
|---|---------------------|------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
| Electrische geleidbaarheid | Ja | Nee | Nee | Nee | Ja | Nee | Ja ¹ |
| Concentratie SOC | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee | Ja |
| Bulkdichtheid (ondergrond en bovengrond) | Ja | Ja | Nee | Nee | Ja ¹ | Nee | Ja ^{1,3} |
| Verzadigde waterdoorlatendheid | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee |
| Luchtcapaciteit | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee |
| Extraheerbare fosfor | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee | Ja |
| Bodemerrosie | Nee | Nee | Nee | Nee | Ja ¹ | Nee | Nee |
| Bodemvochthoudend vermogen | Ja ¹ | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Ja ¹ |
| SOC-voorraden | Ja | Nee | Nee | Nee | Nee | Nee | Ja |
| Totaal stikstof | Ja | Ja | Ja | Ja ¹ | Ja | Nee | Ja |
| Zuurtegraad | Ja | Ja | Ja | Ja | Ja | Nee | Ja |
| Basenverzadiging | Ja | Ja | Ja ¹ | Nee | Ja | Nee | Nee |
| Zware metalen (12) | Ja ² | Nee | Ja ² | Ja ² | Ja ^{1,2} | Ja ² | Ja ² |
| Andere verontreinigingen | Nee | Nee | Ja | Ja | Ja ¹ | Ja | Nee |
| DNA metabarcoding schimmels en bacteriën | Ja ¹ | Nee | Nee | Nee | Ja ¹ | Ja ¹ | Ja |

¹ Niet op alle locaties

² Niet alle van de volgens de richtlijn verplicht te meten metalen

³ Op 5 en 25 cm diepte

3.4 Overige meetnetten en bodemonderzoek

Naast de hierboven genoemde landelijke meetnetten wordt er in Nederland ook op andere schaalniveaus bodemonderzoek uitgevoerd. Zo zijn er diverse provinciale bodemmeetnetten waaronder Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (Naus & van Uffelen, 2026), werken provincies aan het opzetten van monitoring in Natura-2000 gebieden en voeren gemeentes bodemonderzoek om chemische bodemkwaliteit te bepalen. De monitoring in het kader van de richtlijn kan mogelijk op verschillende manieren worden gekoppeld aan deze meetnetten en bodemonderzoeken. Het was buiten de scope van dit onderzoek om een uitputtend overzicht te maken van andere meetnetten en

bodemonderzoeken die in Nederland worden uitgevoerd, evenals de specifieke koppelmogelijkheden en uitdagingen hiervan te onderzoeken. Toch worden hieronder enkele mogelijkheden van bodemonderzoek beschreven waarmee bij de inrichting van de monitoring volgens de richtlijn rekening gehouden kan worden.

Als eerste provinciale meetnetten. Een eerste inventarisatie van provinciale meetnetten heeft geleid tot een kort en niet-uitputtend overzicht van hun kenmerken (zie bijlage II van dit rapport). Dit overzicht is gebaseerd op literatuur- en websiteonderzoek en een korte enquête binnen IPO (Interprovinciaal Overleg) in de zomer van 2025. Vanwege het grote aantal en de diversiteit van bodemmeetcampagnes en -onderzoeken in provincies was het niet mogelijk een uitputtend overzicht te maken of om per provincie en per meetset dieper op de details in te gaan. Uit een eerste analyse blijkt dat de provinciale meetnetten zeer sterk variëren in opzet: zowel wat betreft de meetfrequentie, de gemeten parameters, de doelstellingen, als de steekproefopzet. In sommige provincies zijn de locaties aselekt geselecteerd, terwijl in andere provincies de punten handmatig lijken te zijn gekozen. De richtlijn biedt mogelijkheden om de meetlocaties van andere meetcampagnes op te nemen ongeacht het ontwerp. Het is daarom aan te raden om in een vervolg op dit onderzoek, en afhankelijk van de keuzes in het implementatietraject met betrekking tot de doelen en de districten, de mogelijke koppelingskansen van provinciale meetnetten verder te onderzoeken. Daarbij kan qua vorm bijvoorbeeld gekeken worden naar de inrichting van meetnetten van grondwaterkwaliteit in Nederland, waarbij het landelijk meetnet (LMG zie 3.3.5) aangevuld wordt door provinciale meetnetten (Naus & van Uffelen, 2026).

Naast de provinciale meetnetten zijn ook andere relevante ontwikkelingen die belangrijke koppelkansen bieden voor het opzetten van de monitoring volgens de richtlijn. Een voorbeeld hiervan is loopt het 'Verbeterprogramma VHR-monitoring'. Dit programma heeft als doel om monitoring van Natura 2000-gebieden te versterken om zo de Vogel- en Habitatrichtlijn-doelen te halen. Binnen het programma worden onder andere handreikingen voor provincies voor monitoring van omgevingscondities in natuurgebieden ontwikkeld. Ook wordt gewerkt aan een data- en informatiesysteem voor het archiveren, harmoniseren en beschikbaar stellen van fysische, chemische en mogelijk biologische meetgegevens van bodem en oppervlakte. Wanneer de monitoringsnetwerken in de Natura 2000-gebieden die uit die programma voortkomen, waar mogelijk afgestemd op de descriptoren en het steekproefontwerp in de richtlijn, ontstaan er mogelijkheden tot koppeling met de monitoring volgens de richtlijn.

Als laatste voorbeeld: in Nederland wordt ook veel bodemonderzoek gedaan in het kader van beoordelingen van de chemische bodemkwaliteit. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij bouwactiviteiten en naar aanleiding van toevalsvondsten. Gemeentes stellen daarnaast bodemchemische kwaliteitskaarten op, deels op basis van dit soort metingen. Het gaat hierbij meestal om metingen van bodemverontreinigingen en geotechnische metingen. Omdat deze metingen doorgaans eenmalig zijn, gericht worden uitgevoerd met een

specifiek doel, zijn deze locaties minder geschikt om mee te nemen in een monitoringsnetwerk. Wel kan het zinvol zijn deze data te harmoniseren en/of in geharmoniseerde vorm aan te bieden op een (nationaal) dataportaal zodat de data wel gezamenlijk voor diverse toepassingen gebruikt kan worden.

In algemene zin geldt dat als deze bovengenoemde provinciale gemeentelijke of andersoortig onderzoek voldoet aan de eisen van de monitoring zoals beschreven in de richtlijn (specifiek deel A.2 en deel B van bijlage II van de richtlijn) dat deze dan gebruikt kunnen worden in monitoring volgens de richtlijn. Afhankelijk van de doelstellingen die Nederland wil bereiken met de monitoring in het kader van de richtlijn en het daarbij passende schaal- en detailniveau, kan het in een later stadium nuttig zijn om mogelijk aansluiting bij provinciale, gemeentelijke of ander bodemonderzoek verder te onderzoeken.

3.5 Geleerde lessen en relevante ervaringen van eerdere monitoringscampagnes

Uit de gesprekken met experts, uitvoerders en beheerders van de bovengenoemde meetnetten (zie Tabel B2 in Bijlage 1) zijn diverse ervaringen en geleerde lessen geïdentificeerd die mogelijk relevant zijn voor ontwerp van monitoring in het kader van de richtlijn bodemmonitoring. Deze worden hieronder kort besproken. De onderstaande lessen en ervaringen zijn samenvattingen van verschillende gesprekken met diverse experts. De genoemde lessen of meermaals genoemd in deze gesprekken of worden in het algemeen relevant geacht om hier te benoemen.

Het doel van de monitoring: Idealiter wordt bodemmonitoring zo opgezet dat deze zoveel mogelijk (beleids)doelen van informatie kan voorzien. In de praktijk vragen verschillende monitoringsdoeleinden echter vaak om verschillende stratificaties, detailniveaus, te meten bodemeigenschappen en daardoor verschillende monitoringontwerpen. Het combineren van verschillende meetnetten of het toevoegen van nieuwe doelstellingen aan een bestaand meetnet kan dan beperkt mogelijk zijn. Tussentijdse verandering van een doel of ontwerp van een monitoring kan voor trendbreuken of zorgen voormoeilijk te vergelijken data. Het is daarom cruciaal om de doelstelling(en) van de monitoring zo specifiek mogelijk te formuleren (bijv. welk beleid moet het ondersteunen, op welk schaalniveau moet het relevant zijn?), zodat op basis daarvan een passend monitoringontwerp gemaakt kan worden. Als het combineren van meetnetten niet mogelijk of te duur is kan er ook gekozen worden om de monitoring voor verschillende doelen gescheiden te houden. Het is belangrijk om vast te houden aan een gekozen ontwerp om zo ook op de lange termijn de relevantie, betrouwbaarheid en bruikbaarheid van de monitoringsdata te waarborgen.

Toestemming van landeigenaren en -beheerders voor toegang en bemonstering: De meeste bodems in Nederland zijn niet in beheer van overheden maar in beheer van particulieren, kleine bedrijven of organisaties (denk aan Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer). Dit maakt bodemmonitoring wat betreft toegang tot de bodem een stuk uitdagender dan de monitoring van Rijkswateren of lucht. Het

toestemming vragen aan landeigenaren en -beheerders voor toegang en bemonstering kost veel tijd en hier moet daarom tijdig mee worden begonnen. Ook moeten vooraf alternatieve meetpunten worden geloot waar naartoe kan worden uitgeweken als geen toestemming wordt verkregen. Daarnaast moet bij het ontwerp en de uitvoering rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat toestemming kan worden ingetrokken om diverse redenen. Bijvoorbeeld omdat ten tijde van de bemonstering gewassen op het punt staan om geoogst te worden. De ervaring is dat bij iedere meetronde het vragen van toestemming, en indien ingetrokken, het reizen naar een alternatieve locatie, opnieuw een aanzienlijke tijd in beslag neemt.

Kwetsbare natuur en archeologische monumenten: door aselechte bepaling van bemonsteringspunten kan het zijn dat geselecteerde punten in kwetsbare natuurgebieden liggen. Het nemen van bodemonsters kan daarmee mogelijk kwetsbare natuur of monumenten verstoren. Het is dus belangrijk om voor punten in natuurgebieden tijdig te onderzoeken hoe verstoring voorkomen kan worden in samenspraak met de landeigenaar of -beheerder. Ook is het van belang om bij het steekproefontwerp rekening te houden met de locaties van archeologische monumenten in de bodem.

Veldbemonstering en opslag: het veldwerk van een monitoringscampagne is een grote logistieke uitdaging. Naar gelang de omvang en de praktische inrichting van de monitoring zal gebruik gemaakt moeten worden van veldonderzoekers van verschillende bedrijven of organisaties. Het is belangrijk dat de veldbemonstering op dezelfde manier en liefst onder vergelijkbare omstandigheden wordt uitgevoerd om te zorgen dat monsters vergelijkbaar zijn. Dit vraagt om tijdige training en coördinatie van het veldwerk. Afhankelijk van de meetopzet kan ook een bepaalde expertise gevraagd worden van veldonderzoekers, zoals het kunnen beschrijven van een bodemprofiel. Daarnaast geldt dat een aantal bodemeigenschappen seizoenafhankelijk kunnen zijn, zoals nutriënten op landbouwgrond en bodembioologie. Ook kunnen weersomstandigheden de kwaliteit van genomen monsters beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld zeer natte omstandigheden bij het nemen van bulkdichtheidsmonsters. Het is belangrijk hier vooraf over na te denken afhankelijk van het doel van de monitoring. Verder zijn er praktische uitdagingen die tijdig georganiseerd moeten worden zoals het homogeniseren van bodemonsters, de manier van het bewaren van bodemonsters tot de lab-metingen worden uitgevoerd en de lange-termijnopslag en archivering van bodemonsters. Zie ook van Tol-Leenders et al. (2019) voor specifieke lessen geleerd uit de CC-NL meetcampagne.

Verkenning mogelijkheden laboratoriumanalyses: Er zijn veel bedrijven en organisaties in Nederland die chemisch, fysisch of biologische bodemonderzoek kunnen doen. Veel daarvan richten zich op standaard bodemonderzoek (zoals chemische bodemkwaliteitsbepalingen) dat mogelijk niet alle in de richtlijn gevraagde descriptoren omvat. Ook staan in de richtlijn eisen met betrekking tot kwaliteit van de lab-metingen en worden specifieke lab-methoden en standaarden voorgesteld die het lab moet kunnen uitvoeren als daarvoor wordt gekozen in de Nederlandse monitoringsopzet. Het is daarom aan te

bevelen om al in een vroeg stadium te onderzoeken wat wel en wat niet mogelijk is op een bepaalde schaal en binnen een bepaalde termijn. Daarbij is het belangrijk om aandacht te besteden de continuïteit en consistentie van laboratoria en meetmethoden om trendbreuken door veranderingen in de meetmethode te voorkomen. Het is ook nuttig om in een vroeg stadium te onderzoeken welke analyses universiteiten of andere kennisinstellingen kunnen uitvoeren, vooral voor metingen die niet door commerciële partijen uitgevoerd kunnen worden.

Belang van gedegen data-analyse en rapportage: bodems zijn complexe systemen en de dynamiek in de variatie in bodemeigenschappen kan groot zijn. Uitbijters en systematische fouten (bias) komen regelmatig voor, bijvoorbeeld als gevolg van fouten in de lab-analyse, meetmethoden of specifiek lokale en weersomstandigheden tijdens de veldbemonstering. Ook levert iedere stap in de uitvoering onzekerheden op. De analyse en het correct interpreteren en rapporteren van bodemgegevens vergt daarom inzet vanuit verschillende expertises zoals bodemfysica, -ecologie en -chemie, (eco)toxicologie, statistiek, bioinformatica, lab expertise, veldwerkervaring etc. Om de gegevens uit een monitoringscampagne te gebruiken voor bijvoorbeeld beleidsdoeleinden moet daarom bij het ontwerp en inbedding van een bodemmonitoringscampagne, naast bemonstering en metingen, ook sterk worden ingezet op middelen en methoden om gegenereerde data met kennis van zowel meetmethoden, bodem, chemie, ecologie statistiek etc. te analyseren.

Open data: De resultaten van monitoringscampagnes zijn over het algemeen erg nuttige data die voor veel verschillende doeleinden gebruikt kunnen worden en waar veel partijen om vragen, zowel verschillende beleidsonderwerpen en niveaus, als onderzoekers, als bedrijven en anderen. Het open en goed geannoteerd beschikbaar stellen van deze data kan dus een grote meerwaarde hebben voor diverse actoren en toepassingen. Bodemdata is ook aangemerkt als belangrijke data die openbaar beschikbaar gesteld moet worden indien ingewonnen door een publieke partij, bijvoorbeeld in de wet BRO en de EU Open Data Directive. Tegelijkertijd bestaat de zorg bij landeigenaren dat de data oneigenlijk gebruikt kan worden voor andere doeleinden dan waarvoor deze verzameld wordt. Zij zijn daarom huiverig bij het geven van toestemming als de data herleidbaar is naar hun perceel, bedrijf of persoon. Data wordt daarom vaak geaggregeerd of niet vrijgegeven (CC-NL). Dit zorgt er echter wel voor dat het moeilijker wordt om kaarten te maken of later nieuwe statistieken te berekenen op basis van de data. Er zijn nieuwe technieken in ontwikkeling die hier mogelijk een antwoord op kunnen zijn (zoals 'controlled access' of 'federated learning') maar dit is een spanningsveld waarin voor ieder monitoringsnetwerk een balans in moet worden gevonden.

3.6 Conclusies koppelmogelijkheden meetnetten

Alle landelijke meetnetten die in 3.3 zijn besproken bieden in meer of mindere mate kansen voor de monitoring volgens de richtlijn. In alle gevallen kunnen geleerde lessen worden gebruikt om de monitoring volgens de richtlijn efficiënter en effectiever te maken. De richtlijn biedt daarnaast expliciet de mogelijkheid om locaties van bestaande

meetnetten te gebruiken. Deze kans wordt met name relevant geacht voor CC-NL, IMN, LMM, LUCAS, NBI en pMNS, zij het deels om verschillende redenen.

Het gebruiken van bestaande meetlocaties van bestaande meetnetten levert zowel duidelijke kansen (zoals bijvoorbeeld de mogelijkheid om sneller tot trendanalyses te komen en diverse efficiëntievoordelen te behalen) als uitdagingen (zoals een complexer steekproefontwerp en de noodzaak tot harmonisatie van veldwerk- en laboratoriummethoden) (Tabel 4). In alle gevallen moet daarom een zorgvuldige afweging gemaakt worden van de mogelijke voor- en nadelen van het meenemen van meetlocaties van bestaande meetnetten. Deze afweging zal per meetnet moeten plaatsvinden.

Een van de eerste noodzakelijke vervolgstappen is het onderzoeken wat de impact is van het meenemen van de meetlocaties van meetnetten op het steekproefontwerp van de monitoring volgens de richtlijn. Daarnaast moeten de overeenkomsten en verschillen van veldwerk- en laboratoriumprotocollen van de geselecteerde meetnetten in kaart gebracht worden, en moet bepaald worden of eventuele verschillen te overbruggen zijn of niet.

Bij deze afweging is het nuttig vast te stellen welke specifieke doelen de monitoring volgens de richtlijn moet dienen. Het expliciet maken van de doelen zal helpen om de specifieke mogelijkheden, uitdagingen en oplossingen te identificeren.

Tabel 4 Beknopt overzicht van de belangrijkste kansen voor meenemen van de geselecteerde meetnetten voor de monitoring volgens de richtlijn.

| Meetnet | Belangrijkste kansen | Belangrijkste uitdagingen |
|----------------|---|--|
| CC-NL | Trendanalyses van veel fysisch-chemische bodemeigenschappen (waaronder ook veel bodemdescriptoren uit de richtlijn); Groot aantal meetlocaties; Bepaling steekproefgrootte en -ontwerp; Ontwikkeling van transferfuncties | Landgebruik geen strata-variabele |
| IMN | Systeembegrip in N2000-gebieden door koppeling lucht- water-, bodem- en vegetatiemetingen | Afwijkend steekproefontwerptype; Beperkt aantal locaties |
| LMM | Efficiëntie door aansluiting langlopend meetnet; Systeembegrip door koppeling waterkwaliteitsdata aan bodemmetingen | Afwijkend steekproefontwerptype (bedrijfsniveau); Alleen agrarisch landgebruik |
| LMB en BoBI | Bepaling steekproefgrootte en -ontwerp | Afwijkend steekproefontwerp (bedrijf of perceel niveau) |

| Meetnet | Belangrijkste kansen | Belangrijkste uitdagingen |
|----------------|--|--|
| LMG | Efficiëntie door aansluiting bij langlopende meetnet; | Meetlocaties niet representatief voor bovengrond |
| LUCAS | EU geharmoniseerde monitoring; Trendanalyse voor fysisch-chemische eigenschappen mogelijk op basis van 4-5 momenten in tijd; Bepaling steekproefgrootte en -ontwerp; Open data | Wisselend aantal punten voor Nederland; Correcties nodig voor landgebruiksbias en lab-methodes |
| NBI | Efficiëntie door aansluiting bij een langlopend meetnet; Systemebegrip door koppeling bos- en boommetingen aan bodemmetingen | Afwijkend steekproefontwerptype; Afwijkende monitoringscyclus; Alleen bosgebieden; |
| pMNS | Selectie te meten chemische stoffen; Bepaling steekproefgrootte; Afleiden van streefwaarden voor chemische stoffen; | Beperkt aantal locaties; Weinig andere descriptorren dan chemische stoffen gemeten; Minder landgebruikstypen dan vereist |
| SoilProS | Selectie biologische indicatoren; Bepaling steekproefgrootte | Afwijkend steekproefontwerptype; |

4 Keuzevarianten voor implementatie van de richtlijn bodemmonitoring

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 zijn alle aspecten van de richtlijn besproken die om keuzes vanuit het beleid vragen. Deze keuzes zullen bepalend zijn voor de wijze waarop de richtlijn wordt geïmplementeerd. Voordat deze keuzes, die volgen uit de richtlijn, gemaakt kunnen worden moet eerst worden besloten wat Nederland wil bereiken; of, met andere woorden, welke doelen wil Nederland nastreven met de implementatie van de richtlijn? En daarmee verband houdend moet de vraag beantwoord worden op welk schaalniveau de monitoring informerend moet zijn. De antwoorden op deze vragen geven richting aan alle volgende te maken keuzes, zoals wat worden de bodemdistricten en -eenheden en welke bodemdescriptoren worden opgenomen in de monitoring?

In dit hoofdstuk lopen we op deze besluiten vooruit door drie mogelijke, indicatieve varianten voor implementatie te schetsen. Deze varianten vormen een gedachtenoefening over hoe de implementatie van de richtlijn gestalte zou kunnen krijgen uitgaande van verschillende doelen. Daarbij moet opgemerkt worden dat deze varianten zeker niet de enige mogelijke implementaties zijn. Zij spannen alleen als het ware de ruimte op waarbinnen de te maken keuzes kunnen landen. De varianten zijn: 1 – regionale en nationale opgaven, 2 – nationale opgaven, 3 – minimum eisen van de richtlijn.

Deze varianten zijn ontwikkeld voordat de richtlijn van kracht werd en zijn nadrukkelijk geen advies voor de inrichting van de richtlijn, maar bedoeld als exercitie om de maximale reikwijdte van de keuzemogelijkheden die de richtlijn biedt te laten zien. De varianten zijn daarnaast niet gekoppeld aan specifieke beleidsdoelstellingen van bijvoorbeeld water-, milieu of landbouwbeleid. In plaats daarvan worden mogelijke relevante beleidsdoelen generiek benoemd. Verdere keuzes vanuit het beleid, bijvoorbeeld over het gewenste schaalniveau en voor welke beleidsdoelen de monitoring informatief moet zijn, zullen gedetailleerdere uitwerking van de monitoringsvarianten mogelijk maken. De belangrijkste beleidskeuzes worden toegelicht en de verschillen tussen de varianten worden kwalitatief geduid. In Tabel 5 vatten we de geschetste varianten samen. Daarna worden overwegingen benoemd die bij de implementatie moeten worden uitgewerkt.

4.2 Drie varianten

De drie varianten voldoen aan de eisen van de richtlijn maar verschillen in de mate waarin ze aansluiten bij regionale en nationale beleidsopgaven:

- Variant 1 - Regionale en nationale opgaven: de monitoring voorziet opgaven op zowel nationale als regionale beleidsterreinen van relevante informatie.

- Variant 2 – Nationale opgaven: de monitoring voorziet opgaven op nationale beleidsterreinen van informatie maar is mogelijk niet gedetailleerd genoeg voor regionale opgaven.
- Variant 3 – Minimum eisen van de richtlijn: de monitoring wordt ingericht om aan de minimale verplichtingen uit de richtlijn te voldoen en richt zich niet op informatievoorziening voor nationale of regionale beleidsopgaven in Nederland.

De drie varianten worden hieronder kort toegelicht. Tabel 5 toont de verschillen tussen de varianten op belangrijke aspecten uit de richtlijn waar keuzes nodig zijn.

4.2.1 *Variant 1 - Regionale en nationale opgaven*

Het startpunt voor deze variant is het optimaliseren van de synergie- en harmonisatievoordelen die implementatie van de richtlijn te bieden heeft. Bodembeleid is in Nederland deels gedecentraliseerd en wordt ook regionaal vormgegeven, bijvoorbeeld via de Omgevingswet en het Besluit bodemkwaliteit. Daarom wordt breed geïnventariseerd welke regionale en nationale opgaven er zijn en welke informatiebehoefte daaruit volgt over de toestand en trends van bodemgezondheid. In deze variant wordt de monitoring optimaal ingericht voor deze nationale en regionale informatiebehoefte.

Voor nationale beleidsopgaven gaat het onder andere om programma's zoals Water en Bodem Sturend (WBS) (IenW, 2022) en Bodem, Ondergrond en Grondwater (BOG) (IenW, 2024), het Nationaal MilieuProgramma¹⁹ (NMP) (IenW, 2023), het Nationaal programma Landbouwbodems (NPL) (LVVN, 2025), het Meerjarige Verbeterprogramma VHR Monitoring (LVVN, 2024), en/of de Natuurherstelverordening (EU, 2024). Daarnaast is ook wetgeving in aanpalende domeinen, zoals de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn relevant, vanwege de nauwe verwevenheid van het bodem- en watersysteem en de wisselwerking met landgebruik. De monitoring in deze variant voorziet ook decentrale overheden in hun informatiebehoefte over bodem(gezondheid), bijvoorbeeld ten behoeve van de Natura2000-verbeterplannen en bodemkwaliteitskaarten in het kader van het Besluit bodemkwaliteit (Besluit bodemkwaliteit, 2024). Ook kan het aansluiten bij informatiebehoefte gerelateerd aan de regionale opgave voor provincies en waterschappen om het watersysteem te monitoren. Een verdere uitwerking van deze variant zal bepalen welke regionale, of lokale vraagstukken kunnen worden beantwoord.

Districten, eenheden en bemonsteringspunten

In deze variant wordt ervanuit gegaan dat de provincies de bodemdistricten vormen, en dus dat per provincie bodemeenheden worden ingericht. Dit schaalniveau is mogelijk een werkbaar compromis tussen details en uitvoerbaarheid. In algemene zin leidt het vaststellen van kleinere bodemdistricten tot meer bodemeenheden. Te kleine districten kunnen tot te veel versnippering en een groot aantal bemonsteringspunten kunnen leiden. Grotere bodemdistricten en minder fijnmazige bodemeenheden leveren daarentegen mogelijk onvoldoende

¹⁹ <https://www.nationaalmilieuprogramma.nl>

detailkennis of betrouwbaarheid van meetresultaten op om voor regionale vraagstukken bruikbaar te zijn. Het aantal bodemeenheden binnen de districten wordt geoptimaliseerd om in de informatiebehoefte van nationale en regionale opgaven te voorzien, rekening houdend met de variëteit en geografische spreiding van bodemtypen en landgebruik in de provincies. Statistische analyse moet uitwijzen welke schaalniveau tot een goede balans van detail en uitvoerbaarheid leidt (N.B. deze vraag wordt onderzocht in het vervolgtraject van dit rapport, zie Tabel B.3, bijlage 1).

Voor de bodemkaart kan bijvoorbeeld gekozen worden de hoofdklassen aan te houden (in geval van de bodemkundige grondsoortenkaart kan dit zijn zand, klei, veen, moerige grond, en leem) of om een niveau verder te gaan waar bijvoorbeeld verder onderscheid wordt gemaakt tussen zware klei en lichte zavel. Afhankelijk van de regionale opgaven kan bijvoorbeeld gekozen worden om meer details aan te brengen in landgebruiksklassen op basis van de kaart Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN)²⁰ (WUR, 2026) met als hoofdklassen landbouw, bos, water, natuur en stedelijk gebied. Bijvoorbeeld, door waar het gaat om landbouw onderscheid te maken in grasland, akkerbouw, en/of in verschillende typen akkerbouw, of waar het gaat om natuur onderscheid te maken tussen bijvoorbeeld bos, heide en natuurlijk grasland. Het aantal bemonsteringspunten per bodemeenheid wordt in deze variant afgestemd op nationale en regionale opgaven.

Descriptoren

Aan nationale en regionale beleidsopgaven kan worden bijgedragen door in de opzet van de monitoring rekening te houden met die opgaven. Denk bijvoorbeeld aan de inpassing van de aanpak van diffuse verontreiniging (WBS/BOG); het behouden van waardevolle landbouwbodems (NPL; duurzaam beheer van landbouwbodems en de (extra) opslag van koolstof daarin (NPL). Dat kan betekenen dat bodemdescriptoren aan de monitoring worden toegevoegd die nodig zijn voor die doelen, bijvoorbeeld (extra) descriptoren uit het CC-NL programma (zie hoofdstuk 3.3.1) met betrekking tot koolstofvastlegging, of descriptoren uit de pilot Monitoring Niet-genormeerde Stoffen (pMNS, zie hoofdstuk 3.3.8).

In deze variant wordt ook de keuze voor descriptoren voor bodembioologie en het aantal bemonsteringspunten waarop deze gemeten worden afgestemd op de informatiebehoeften van nationale en regionale opgaven, bijvoorbeeld op het vlak van het beheer van landbouwbodems en natuurherstel, en het detailniveau of de stratificatie die hiervoor nodig is.

Andere meetnetten en harmonisatie

Het ligt voor de hand om de bemonsteringslocaties of meetgegevens van bestaande monitoringsprogramma's ten behoeve van nationale en regionale beleidsopgaven, zoals CC-NL, IMN, LMM, NBI, pMNS, en eventueel LUCAS Soil, en enkele provinciale meetnetten (nader onderzoek nodig) mee te nemen dan wel te integreren in het monitoringsprogramma in het kader van de richtlijn. Dit betekent dat in

²⁰ <https://lgn.nl/>

deze variant bodemdata en monitoring van nationale en regionale overheden actief worden gestandaardiseerd en geharmoniseerd voor lopende en toekomstige campagnes en dat deze data wordt meegenomen in de rapportage naar de EU en voor nationaal en regionaal gebruik beschikbaar is. Er zijn naar verwachting efficiëntievoordelen te behalen uit het harmoniseren, koppelen en gebruiken van bodemmonitoringsprogramma's (zie Hoofdstuk 3) en eventueel bestaande en nieuwe bodemdatasets voor nationale, regionale en lokale opgaven op het gebied van bodemgezondheid en aanpalende domeinen zoals waterkwaliteit, klimaat en landbouw. Deze data zou daarom in een nationaal dataportaal op het meest gedetailleerde niveau gedeeld moeten worden met inachtneming van eventuele privacy-beperkingen.

Tot slot voor variant 1

Deze variant is erop gericht om zoveel mogelijk synergievoordelen te halen uit de combinatie van de richtlijn, bestaande monitoringsprogramma's en bestaande en nieuwe datasets. Daarmee wordt op een efficiënte manier in de informatiebehoefte voorzien van Nederland (nationaal en decentraal) op het gebied van bodem(gezondheid) en aanpalende (beleids)terreinen. Ook kan op basis van deze variant specifieke informatie worden verstrekt aan landgebruikers voor het verbeteren van de bodemgezondheid richting 2030 en 2050, zoals gesteld in de EU- Bodemstrategie²¹ en in de richtlijn. Wel moet rekening gehouden worden met mogelijke nadelen van integratie van bestaande meetlocaties en zullen de voor- en nadelen van integratie per meetnet moeten worden onderzocht en worden afgewogen (zie 3.2)

4.2.2 *Variant 2 – Nationale opgaven*

Ook in deze variant wordt de monitoring ingericht om bruikbare informatie op te leveren voor nationale beleidsopgaven (zie 4.2.1 voor een overzicht van mogelijk relevante programma's). Met specifieke regionale of lokale vraagstukken wordt in deze variant echter geen rekening gehouden.

Districten, eenheden en bemonsteringspunten

In deze variant kan gekozen worden voor één landsdekkend bodemdistrict, en een aantal bodemeenheden dat recht doet aan de variëteit en geografische spreiding van bodemtypen, zoals zand of klei, en landgebruik in Nederland, zoals landbouw, natuur of bebouwing. Hierbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld de Gelderse Vallei, de Veluwe, en de Veenkoloniën als een bodemeenheid, of aan een verdere specificatie hiervan waarbij bijvoorbeeld onderscheid wordt gemaakt tussen dekzand en beekdalen op de Veluwe of op de hogere zandgronden. Afhankelijk van het monitoringsdoel en gewenste schaalniveau waarop de monitoring informerend moet zijn kan gekozen worden om meer details aan te brengen in bodemtype, bijvoorbeeld door onderscheid te maken tussen dekzand en beekdalen op de Veluwe, waartussen relevante verschillen bestaan qua natuur en waterhuishouding, of in de gebruiksklassen door onderscheid te maken in verschillende typen akkerbouw (mais, graan, etc.). Omdat

²¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:52021DC0699>

bodemeenheden in deze variant over provinciegrenzen heen kunnen gaan zal het aantal bodemeenheden lager zijn dan in variant 1.

Descriptoren

Net als in variant 1 wordt bij de selectie van bodemdescriptoren rekening gehouden met nationale beleidsdoelen, zoals het streven naar meer koolstofvastlegging in de bodem, het verbeteren van de kwaliteit van de natuur en het verbeteren van de bodemgezondheid van landbouwbodems.

Andere meetnetten en harmonisatie

Ook in deze variant ligt het voor de hand om de bemonsteringslocaties of meetgegevens van bestaande monitoringsprogramma's ten behoeve van nationale beleidsopgaven, zoals CC-NL, NBI, IMN, LMM en pMNS, mee te nemen dan wel te integreren in de monitoring in het kader van de richtlijn. Dit betekent dat ook in deze variant aandacht is voor de standaardisatie en harmonisatie van de resulterende en eventueel bestaande bodemdata en een systeem wordt opgezet dat dit faciliteert. Resultaten van nationale bodemmonitoring worden in nationale dataportalen gedeeld met inachtneming van eventuele privacy-beperkingen.

Tot slot voor variant 2

Deze variant is erop gericht om de verplichtingen van de richtlijn te combineren met nationale beleidsdoelen. Daarmee kunnen efficiëntievoordelen worden behaald. Bovendien kan met deze variant worden voorzien in de databehoeftes van beleid waarvoor nog geen monitoring is opgezet. Echter, bodembeleid in Nederland is deels gedecentraliseerd en wordt ook regionaal vormgegeven, bijvoorbeeld via de Omgevingswet en Besluit bodemkwaliteit. Wanneer de monitoring vooral wordt ingericht om een representatief beeld te krijgen op nationale schaal, sluit deze mogelijk onvoldoende aan bij de regionale informatiebehoeften. Het roept ook de vraag op in hoeverre nationale monitoring bruikbaar is voor effectief bodembeleid en daarmee handelingsperspectief gericht op behoud en herstel van bodemgezondheid. Regionale knelpunten en beleidsopgaven worden mogelijk onvoldoende herkend in deze variant.

4.2.3 *Variant 3 – Minimumeisen van de richtlijn*

In deze variant wordt de invulling van de monitoring beperkt tot het minimum om aan de verplichtingen van de richtlijn te voldoen.

Districten, eenheden en bemonsteringspunten

Nederland wordt in deze variant als één bodemdistrict aangemerkt met een minimum aantal bodemeenheden. Hiervoor is het nodig om het aantal te hanteren bodemtypen en bodemgebruikstypen zo klein mogelijk te houden. De bodemtypen in Nederland worden daartoe geaggregeerd tot vier globale typen (namelijk zand, klei, veen en löss) (Soil Regions of the European Union and Adjacent Countries 1:5,000,000, 2005). In combinatie met een beperkt onderscheid in landgebruikstypen, de zes LULUCF typen volgens EU 2018/841 (EU, 2018), leidt dat tot een minimaal aantal bodemeenheden. Binnen elke bodemeenheid wordt de monitoring zo ingericht dat het aantal bemonsteringspunten net voldoet aan de nauwkeurigheidseisen (zie

Bijlage 2 deel A van de richtlijn). Binnen deze variant zullen alle uitzonderingsmogelijkheden van de richtlijn ten volle worden benut, bijvoorbeeld door waar mogelijk descriptoren slechts eenmaal per 12 jaar te rapporteren en in de tussenliggende rapportage te beargumenteren dat er geen verandering is te verwachten.

Descriptoren

In deze variant worden alleen de verplichte bodemdescriptoren (zie Bijlage 1 van de richtlijn) in de monitoring opgenomen. Data wordt alleen gerapporteerd aan de EU en de publicatie van de geaggregeerde gegevens door de EC in het 'Soil Health Portal' wordt in deze variant geacht voldoende te zijn, ook voor nationaal gebruik.

Andere meetnetten en harmonisatie

Er worden in deze variant geen inspanningen gedaan om synergieën te behalen uit het meenemen van andere meetnetten of het harmoniseren van methoden en data. In deze minimale variant wordt ingezet op maximale ondersteuning van de Europese Commissie bij de uitvoering van de monitoring, in de veronderstelling dat dit financiële besparingen oplevert.

Tot slot voor variant 3

Deze minimale variant is gericht op het voldoen aan de verplichtingen van de richtlijn. Dit betekent dat de monitoringsuitkomsten mogelijk te weinig specifiek en op een te hoog aggregatieniveau zullen zijn om bruikbaar te zijn voor nationale opgaven en ambities. Vanzelfsprekend zullen de uitkomsten ook geen handvatten bieden voor vraagstukken bij decentrale overheden. Ook worden bij deze variant de synergiekansen voor het harmoniseren en combineren van bodem(gezondheids)data niet benut. Ook kan op basis van deze variant weinig specifieke informatie worden verstrekt aan landgebruikers voor het verbeteren van de bodemgezondheid richting 2030 en 2050, zoals gesteld in de EU-bodemstrategie en in de richtlijn. Deze informatie zal dan uit andere monitoringsprogramma's of informatiebronnen moeten komen.

Tabel 5 Verschillen tussen keuzevarianten van implementatie van de richtlijn

| Keuzemogelijkheden | Monitoringsvarianten | | |
|---|--|--|---|
| | Variant 1: Regionale en nationale opgaven | Variant 2: Nationale opgaven | Variant 3: Minimum eisen van de richtlijn |
| Synergievoordelen mogelijk met... | Nationale, regionale en andere EU wetgeving en beleidsopgaven | Nationale en andere EU wetgeving en beleidsopgaven | Onvoorzien |
| Districten | 12 provincies | 1 district of 12 provincies | 1 district |
| Eenheden | Eenheden binnen de grenzen van een district (provincie) bijvoorbeeld op basis van de landschappelijke bodemkaart, het tweede niveau van de bodemkundige grondsoortenkaart en de landgebruiksklassen van de LGN | Eenheden kunnen provinciegrenzen overschrijden. De eenheden zijn afhankelijk van de mate van verfijning van bodemtypes en landgebruiksklassen. Voor bodemtype kan verfijning plaatsvinden bijvoorbeeld op basis van de landschappelijke bodemkaart. Voor landgebruiksklassen kan verfijning plaatsvinden op basis van aggregatie van klassen van de LGN. | Max 24 eenheden: gebaseerd op 4 bodemtypen en 6 landgebruiksklassen LULUCF (EU, 2018) |
| Aantal bemonsteringspunten binnen eenheid | Aantal bemonsteringspunten wordt geoptimaliseerd voor nationale én provinciale opgaven. Omdat er meer bodemeenheden zijn dan bij varianten 1 en 2, zijn er op nationale schaal meer bemonsteringspunten. | Aantal bemonsteringspunten is toereikend voor nationale vraagstellingen. Omdat bodemeenheden kleiner zijn in oppervlakte dan in variant 3 leidt dit tot meer bemonsteringspunten op nationaal niveau. | Aantal bemonsteringspunten is toereikend om binnen elke eenheid net aan de minimale nauwkeurigheidsgrens van 5% in de richtlijn te voldoen. |
| EC ondersteuning | Weinig - geen | Weinig - geen | Veel |

| Keuzemogelijkheden | Monitoringsvarianten | | |
|--|--|--|--|
| | Variant 1: Regionale en nationale opgaven | Variant 2: Nationale opgaven | Variant 3: Minimum eisen van de richtlijn |
| Meenemen en harmonisatie meetnetten en data | Bestaande meetnetten worden zo veel mogelijk meegenomen, bijvoorbeeld LUCAS, CC-NL, IMN, NBI, LMM, pMNS en regionale meetnetten. Inzet op harmoniseren van methoden en datastandaarden met wederzijds profijt voor nationale en regionale opgaven en aanpalende beleidsterreinen. | Bestaande meetnetten worden zo veel mogelijk meegenomen, bijvoorbeeld LUCAS, CC-NL, IMN, NBI, LMM, pMNS Harmoniseren van methoden en datastandaarden op nationale schaal. | Geen |
| Optionele descriptoren genoemd in de richtlijn | Enkele optionele descriptoren van toegevoegde waarde zoals CEC, verzadigde waterdoorlatendheid (Ksat) en lucht-capaciteit in de ondergrond | Enkele optionele descriptoren van toegevoegde waarde zoals CEC, verzadigde waterdoorlatendheid (Ksat) en luchtcapaciteit in de ondergrond | Geen van de optionele descriptoren genoemd in Bijlage I van de richtlijn |
| Additionele descriptoren | Uitbreiding afhankelijk van de doelstelling en de mee te nemen meetnetten, bijvoorbeeld aanvullende descriptoren uit CC-NL en toevoegen van additionele descriptoren op basis van informatiebehoeften van provincies of andere decentrale overheden | Uitbreiding afhankelijk van de doelstelling en de mee te nemen meetnetten, bijvoorbeeld aanvullende descriptoren uit CC-NL | Geen |

| Keuzemogelijkheden | Monitoringsvarianten | | |
|----------------------------------|---|---|---|
| | Variant 1: Regionale en nationale opgaven | Variant 2: Nationale opgaven | Variant 3: Minimum eisen van de richtlijn |
| Descriptoren Bijlage 1 Deel B | Selectie van stoffen op basis van toxiciteit, blootstelling en risico's en aansluiting pMNS om een beter zicht te krijgen op diffuus verspreide stoffen. Daarnaast uitbreiding naar gelang provinciale kennisbehoeften. | Selectie van een aantal stoffen op basis van toxiciteit, blootstelling en risico's en aansluiting bij pMNS om een beter zicht te krijgen van in diffuus verspreide stoffen in Nederland. | Eén organische verbinding uit het 'standaard stoffenpakket A' (Regeling bodemkwaliteit, 2022, bijlage J). |
| Descriptoren Bijlage 1 Deel C | Een relevante op wetenschap gebaseerde selectie (bijvoorbeeld volgens pMNS-methode) van PFAS, pesticiden en metabolieten uit indicatieve lijst cf art 8 gebaseerd op criteria cf art 7 lid4. Tenzij nationale en/of provinciale doelen vragen om andere prioritering. | Een relevante op wetenschap gebaseerde selectie (bijvoorbeeld volgens pMNS methode) van PFAS, pesticiden en metabolieten uit indicatieve lijst cf art 8 gebaseerd op criteria cf art 7 lid4. Tenzij nationale doelen vragen om andere prioritering. | Een PFAS en één pesticide en een metaboliet daarvan in een klein aantal bemonsteringspunten. |
| Bodembioologie | In meer dan 5%, bijvoorbeeld 80% van de bemonsteringlocaties (zie 4.3.8) metabarcoding van bacteriën, schimmels en ongewervelden. Daarnaast voor een relevante subset andere bodembioologie descriptoren, aangevuld met kennisvragen van decentrale overheden. | In meer dan 5%, bijvoorbeeld. 80% van de bemonsteringlocaties (zie 4.3.8) metabarcoding van bacteriën, schimmels en ongewervelden. Daarnaast voor een relevante subset andere bodembioologie descriptoren. | In 5% van de bemonsteringlocaties metabarcoding van bacteriën en schimmels. |

| Keuzemogelijkheden | Monitoringsvarianten | | |
|--------------------|---|---|---|
| | Variant 1: Regionale en nationale opgaven | Variant 2: Nationale opgaven | Variant 3: Minimum eisen van de richtlijn |
| Exclusies | Iedere cyclus, en wel meten als het niet echt hoeft (bijv. verzilting). | Iedere cyclus, en wel meten als het niet echt hoeft (bijv. verzilting). | Alleen als het echt nodig is (om de twee cycli): voor alle descriptoren waarvoor stabiliteit onderbouwd kan worden; gebieden uitsluiten: Gebieden zonder risico op verzilting worden niet geanalyseerd op elektrische geleidbaarheid. |

4.3 Overwegingen per keuzemogelijkheid

Hierboven hebben we drie keuzevarianten in grote lijn beschreven. De varianten verschillen van elkaar in een aantal aspecten die in Tabel 5 worden samengevat. Zoals eerder aangegeven, zijn de varianten bedoeld als gedachtenoefening om de maximale reikwijdte van de keuzemogelijkheden die de richtlijn biedt te laten zien. De implementatie van de richtlijn kan ook uitkomen op een tussenvorm door een combinatie van beslissingen op alle te maken keuzes. Hieronder geven we voor een aantal belangrijke keuze-onderwerpen overwegingen die bij de besluitvorming meegenomen kunnen worden.

4.3.1 *Bodemdistricten*

Er moet minimaal één bodemdistrict worden aangewezen waar de bodemeenheden onder vallen. De keuze op welk niveau de bodemdistrict(en) georganiseerd worden heeft gevolgen voor de implementatie van de richtlijn, vooral omdat de bodemeenheden niet district overstijgend zijn. In principe hoeft een bodemdistrict niet samen te vallen met een bestuurlijke eenheid. Zo zouden bijvoorbeeld de deelstroomgebieden van de KRW als bodemdistrict kunnen worden gebruikt. Toch komt het waarschijnlijk de uitvoering van de monitoring en het afstemmen van maatregelen richting gezonde bodems in 2050 ten goede wanneer gekozen wordt om het bodemdistrict of de bodemdistricten te laten samenvallen met bestaande bestuurlijke eenheden. De volgende bestuurlijke eenheden kunnen gebruikt worden om als bodemdistrict te dienen:

- Eén landelijk district
- Provincies
- Gemeenten
- Waterschappen
- Omgevingsdiensten

Eén landelijk bodemdistrict kan passend zijn voor een minimale implementatie van de richtlijn. Ook wanneer alleen landelijke beleidsdoelstellingen worden meegenomen zou kunnen worden volstaan met één bodemdistrict. Een overweging om bodemdistricten aan andere administratieve eenheden toe te wijzen dan nationaal is om het schaalniveau van monitoring beter aan te sluiten bij de bestuursniveaus die verantwoordelijk zijn voor bodembeleid in Nederland. Daarnaast kan gekeken worden in hoeverre de bodemdistricten homogeen of aaneengesloten zijn voor wat betreft de verschillende bedreigingen voor bodemgezondheid, zoals verdroging of verzilting (Ambient, 2024). Dit is van belang voor de keuze van bodemeenheden, en voor het handelingsperspectief van het gekozen bevoegde gezag. Het kan bijvoorbeeld nuttig zijn om voor gebieden met vergelijkbare bodembedreigingen één bevoegd gezag te kiezen om zo effectief richting gezondere bodems te kunnen werken.

Tot slot is het ook relevant dat geografisch kleinere bodemdistricten leiden tot meer bodemeenheden, en dus waarschijnlijk meer bemonsteringspunten, aangezien binnen een eenheid een representatieve steekproef genomen dient te worden met een door de richtlijn vastgestelde foutmarge.

4.3.2 *Bodemeenheden*

De bodemeenheden moeten worden gekozen binnen de grenzen van de bodemdistricten op basis van bodemtype en landgebruikscategorieën. Bodemtype of -eigenschappen en landgebruik zijn naast klimaatomstandigheden belangrijke bepalende factoren van huidige verschillen, trends en potentie in bodemgezondheid. Omdat de beoordeling van bodemgezondheid plaatsvindt binnen een bodemdistrict, hoeven bodemeenheden niet geografisch aansluitend te zijn. Verschillende stedelijke kernen of gebieden met vergelijkbare bodemopbouw en binnen hetzelfde bodemdistrict, kunnen samen worden beschouwd als een bodemeenheid.

In de richtlijn worden twee bronnen genoemd voor het vaststellen van de bodemeenheden op basis van bodemtype en landgebruikscategorie: de kaart van 'Soil Regions of the European Union and Adjacent Countries 1:5,000,000 (2005)' in de EU zoals opgesteld door het Duitse Federaal Instituut voor Geowetenschappen en Natuurlijke Hulpbronnen (BGR) en JRC, en de LULUCF landgebruikkaart (EU, 2018). Het is expliciet toegestaan om eigen, geüpdatete of gelijkwaardige meer gedetailleerde gegevens over bodemtype en landgebruik te gebruiken bij het vaststellen van de bodemeenheden. Nederland heeft verschillende geactualiseerde bodemkaarten met een hogere resolutie/ruimtelijke nauwkeurigheid die ook mogelijk relevanter zijn om te gebruiken als basiskaart voor de stratificatie naar bodemtype en landsgebruikscategorie. Voorbeelden zijn de bodemkundige grondsoortenkaart (3 niveaus), de landschappelijke bodemkaart (3 niveaus), de 1:50.000 Nederlandse bodemkaart (15 hoofdeenheden, verschillende niveaus). Voor landgebruik is de Landgebruikkaart Nederland (LGN) een voor de hand liggende kaart om te gebruiken. De keuze kan afhangen van:

- Het aantal klassen op een kaart,
- Het gewenste (ruimtelijke) detailniveau,
- De basis voor de klassenindeling, bijvoorbeeld textuur, of een op bodemprocessen gebaseerde indeling,
- Het bestaande gebruik van de kaart voor andere wetgeving, zoals in het geval van de bodemkundige grondsoortenkaart voor de mestwetgeving.
- Wanneer een kaart voor het laatst is bijgewerkt en de frequentie waarmee dit gebeurt.

De voor- en nadelen van de kaarten die gebruikt kunnen worden voor de stratificatie naar bodemeenheden, en het te hanteren detailniveau moeten nog nader worden onderzocht.

Het doel van de richtlijn is om zo homogeen mogelijke eenheden te definiëren als stratum voor de bemonsteringssteekproef. Dit voorkomt uitmiddeling van betekenisvolle verschillen, en vergroot de mogelijkheid om de oorzaken van verschillen te begrijpen. Voor eenzelfde bodemsoort zal bijvoorbeeld de potentie om bodemorganische koolstof vast te leggen lager zijn op akkerland dan op grasland. Een ander

voorbeeld zijn de waterretentie- en infiltratiepotentiëlen die sterk afhankelijk zijn van bodemsoort en textuur. Het risico op erosie wordt beïnvloed door bodemsoort, landgebruik en verschillen in hoogte. Daarom is het belangrijk dergelijke verschillen te kunnen onderscheiden in de meetresultaten. Dat maakt een betere beoordeling van bodemgezondheid mogelijk en biedt duidelijker handelingsperspectieven voor het verbeteren van de bodemgezondheid. Men moet zich daarbij realiseren dat, afhankelijk van keuzes in de wettelijke omzetting van de richtlijn, gegevens geaggregeerd per bodemeenheid mogelijk de meest gedetailleerde informatie is die de richtlijn gaat opleveren.

De beoordeling van bodemgezondheid en de handelingsperspectieven die geboden kunnen worden, moeten aansluiten bij de doelen die Nederland wil nastreven met de implementatie van de richtlijn. Als er gekozen wordt om de synergievoordelen voor nationale én regionale opgaven te benutten, variant 1, dan stelt dat andere eisen aan de bodemeenheden dan als er voor variant 2 of 3 gekozen wordt. Een voorbeeld kan zijn dat voor nationale opgaven alleen stratificatie naar hoofdklassen van landgebruik nodig is, zoals natuur, akkerland, grasland etc., terwijl op regionaal niveau een meer gedetailleerde indeling nodig is om bodeminformatie te verzamelen binnen verschillende habitattypen of landgebruikstypen en aansluiting te vinden bij het schaalniveau waarop regionale opgaven spelen.

4.3.3 *Aantal bemonsteringspunten binnen een bodemeenheid*

De richtlijn schrijft voor dat de best beschikbare informatie over de variatie van de in de richtlijn genoemde descriptorren moet worden gebruikt om een steekproefontwerp te maken op basis van een gestratificeerde aselechte steekproef ("stratified random sampling"), en dat de locatie en het aantal punten de variabiliteit in bodemdescriptorren met een maximaal foutpercentage van 5% moet benaderen.

Dit veronderstelt een aantal zaken:

- Dat betrouwbare en accurate informatie over de variatie in bodemdescriptorren voor alle bodemdescriptorren in de richtlijn beschikbaar is,
- Dat de variatie in al deze bodemdescriptorren met het steekproefontwerp moet worden geadresseerd, wat kan betekenen dat op de meest variabele descriptor moet worden geoptimaliseerd of dat een multi-dimensionale optimalisatie moet worden uitgevoerd,

In de richtlijn staat niet gespecificeerd of rekening gehouden moet worden met onzekerheden in het proces, zoals lab-onzekerheden. Ook wordt niet benoemd of rekening moet worden gehouden met de grootte van de veranderingen van bodemdescriptorren over de tijd en in de ruimte die onderscheiden moeten kunnen worden op basis van de meetgegevens.

Voor veel van de bodemdescriptorren genoemd in de richtlijn is informatie beschikbaar op basis van bestaande meetnetwerken of kaarten. Deze zal echter niet altijd de resolutie en nauwkeurigheid hebben die vereist is om per bodemeenheid een goede inschatting van

de variatie of variantie te geven. Dit is nodig om te bepalen of een maximaal foutpercentage van 5% wordt behaald. Als alternatief kan overwogen worden algemene kaarten te gebruiken die processen weergeven die ten grondslag liggen aan variatie in de bodemdescriptoren, zoals de bodemkaart van Nederland. Wat dit zou betekenen voor de steekproefomvang moet nader onderzocht worden. Bij onzekere basiskaarten of descriptoren met een hoge variabiliteit is de verwachting dat er veel meetpunten nodig zijn. Voorbeelden zijn bulkdichtheid van de ondergrond en nutriënten omdat deze landgebruiksafhankelijk zijn.

Een andere alternatief kan zijn om te optimaliseren op die bodemdescriptoren waarvan bekend is dat ze het meest bepalend zijn voor de bodemgezondheid in Nederland of in bepaalde bodemdistricten en bodemeenheden. In elk geval lijkt een gelaagd ontwerp, dat in de basis aan de eisen van de richtlijn voldoet, en dat modulair kan worden uitgebreid om in nationale beleidsdoelen en specifieke regionale informatiebehoeften te voorzien, een logische keuze.

Het meenemen van meetpunten van bestaande monitoringsnetwerken is expliciet toegestaan in de richtlijn. De verwachting is dat dit tot een iets hoger aantal meetpunten in het steekproefontwerp gaat leiden, maar de orde van grootte zal afhangen van het bestaande meetnet en de beleidsdoelen die met de monitoring worden beoogd. Dit is verder uitgewerkt in hoofdstuk 3 van dit rapport.

4.3.4 *EC ondersteuning*

Voor de onderdelen veldwerk, labanalyses en eventueel andere onderdelen van de feitelijke monitoring kan een lidstaat om ondersteuning vragen bij de Europese Commissie (EC) (zie artikel 9 van de richtlijn). De EC evalueert zo'n verzoek en bepaalt een passend niveau van ondersteuning, bijvoorbeeld door het veldwerk en labanalyses over te nemen. Een voordeel van deze steun is dat dit mogelijk kostenbesparend kan zijn. Een mogelijk nadeel is dat de lidstaat dan minder controle heeft over de bemonstering, de opslag van monsters, de metingen, en analyses die worden uitgevoerd. Het is, bijvoorbeeld, niet duidelijk in hoeverre lidstaten zelf mogen bepalen welke methode wordt gebruikt bij de bepaling van de bodemdescriptoren in geval van ondersteuning door de EC. Om voor Nederlandse doeleinden optimaal gebruik te maken van de monitoringsdata die voortkomt uit de richtlijn, is het nuttig om qua meetmethoden zoveel mogelijk aan te sluiten bij de meetmethoden die in Nederland nu gangbaar zijn. Bijvoorbeeld, in de richtlijn wordt de P-Olsen methode voorgeschreven voor bio-beschikbaar fosfor, maar in Nederland wordt deze methode nauwelijks gebruikt in verband met Nederlandse bodemeigenschappen (zuurtegraad, ijzer- en aluminiumoxidegehaltes). Door meetmethoden te harmoniseren naar gebruik in Nederland wordt de relevantie van monitoring voor gebruik in Nederlandse context vergroot. Naast deze onduidelijkheden over de mate van controle van de lidstaat zijn ook de exacte voorwaarden voor en maximale omvang van de steun van de EC nog niet helder.

4.3.5 *Meenemen en harmonisatie meetnetten en data*

De richtlijn biedt de mogelijkheid aan lidstaten om metingen uit andere meetnetten in te brengen in de monitoring voor de richtlijn. Lees voor

overwegingen bij dit onderdeel Hoofdstuk 3 waarin kansen en uitdagingen uitgebreid besproken worden.

4.3.6 *Additionele descriptoren*

Zoals eerder betoogd, kan overwogen worden om met de monitoring informatie te leveren die kan worden ingezet voor nationale of regionale doelen. Zo kunnen bijvoorbeeld additionele descriptoren worden meegenomen uit het CC-NL meetnet ten behoeve van het NPL. In een variant waarin de monitoring ingericht wordt om te voldoen aan informatiebehoeften van provincies zullen ook mogelijk additionele descriptoren die lokaal relevant zijn gemeten kunnen worden. Een groot deel van de kosten voor monitoring ligt besloten in het selecteren, bezoeken en bemonsteren van de locaties. Het is daarmee kosteneffectief om reeds verzamelde bodemmonsters ook te analyseren op andere niet verplichte bodemdescriptoren, omdat de extra kosten zich beperken tot de laboratorium analyse zelf, zeker wanneer het gaat om gestandaardiseerde en gangbare bepalingen. Daarnaast kan het effectief en efficiënt zijn om ook omgevingsdata zoals landgebruik, vegetatie en management vast te leggen op de meetlocaties. De aanvullende omgevingsdata kan zeer relevant zijn om gemeten verschillen in bodemdescriptoren te kunnen duiden. Ook bij de analyse van de data kan dit mogelijk tot efficiëntievoordelen en meer systeembegrip leiden.

4.3.7 *Bodemverontreiniging Bijlage 1 deel B en C*

Voor de invulling van dit gedeelte van de richtlijn is de mate waarin Nederland een beeld wil schetsen van de verspreiding van diffuse bodemverontreiniging en de kosten die daaraan verbonden zijn van belang.

De richtlijn is mede bedoeld om bodemverontreinigingen en bedreigingen voor de bodem door diffuus verspreide en/of niet-genormeerde stoffen voor de lidstaten in beeld te krijgen. Dat sluit aan bij de Nederlandse doelstelling om een landsdekkend beeld te krijgen van de bodembedreigingen als gevolg van al dan niet diffuse bodemverontreiniging en de verspreiding van niet-genormeerde stoffen.

Een minimale uitwerking van de richtlijn in Nederland, door monitoring van alleen een of enkele 'usual suspects', zal slechts beperkt bijdragen aan deze doelstellingen. Dat laat onverlet dat om aan de eisen van de richtlijn te voldoen, meer metalen moeten worden gemeten dan in het standaard stoffenpakket A uit Bijlage J van de Regeling bodemkwaliteit (2022). Het gaat dan om arseen, antimoon, chroom, thallium, en vanadium. Door meer stoffen te meten uit deze regeling, en/of uit de selectie van stoffen die voor de pilot Monitoring Niet-genormeerde Stoffen (pMNS) is gemaakt, kan beter worden aangesloten bij die nationale doelstellingen.

Een belangrijke overweging hierbij zijn de kosten: meer metingen en analyses zullen de kosten verhogen. Daar staat echter tegenover dat laboratoria zijn ingericht op het meten van het standaardstoffenpakket waardoor de meerkosten niet evenredig stijgen indien wordt gekozen om vooral stoffen uit het standaardstoffenpakket op te nemen. Het meten van stoffen buiten het standaardstoffenpakket kan relatief duur

zijn, mede doordat metingen minder gestandaardiseerd zijn. Een mogelijke manier om daar mee om te gaan is door de belangrijkste stoffen en/of de meest kosteneffectief te meten stoffen op te nemen in deel B van Bijlage I van de richtlijn. Stoffen op deze lijst moeten op alle bemonsteringslocaties worden gemeten. Prioriteit van stoffen kan worden bepaald aan de hand van de persistentie, mobiliteit, humane en ecologische toxiciteit, en emissiehoeveelheden. Stoffen waaraan een lagere prioriteit wordt toegekend kunnen worden opgenomen in deel C van bijlage I van de richtlijn. Deze stoffen hoeven dan slechts op een kleinere subset van bemonsteringslocaties te worden gemeten.

4.3.8 *Bodembio*logie

De minimale eis in de richtlijn met betrekking tot het monitoren van bodembio

logie vraagt om DNA metabarcoding voor schimmels en bacteriën op minimaal 5% van de bemonsteringspunten. Het staat lidstaten vrij om meer te doen.

Overwogen kan worden om met de monitoring van de bodembio

logie informatie te leveren die kan worden ingezet voor nationale of regionale doelen. Zo is het voor de ambitie uit het Nationaal Programma Landbouwbodems dat deze bodems duurzaam beheerd worden nodig om inzicht te hebben in de ontwikkelingen in de bodembio

4.3.9 *Exclusies*

logie. Ook voor provinciale natuurherstelplannen is inzicht in de bodembio

²² Uitgaande de simpele aanname dat het aantal bemonsteringspunten recht evenredig met relatieve oppervlakte, en van ongeveer 66% en 15% van het landoppervlakte voor respectievelijk agrarisch gebruik en bos en natuur. Zie voor de oppervlakten: <https://longreads.cbs.nl/nederland-in-cijfers-2021/>

uitvoeringskosten worden bespaard. Het is echter de vraag of nationale en regionale beleidsopgaven geen frequentere metingen nodig hebben. Als voorbeeld kan voor de descriptor gericht op het risico op verzilting overwogen worden om deze niet te meten in gebieden waar de brak(grond)water grens op grote diepte ligt onder het grondwaterniveau²³.

4.3.10 *Kosten*

Zoals Hoofdstuk 2 van dit rapport laat zien kenmerkt de richtlijn zich door de vele keuzemogelijkheden. Het aantal vrijheidsgraden is op dit moment dusdanig groot dat in dit rapport geen inschatting gemaakt kan worden van de kosten van de verschillende scenario's.

De kosten voor monitoring kunnen echter grofweg onderverdeeld worden in de volgende onderdelen:

- Organisatiekosten: de richtlijn zal een continue inzet van mensen vragen voor de organisatie van de monitoring, opleiding en instructie, datamanagement, analyse, innovatie en rapportage.
- Toestemming veldwerk: toestemming regelen bij landeigenaren en -beheerders voor bemonstering. Notabene: Als de monitoring zodanig wordt ingericht dat landeigenaren, zoals boeren, ontlast worden doordat ze zelf minder hoeven te meten, zal het verkrijgen van toestemming makkelijker worden.
- Veldwerk: de bemonstering van bodems, inclusief reis- en verblijfkosten en bemonsteringsbenodigdheden door veldwerkers met de benodigde expertise
- Laboratoriummetingen: de bepaling van de bodemdescriptoren in laboratoria
- Analyse: de controle van de kwaliteit van metingen, data-analyse en statistische toetsing, interpretatie van de meetgegevens en rapportage
- Rapportage: over de monitoringscampagne, de resultaten, bevindingen en conclusies nationaal
- Rapportage naar de Europese Commissie: van de meetresultaten per bodemeenheid, de meetpunten, bodemeenheden, argumentaties voor afwijking en transfer functies, streef- en triggerwaarden, etc.
- Datamanagement: infrastructuur voor datamanagement, en FAIR beschikbaar maken en houden van data
- Opslag: logistiek, opslag en beheer van bodemmonsters

De kosten zijn niet recht evenredig met de schaal van het monitoringsprogramma. Voor alle bovenstaande aspecten van de kosten geldt dat schaalvoordelen de kosten per monster of datapunt zullen verminderen.

Meer specifiek zullen de volgende overwegingen de kosten van de monitoring bepalen:

- Het aantal bemonsteringspunten per bodemeenheid benodigd om aan de onzekerheidsseis uit de richtlijn te voldoen, en voor de gewenste statistische onderscheidingskracht ten behoeve van de

²³ Zie bijvoorbeeld: <https://nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/6963dbd1-5c0b-492d-a794-754e6884791d>

analyse van verschillen tussen gebieden of veranderingen over tijd zichtbaar te kunnen maken

- De omvang van de lijst van organische verbindingen zoals bedoeld in deel B en C van Bijlage I van de richtlijn
- De keuzes die gemaakt worden voor het monitoren van bodembioïologie: aantal locaties en of, en zo ja welke, aanvullende descriptorren gemeten worden
- De mate van ondersteuning voor het veldwerk, de metingen en de analyse door de Europese Commissie.
- De efficiëntievoordelen van het integreren van (meetlocaties van) bestaande meetnetten en doelstellingen op nationaal en provinciaal niveau.

Dit zijn kosten die direct verbonden zijn aan het uitvoeren van de richtlijn. De varianten die hier zijn genoemd zijn, zijn nog onvoldoende uitgewerkt om zinnige uitspraken over de directe kosten te kunnen doen. Duidelijk is wel dat de directe kosten voor variant 3 lager zullen zijn dan voor de andere varianten.

Dat betekent echter niet dat de totale kosten die Nederland maakt voor het monitoren van de bodem in variant 3 ook het laagste zullen zijn. De extra kosten voor variant 1 ten opzichte van variant 3 zijn naar alle waarschijnlijkheid lager dan de kosten van variant 3 op zichzelf. Bovendien grijpt variant 3 niet de koppelkansen aan die er liggen in het combineren van beleidsopgaven en monitoringsbehoeften; synergievoordelen zijn onder anderen te verwachten met betrekking tot de BRO²⁴, KRW²⁵, BOG en WBS. De totale kosten voor Nederland kunnen daardoor met variant 3 toch hoger worden dan voor andere varianten.

Voor alle varianten geldt dat een continu monitoringontwerp (dat wil zeggen, monitoring verspreid over meerdere jaren binnen een monitoringscyclus) de financiële en organisatorische lasten spreidt ten opzichte van een ontwerp waarbij eenmaal per 6 jaar de hele meetcampagne in één jaar wordt uitgevoerd. Als de meetcampagne in één jaar uitgevoerd moet worden vergt dat een grote piek in capaciteit zowel in menskracht als in bijvoorbeeld laboratoriumruimte. Zo'n piek in de uitvoering verhoogt de kosten en kan bij aanzienlijke aantallen bemonsteringslocaties zelfs praktisch onuitvoerbaar worden. Dit mogelijk efficiëntievoordeel moet echter worden afgewogen tegen de mogelijk voordelen van het monitoren om de zes jaar, zoals betere vergelijkbaarheid van data en de mogelijkheden om monitoring bij iedere cyclus aan te passen.

²⁴ <https://basisregistratieondergrond.nl/>

²⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060>

5 Discussie en aanbevelingen

5.1 Discussie

Een gezonde bodem staat aan de basis van een gezonde en duurzame samenleving. Door grote maatschappelijke opgaven zoals de transitie naar een duurzame en circulaire landbouw, het tegengaan van en het aanpassen aan klimaatverandering, natuurherstel, woningbouw en de energietransitie zal de bodem in toenemende mate moeten worden meegenomen in beleidsontwikkeling. Voor sommige van deze opgaven is een gezonde bodem zelfs een essentieel deel van de oplossing. Als eerste Europese wetgeving specifiek op het gebied van bodem biedt de richtlijn bodemmonitoring een unieke kans om beter zicht te krijgen op de staat en trends van de bodemgezondheid in Europa en Nederland. Die kennis is cruciaal om de bodem beter te beschermen en duurzaam te kunnen benutten. Het belang van nationale bodemmonitoring blijkt onder andere uit het feit dat na het beëindigen van LMB en BoBI er in de daaropvolgende jaren verschillende landelijke bodemmeetnetten en -meetcampagnes zijn opgezet om beleidsvragen te kunnen beantwoorden.

De richtlijn beschrijft de randvoorwaarden voor de monitoring en beoordeling van bodemgezondheid maar geeft ook veel keuzevrijheid aan lidstaten. Dit betekent dat er verschillende beleidskeuzes gemaakt moeten worden voor de implementatie. Voor veel onderdelen is wetenschappelijke onderbouwing gewenst. Daarnaast is geconstateerd dat er veel onderlinge afhankelijkheden bestaan tussen de te maken keuzes. Zo heeft de keuze voor bodemdistricten en -eenheden gevolgen voor de steekproefomvang, de mogelijke aansluiting met andere beleidsdoelen, het schaalniveau waarop bepaalde uitspraken kunnen worden gedaan en het vaststellen van niet-bindende duurzame streefwaarden en operationele triggerwaarden.

De keuzevrijheid die de richtlijn biedt geeft mogelijkheden om de monitoring zo in te richten dat de resultaten relevant zijn voor overheden om beleidsdoelen te stellen, te monitoren en te evalueren en mogelijk ook te voorzien in de informatiebehoeften van landeigenaren, -beheerders en andere belanghebbenden. Die keuzevrijheid kan er echter ook voor zorgen dat lidstaten hun monitoring verschillend gaan inrichten. Dit kan ten koste gaan van de vergelijkbaarheid van de data tussen lidstaten. Het is daarbij zoeken naar een balans tussen aan de ene kant harmonisatie tussen lidstaten, en aan de andere kant het ontwikkelen van een monitoringskader dat doelmatig is voor Nederland.

Dit rapport beschrijft drie indicatieve varianten voor implementatie van een bodemmonitoringsprogramma die ieder ingericht zijn op informatievoorziening op verschillende schaalniveaus en voor mogelijk verschillende beleidsdoelen. De uiteindelijke implementatie kan hiervan afwijken of een andere combinatie van de verschillende aspecten zijn. Afhankelijk van de gemaakte keuzes kan de monitoring in meer of mindere mate relevant zijn op nationaal niveau bijvoorbeeld voor het behalen van beleidsdoelen uit het Nationaal Programma

Landbouwbodems (NPL), Nationaal Milieu Programma (NMP), Programma Bodem Ondergrond en Grondwater (BOG), Water en Bodem Sturend (WBS), verbeterprogramma VHR natuurmonitoring, Kaderrichtlijn Water (KRW), de Habitatrichtlijn, de Natuurherstelveordering en de CRCF (Carbon Removals and Carbon Farming Regulation). Ook kan deze informerend zijn voor aanpalende wetgeving zoals de Drinkwaterrichtlijn en de Nitraatrichtlijn. Daarnaast kan op decentraal niveau bodemmonitoring gebruikt worden voor andere beleidsdoelen zoals de Natura2000-verbeterplannen, bodemkwaliteitskaarten en inrichtingsvraagstukken.

Om te kunnen beslissen hoe Nederland de Europese bodemrichtlijn implementeert, zijn een aantal cruciale vragen te beantwoorden voor de verdere uitwerking van een monitoringskader:

- Welke doelen moet monitoring in het kader van de richtlijn dienen?;
- Op welk schaalniveau moet de monitoring informerend zijn?;
- Wat worden de bodemdistricten en -eenheden en op basis van welke criteria worden deze gekozen?;
- In hoeverre is het wenselijk en mogelijk om aan te sluiten op bestaande monitoringsnetwerken?;
- Welke bodemdescriptoren worden door Nederland vastgesteld naast de verplichte descriptoren en met welk doel?

In Nederland is bodembeleid deels gedecentraliseerd, waarbij de verantwoordelijkheden en bevoegdheden op het gebied van bodembeleid bij decentrale overheden liggen. Het risico bestaat dat als het monitoringskader zich alleen richt op het verkrijgen van een algemeen beeld van de staat van de bodem in Nederland (monitoringsvariant 2 of 3, zie hoofdstuk 4.2) dit niet fijnmazig genoeg is om op decentraal niveau beleid te ondersteunen. De monitoring kan dan weliswaar trends, knelpunten en positieve ontwikkelingen op nationaal niveau signaleren, maar de koppeling met handelingsperspectieven op lokaal of regionaal niveau blijft dan beperkt of vraagt aanvullend onderzoek.

Het hierboven genoemde vraagstuk over koppeling met handelingsperspectief raakt daarmee ook aan een ander cruciaal onderdeel van de richtlijn, namelijk de beoordeling van de bodemgezondheid. Dit wordt gedaan op basis van niet-bindende duurzame streef- en operationele triggerwaarden voor bodemdescriptoren en/of het identificeren van kritisch verlies van ecosysteemdiensten. Een over- of onderschrijding van de triggerwaarde geeft aanleiding om landeigenaren en -beheerders te voorzien van informatie en andere ondersteuning om de gezondheid van de bodem in een bepaald gebied te verbeteren. Kernvragen voor het onderdeel van de beoordeling van de bodemgezondheid zijn daarmee:

- Wat zijn de beschermdoelen en wat zijn de grondslagen voor het vaststellen van de streef- en triggerwaarden, en;
- Wat zijn de handelingsperspectieven om de bodemgezondheid te verbeteren?

Met andere woorden, wat moet beschermd worden, waarnaar streven we, en welke maatregelen kunnen worden genomen om bodemgezondheid te verbeteren?

Het meenemen van bestaande monitoring kan op verschillende niveaus plaatsvinden. Het biedt zowel belangrijke kansen, zoals het eerder mogelijk maken van trendanalyses, het informeren van het steekproefontwerp, efficiëntie in veldwerk en dataverwerking en het koppelen van meerdere beleidsdoelstellingen, maar gaat ook gepaard met enkele uitdagingen (zie hoofdstuk 3.2). In dit rapport wordt een overzicht gegeven van bestaande en eerdere Nederlandse monitoringsnetwerken. De analyse laat zien dat deze allemaal in meer of mindere mate afwijken van de opzet die wordt gevraagd in de richtlijn en dat er daarom uitdagingen zijn om ze te kunnen gebruiken. Tegelijkertijd bieden ze allemaal waardevolle koppelmogelijkheden met de monitoring in het kader van de richtlijn, zij het op verschillende manieren en in verschillende mate.

Er zijn in Nederland verschillende meetnetten die bodems bemonsteren, zie hoofdstuk 3.3. Over CC-NL, IMN, LMM, LUCAS, NBI en pMNS wordt geconcludeerd dat het zinvol is om nader te onderzoeken of eventuele verschillen in gebruikte laboratorium- en veldprotocollen te overbruggen zijn en hoeveel van de meetpunten uit deze netwerken kunnen worden opgenomen in het nieuwe monitoringsontwerp. Aangezien CC-NL qua omvang, metingen en monitoringsopzet het meest van alle bestaande meetnetten overeenkomt met de monitoring zoals vereist in de richtlijn is het logisch om deze specifieke mogelijkheden en uitdagingen als eerste voor CC-NL te onderzoeken. Van IMN, LMM, NBI, en pMNS wordt daarnaast geconcludeerd dat de meerwaarde van het opnemen van deze meetlocaties ligt in de aanvullende informatie die in deze netwerken wordt gegenereerd, zoals bosgebieden (NBI), stedelijk gebied (pMNS), grond- en oppervlaktewatermetingen (LMM, IMN) of een uitgebreidere set aan chemische bodemverontreinigingen (pMNS). Dit kan helpen de oorzaken van gemeten veranderingen in de bodemgezondheid te begrijpen op ecosysteemniveau, wat kan bijdragen aan het bieden van effectief handelingsperspectief.

Concluderend, de monitoring in het kader van de richtlijn zal bijdragen aan betere kennis van de gezondheid van de bodem in Nederland. In hoeverre deze kennis daadwerkelijk benut kan worden voor beleid en het nemen van effectieve maatregelen ter bescherming en verbetering van de bodem is afhankelijk van aan welke beleidsdoelen de monitoring wordt gekoppeld en het gekozen schaalniveau. De toegevoegde waarde van de richtlijn voor Nederland wordt mede bepaald door de mate waarin het monitoringskader aansluit bij de behoeften van het Rijk, decentrale overheden, landeigenaren en -beheerders uit verschillende sectoren en andere stakeholders. Voor de ontwikkeling van een breed gedragen monitoringskader dat relevant is voor beleid en samenleving is het daarom essentieel om een proces in te richten waarmee de wensen en behoeften van stakeholders in kaart worden gebracht en duidelijke beleidskeuzes te maken over de doelen van de monitoring en vervolgens het monitoringkader daar op in te richten.

5.2 Aanbevelingen

Om te komen tot een breed gedragen monitoringskader dat relevant is voor beleid en samenleving worden de volgende aanbevelingen gedaan. Deze aanbevelingen zijn deels gebaseerd op de verschillende hoofdstukken van dit rapport en zijn deels tot stand gekomen op basis van discussies binnen het onderzoeksteam. Hierdoor zijn ook enkele aanbevelingen opgenomen die niet direct voortkomen uit de afzonderlijke hoofdstukken. Sommige van de onderstaande aanbevelingen zijn inmiddels opgepakt in het vervolgtraject dat in 2026 is begonnen. De onderdelen van dit vervolgtraject staan beschreven in Tabel B3.

Doelen: Stel de belangrijkste doelen van de monitoring duidelijk en zo precies mogelijk vast en richt de monitoring zo in dat deze in staat is om die specifieke doelen te bereiken. Daarbij hoort ook de keuze om verschillende doelen in een monitoringsnetwerk te combineren en de keuzes om wel of niet aan te sluiten bij specifieke andere beleidsopgaven en wetgeving. Zie hiervoor onder andere de verschillende monitoringsvarianten als startpunt in deze afweging.

Behoeften (de)centrale overheden: Bodembeleid in Nederland is deels gedecentraliseerd. Om de mogelijkheden van monitoring in het kader van de richtlijn beter te laten aansluiten bij behoeften van decentrale overheden wordt aanbevolen om hun behoeften nauwkeurig in kaart te brengen om zo te achterhalen welke koppel- en synergiekansen er liggen. Betrek regionale overheden ook in het ontwerp, om monitoring zo in te richten dat het hun doelen kan dienen. Hier kan ook bij horen dat wordt gekeken hoe provinciale of gemeentelijke bodemmonitoring kan aansluiten op de monitoring in het kader van de richtlijn en andersom. Enerzijds in het steekproefontwerp en de stratificatie van bodemeenheden, en anderzijds in het in kaart brengen van relevante additionele bodemdescriptoren en afstemming van wie wat monitort. Het is mogelijk ook nuttig om decentrale overheden te betrekken bij het vaststellen van niet-bindende duurzame streefwaarden en operationele triggerwaarden, en dan specifiek voor beantwoording van de vragen als: wat beschermd moet worden, waarnaar gestreefd moet worden, en welke maatregelen kunnen worden genomen.

Betrekken andere belanghebbenden: De mate van succes van de monitoring hangt ook af van het bredere draagvlak voor de monitoring. Ook de kennis, wensen en behoeften van landeigenaren en -beheerders uit de agrarische sector, natuurorganisaties en wetenschap zijn belangrijk om mee te nemen in de ontwikkeling van een monitoringskader. Betrek daarom een brede groep aan stakeholders om draagvlak te creëren en zo impact te kunnen maken. Daarbij hoort bijvoorbeeld ook het in kaart brengen van relevante additionele bodemdescriptoren en, vergelijkbaar met een mogelijk rol van decentrale overheden op dit onderdeel, het laten meedenken over niet-bindende duurzame streefwaarden en operationele triggerwaarden.

Koppelkansen meetnetten: Dit rapport beschrijft de mogelijkheden en de uitdagingen van het meenemen van bestaande meetnetten in de monitoring volgens de richtlijn. Het benutten van geleerde lessen uit

eerdere monitoring en gebruik van bestaande data, bijvoorbeeld voor het vaststellen van bodemeenheden en het informeren van het steekproefontwerp, is vrijwel altijd mogelijk. Wanneer bestaande meetlocaties of gehele meetnetten worden geïntegreerd in de nieuwe monitoring ontstaan er uitdagingen, maar wellicht ook mogelijkheden tot meer systeembegrip en efficiëntie. Deze dienen te worden geadresseerd en beoordeeld voordat een definitief besluit kan worden genomen over het al dan niet koppelen van verschillende meetnetten. Een besluit over welke doelstellingen de monitoring in het kader van de richtlijn moet dienen helpt om de specifieke mogelijkheden, uitdagingen en oplossingen te identificeren. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is om te onderzoeken wat het meenemen van bestaande meetlocaties betekent voor het steekproefontwerp en de efficiëntie in het uitvoeren van metingen. Daarbij moet worden vastgesteld in welke mate aanvullende locaties moeten worden geselecteerd om een representatief beeld te kunnen schetsen van de bodemgezondheid in Nederland. Daarnaast is het van belang om te onderzoeken in hoeverre de gebruikte laboratorium- en veldprotocollen van relevante meetnetten te combineren zijn, en welke oplossingen voorhanden zijn om eventuele verschillen te overbruggen. Specifiek voor de meetnetten CC-NL, LMM, IMN, LUCAS, NBI en pMNS wordt aanbevolen om de impact op het steekproefontwerp en de mogelijkheden tot harmonisatie van lab- en veldprotocollen nader te onderzoeken. Door de omvang en opzet ligt het daarbij voor de hand dit eerst te onderzoeken voor CC-NL.

Harmonisatie: Door de grote keuzevrijheid die de richtlijn biedt bestaat het risico dat lidstaten de monitoring verschillend inrichten wat kan resulteren in beperkte vergelijkbaarheid van de monitoringsdata tussen landen. De wet biedt mogelijkheden om de monitoring iedere cyclus aan te passen, maar het is een uitdaging om een eenmaal ingerichte monitoring te veranderen zonder dat dit de vergelijkbaarheid van data negatief beïnvloedt en resulteert in een trendbreuk. Het is daarom aan te raden om in een vroeg stadium af te stemmen met andere lidstaten in Europa zodat zo veel mogelijk vergelijkbare keuzes en methoden worden gebruikt en het doel van harmonisatie van bodemmonitoring in Europa binnen bereik blijft zonder dat dit de Nederlandse doelen in de weg staat. Harmonisatie van bodemmonitoring in Europa maakt het onder andere makkelijker om samen te werken, af te stemmen met betrekking tot bodembeleid en om kennis uit te wisselen op methodologisch niveau.

EU guidance ontwikkeling: Veel ondersteuning die vanuit de EU wordt ontwikkeld zal niet tijdig beschikbaar komen om volledig meegenomen te worden in de ontwikkeling van nationale wet- en regelgeving. Daarom wordt aanbevolen om actief deel te nemen aan de guidance ontwikkeling in 'EU-expert group' overleggen die in het kader van de richtlijn worden georganiseerd door de EU. Op die manier kan toch gebruik gemaakt worden van inzichten die op EU-niveau worden ontwikkeld.

Streef- en triggerwaarden: De niet-bindende duurzame streef- en operationele triggerwaarden zijn de link tussen de monitoring, het beleid en de maatregelen om de bodemgezondheid te verbeteren. De streef- en triggerwaarden kunnen op verschillende manieren worden bepaald en onderbouwd. De getalswaarden van de streef- en triggerwaarden

hangen af van de te kiezen doelen. De basis van een streef- en triggerwaarde hangt (vaak) ook af van het bodemtype en landgebruik. Inventariseer daarom mogelijke grondslagen voor streef- en triggerwaarden en beslis welke te gaan toepassen, ook met betrekking tot de indeling van de bodemeenheden.

Praktische uitvoering monitoring en toestemmingverlening: De monitoring in het kader van de richtlijn betreft een integrale monitoring van chemische, fysische en biologische aspecten in alle bodem- en landgebruikstypen van Nederland. Uitvoering vraagt om expertise uit verschillende disciplines. Mede daardoor kost het proces van inrichting van de monitoring tijd. Ga daarom al in een vroeg stadium in gesprek met mogelijke uitvoerders van veldwerk, laboratoriumanalyse en data-analyse om mogelijkheden en uitdagingen te identificeren en problemen met de uitvoer al voortijdig te identificeren en op te lossen. Het verkrijgen van toestemming voor de bemonstering van bodems bij landeigenaren en -beheerders is erg tijdsintensief. Het wordt daarom sterk aanbevolen om hier vroeg mee te beginnen en waar mogelijk gebruik te maken van bestaande netwerken om zodoende de efficiënte en de acceptatiegraad van het verkrijgen van toestemming te verhogen.

Eén- of meerjarig monitoringsontwerp: De richtlijn geeft ruimte om de monitoring van bemonsteringslocaties in één jaar uit te voeren of verspreid over meerdere jaren waarbij ieder jaar een deel van de locaties wordt bemonsterd. Bemonstering in één jaar zal resulteren in een zesjaarlijkse piek in benodigde capaciteit en budgetten en zal daarmee de efficiëntievoordelen van routinematig onderzoek niet benutten. Tegelijkertijd zal de data-analyse makkelijker zijn omdat meer discrete tijdsperiodes worden toegepast en dit expliciet ruimte geeft om bijvoorbeeld te onderzoeken of verbeteringen in het ontwerp mogelijk zijn of verdere data-analyse te doen. Het is daarom goed om in een vroeg stadium de mogelijkheden en uitdagingen te onderzoeken voor het opzetten van of een éénjarig of een meerjarig monitoringsontwerp.

Data-infrastructuur: de richtlijn schrijft voor dat lidstaten hun monitorings- en bodemgezondheidsdata op geaggregeerd niveau moeten ontsluiten via een EU-dataportaal. Voor optimaal gebruik van deze data voor beleid, onderzoek en landeigenaren en -beheerders is het daarnaast wenselijk om de data ook beschikbaar te stellen via een nationaal dataportaal zodat deze eenvoudig toegankelijk en bruikbaar is. Een aanbevolen eerste stap is om vast te stellen welke functionaliteit daarbij gewenst is. Daarbij moet er rekening mee worden gehouden dat er verschillende typen data uit de richtlijn zullen voortkomen (bijv. chemische, fysische, en biologische bodemdescriptor data, data over bodemafdekking- en verwijdering, data over verontreinigde locaties, etc.). In Nederland is het via de Wet Basisregistratie Ondergrond (Wet Bro, 2018) verplicht om publiek gegenereerde data van de bodem en de diepere ondergrond in de BRO²⁶ toegankelijk te maken. Het is logisch om in een vroeg stadium te onderzoeken of alle data die volgens de richtlijn verzameld moet worden in de BRO beschikbaar gemaakt kan worden en of dit systeem de gewenste functionaliteit kan bieden. Mocht dat niet het geval zijn dan kan overwogen worden om een alternatief of aanvullend

²⁶ <https://basisregistratieondergrond.nl/>

systeem op te zetten, mede met het oog op EU-rapportage verplichtingen en koppeling met andere typen data

Bodemarchieven: de richtlijn schrijft voor dat lidstaten een representatief gedeelte van hun bodemmonsters opslaan in fysieke bodemmonsterarchieven voor ten minste twee monitoringscycli. Deze archieven zijn belangrijk om aanvullende metingen te kunnen uitvoeren op bestaande monsters, bijvoorbeeld om nieuwe vragen te beantwoorden, en voor de validatie en het met terugwerkende kracht toepassen van nieuwe meetmethoden, zodat bodemgegevens uit verschillende meetrondes met elkaar kunnen worden vergeleken. Gezien de te verwachten omvang van de bodemmonitoring in het kader van de richtlijn is het belangrijk in een vroeg stadium te beginnen met het organiseren van of het aansluiten op een bestaand fysiek bodemarchief.

Bodem biodiversiteit: De biodiversiteit in de bodem staat aan de basis van de levering van ecosysteemdiensten en daarmee een duurzame samenleving. In vergelijking met bovengrondse biodiversiteit is de omvang, de verspreiding en de diversiteit en functionaliteit van het leven in de bodem echter nog beperkt bekend wat ook beperkend kan zijn voor de inschatting van kritisch verlies van ecosysteemdiensten. De landelijke monitoring in het kader van de richtlijn biedt kansen om de ondergrondse biodiversiteit beter in kaart te brengen. Een inventarisatie van de benodigde meetdichtheid en te meten biologische bodemparameters die een representatief beeld kunnen geven van de biodiversiteit van de bodem is daarom gewenst.

Dankwoord

De volgende personen (op alfabetische volgorde) hebben met hun inbreng bijgedragen aan dit rapport en worden bedankt voor hun inzet en tijd: Jacqueline Claessens (RIVM), Richard van Duijnen (RIVM), Anna Edlinger (WENR), Saskia Keesstra (WENR), Jasper Lackin (Provincie Overijssel), Fleur van Langen (Provincie Noord-Holland), Bas Lerink (WENR), Floris Naus (RIVM), Marieke Oosterwoud (RIVM), Paul Oude Boerrigter (Provincie Gelderland), Leo Posthuma (RIVM), Wim van der Putten (NIOO-KNAW), Marthe van Russen Groen (Ambient), Michiel Rutgers (RIVM), Niels Schoffelen (RIVM), Job Spijker (RIVM), Theo Traas (RIVM), Dorothée van Tol-Leenders (WENR), Arjen Wintersen (RIVM) en Hessel Woolderink (WENR).

Literatuur

Ambient (2024) Impactanalyse 2024 EU-bodemonitoringsrichtlijn.
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/2025/01/21/bijlage-2-impactanalyse-2024-eu-bodemonitoringsrichtlijn>

Besluit bodemkwaliteit (2024)
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0022929/2025-07-01>

Soil Regions of the European Union and Adjacent Countries 1:5,000,000 (2005) [dataset] Geraadpleegd op 30/04/2026,
<http://data.europa.eu/88u/dataset/ae71ffee-1ae9-4624-ae3f-f49513fe9dcb>

EC (2019)) Mededeling van de Commissie – De Europese Green Deal.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640>

EC (2021) Mededeling van de Commissie aan het Europees Parlement, de Raad, het Europees Economisch en Sociaal Comité en het Comité van de Regio's – EU-bodemstrategie voor 2030 profiteren van de voordelen van een gezonde bodem voor mens, voedsel, natuur en klimaat.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0699>

EC (2025) EU mission, a soil deal for Europe.
<https://data.europa.eu/doi/10.2777/4948116>

EEA (2025) Europe's environment 2025 - Main report – Europe's environment and climate: knowledge for resilience, prosperity and sustainability. European Environmental Agency, EEA report 11/2025.
<https://doi.org/10.2800/3817344>

van Egmond, F. M., Andrenelli, M. C., Arrouays, D., Aust, G., Bakacsi, Z., ... & Yahiaoui, R. (2021). Report on harmonized procedures for creation of databases and maps. Zenodo.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.12704083>

van den Elsen, E., van Tol-Leenders, D., Teuling, K., Römkens, P., de Haan, J., Korthals, G., & Reijneveld, A. (2020). De staat van de Nederlandse landbouwbodems in 2018: Op basis van beschikbare landsdekkende dataset (CC-NL) en bodem-indicatorenlijst (BLN). Wageningen Environmental Research rapport No. 3048). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/537281>

EU (1991) Richtlijn 91/676/EEG van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/676/oj>

EU (2000) Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>

EU (2016) Richtlijn (EU) 2016/2284 van het Europees Parlement en de Raad van 14 December 2016 betreffende de vermindering van de nationale emissies van bepaalde luchtverontreinigende stoffen, tot wijziging van Richtlijn 2003/35/EG en tot intrekking van Richtlijn 2001/81/EG. <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2016/2284/2024-02-06>

EU (2018) Verordening (EU) 2018/841 van het Europees Parlement en de Raad van 30 mei 2018 inzake de opname van broeikasgasemissies en -verwijderingen door landgebruik, verandering in landgebruik en bosbouw in het klimaat- en energiekader 2030, en tot wijziging van Verordening (EU) nr. 525/2013 en Besluit nr. 529/2013. <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/841/2023-05-11>

EU (2024) Verordening (EU) 2024/1991 van het Europees Parlement en de Raad van 24 juni 2024 inzake natuurherstel en tot wijziging van Verordening (EU) 2022/869. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj>

EU (2025) Richtlijn (EU) 2025/2360 van het Europees Parlement en de Raad van 12 november 2025 inzake bodemmonitoring en bodemveerkracht (richtlijn bodemmonitoring). <http://data.europa.eu/eli/dir/2025/2360/oj>

EUSO (2025) Soil Degradation Dashboard. <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/euso/euso-dashboard>. Geraadpleegd op 30-04-2026.

FAO & ITPS (2015) Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.

Finke, P. A., de Gruijter, J. J., & Visschers, R. (2001) Status 2001 Landelijke Steekproef Kaarteenheden en toepassingen Gestructureerde bemonstering en karakterisering Nederlandse bodems. Alterra-Rapport 38, Alterra. <https://edepot.wur.nl/27713>

Hanegraaf, M., van den Elsen, E., de Haan, J., & Visser, S. (2019) Bodemkwaliteitsbeoordeling van landbouwgronden in Nederland - indicatorset en systematiek, versie 1.0. Rapport WPR-795, <https://edepot.wur.nl/498307>

IenW (2024) Verzamelbrief bodem en ondergrond november 2024. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/2024/11/12/verzamelbrief-bodem-en-ondergrond>

IenW (2022) Kamerbrief over rol Water en Bodem bij ruimtelijke ordening. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2022/11/25/water-en-bodem-sturend>

IenW (2023) Kamerbrief over de voortgang van het Nationaal MilieuProgramma.

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/2023/07/14/nationaal-milieuprogramma-voortgang>

Jones, A., Fernandes-Ugalde, O., Scarpa, S. & Eiselt, B., (2021) LUCAS soil 2022 – ISSG planning document, Publications Office, 2021,

<https://data.europa.eu/doi/10.2760/74624>

Knotters, M., Teuling, K., Reijneveld, A., Lesschen, J. P., & Kuikman, P. (2022) Changes in organic matter contents and carbon stocks in Dutch soils. *Geoderma*, 414, 115751.

<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2022.115751>

LVVN (2024) Brief van de staatssecretaris van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur.

<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/kst-33576-401.pdf>

LVVN (2025) Nationaal Programma Landbouwbodems. Publicatie-nr. 0125-00. <https://open.overheid.nl/documenten/43cbde84-e255-4601-8f15-3722817ced45/file>

Mason, E., Cornu, S., Arrouays, D., Fantappiè, M., Jones A., ... & Bispo, A. (2025) Monitoring Systems of Agricultural Soils Across Europe Regarding the Upcoming European Soil Monitoring Law. *European Journal of Soil Science* 76, no. 4: e70163.

<https://doi.org/10.1111/ejss.70163>

Matson, A., Verzandvoort, S., Teuling, K., Cruijssen, J., Tol-Leenders, D. & Reijneveld, A. (2026) Kwaliteit van de Nederlandse bodem – Toestand in 2024 en veranderingen in de periode 2018-2024 Wageningen, Wageningen Environmental Research.,

<https://doi.org/10.18174/716121>, (publicatie in voorbereiding).

Naus, F.L. & van Uffelen, S.Z.W. (2026) Leidraad Monitoring Grondwaterkwaliteit. RIVM-rapport 2026-0011.

<https://doi.org/10.21945/RIVM-2026-0011>

Negash, A., van Leeuwen, T.C., Hoogeveen, M.W. & Oltmer, K. (2024) Minerals Policy Monitoring Programme report 2019–2022 – Methods and procedures. RIVM report 2024-0107. <https://doi.org/10.21945/RIVM-2024-0107>

Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (2020) De bodem bereikt?! Rli 2020/02

Regeling Bodemkwaliteit (2022) Regeling van de Minister van Infrastructuur en Waterstaat, van 15 december 2022, nr. IENW/BSK-2022/306782, houdende regels over de milieuhygiënische kwaliteit van bouwstoffen, grond en baggerspecie.

<https://wetten.overheid.nl/BWBR0047808/2026-01-31>

Rutgers, M. & Dirven-van Breemen, L. (2012) Een gezonde bodem onder een duurzame samenleving. RIVM rapport 607406001.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607406001.html>

Schouten, A. J., Brussaard, L., De Ruiter, P. C., Siepel, H., & van Straalen, N. M. (1997) Een indicatorsysteem voor life support functies van de bodem in relatie tot biodiversiteit. RIVM Rapport 712910005.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/712910005.html>

Schouten, A.J., Rutgers, M., & Breure, A.M. (2001) BoBI op weg. Tussentijdse evaluatie van het project Bodembioologische Indicator. RIVM rapport 680718002.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/607604002.html>

Spijker, J., Schouten, A.J., van der Hoek, K.W. & Wattel-Koekkoek, E.J.W (2009) Evaluatie van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. RIVM rapport 680718002.

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/680718002.html>

Teuling, K., Lesschen, J.P., Reijneveld, A. J., Knotters, M., Crujisen, J.J.P. & Van Tol-Leenders, D. (2026, in voorbereiding) Koolstofvoorraad van de Nederlandse bodem. Deelrapport van de studie Koolstofvoorraad en kwaliteit van de Nederlandse bodem - Toestand in 2024, veranderingen in de periode 2018-2024 en innovaties in monitoring. Wageningen Environmental Research Rapport (publicatie in voorbereiding)

van Tol-Leenders, D., Knotters, M., de Groot, W., Gerritsen, P., Reijneveld, A., van Egmond, F., Wösten, H., & Kuikman, P. (2019). Koolstofvoorraad in de bodem van Nederland (1998-2018): CC-NL. Wageningen Environmental Research rapport No. 2974. Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/509781>

van Tol-Leenders, D., Bakema, G. Crujisen, J., Edlinger, A., van den Elsen, E., Knotters, M., Lesschen, J.P., Matson, A., Reijneveld, A., & Teuling, K. (2026) Koolstofvoorraad en kwaliteit van de Nederlandse bodem - Toestand in 2024, veranderingen in de periode 2018-2024 en innovaties in monitoring (CC-NL) - Syntheserapport. Wageningen, Wageningen Environmental Research, <https://doi.org/10.18174/716117>, (publicatie in voorbereiding)

Soil Regions of the European Union and Adjacent Countries 1:5,000,000. (2005). [Data set]. <http://data.europa.eu/88u/dataset/ae71ffee-1ae9-4624-ae3f-f49513fe9dcb>

Wattel-Koekkoek, E.J.W., van Vliet, M.E., Boumans, L.J.M., Ferreira, J., Spijker, J. & van Leeuwen, T.C. (2012) De bodemkwaliteit in Nederland in 2006-2010 en de verandering ten opzichte van 1993-1997: Resultaten van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit. RIVM rapport 680718003,

<https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/680718002.html>

Vlaar, L., Klarenberg, I., Dirven-van Breemen, L., Toxopeus, I. & Swart, E. (2026, in voorbereiding) Biologische indicatoren in het kader van de EU richtlijn bodemmonitoring. RIVM rapport (publicatie in voorbereiding)

Wintersen, A., Spijker, J., Driven-van Breemen, L. & van Wijnen, H. (2020) Achtergrondwaarden perfluoralkylstoffen (PFAS) in de Nederlandse landbodem. RIVM rapport 2020-0100.
<https://doi.org/10.21945/RIVM-2020-0100>

Wageningen Environmental Research (2025) Bodemkundige Grondsoortenkaart. www.bodemdata.nl; geraadpleegd op 07-03-2026.

WUR (2026) Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN).
<https://data.overheid.nl/dataset/a6ff7821-74ca-4a0e-83d4-60fcb7d40063>

Wet Bro (2024) Wet basisregistratie ondergrond.
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0037095/2026-06-04>

Bijlage 1 Tabellen

Tabel B1 Vragen per onderdeel van de richtlijn van de richtlijn analyse

| Onderdeel | Vragen |
|-------------------------|---|
| Artikel 4 tot en met 10 | Benoemt de paragraaf een verplichting? Zo ja, ten aanzien van wat? |
| | Benoemt de paragraaf een keuzemogelijkheid? Zo ja, ten aanzien van wat, en zijn er opties of is het vrije keuze? |
| | Benoemt het artikel of paragraaf een verantwoordelijke partij? Zo ja, wie, en ten aanzien van wat? |
| | Wordt er gerefereerd naar een ander artikel en/of paragraaf of een bijlage van de richtlijn? |
| | Wordt er gerefereerd naar een andere wet? Zo ja, welke, en volgt daar een verplichting uit voor de lidstaten? |
| | Overige opmerkingen: valt nog iets anders op, staat er nog een onduidelijkheid in? Etc. |
| Bijlage I, Deel A-C | Voor de descriptoren in bijlage I deel A en B in de derde kolom, en voor de descriptoren in bijlage I, deel C in de tweede kolom, benoemt deze rij een keuzemogelijkheid voor een lidstaat? Zo ja, ten aanzien van wat? |
| | Voor descriptoren in bijlage I deel A en B in de vierde kolom, is de exclusie relevant voor Nederland? Zo ja, volgt hier een keuzemogelijkheid uit? |
| | Overige opmerkingen tav Annex I: valt nog iets anders op, staat er nog een onduidelijkheid in? |
| Bijlage II, Deel A | Benoemt de regel/subparagraaf een verplichting? Zo ja, ten aanzien van wat? |
| | Benoemt de regel/subparagraaf een keuzemogelijkheid? Zo ja, ten aanzien van wat, en zijn er opties of is het vrije keuze? |
| | Overige opmerkingen: valt nog iets anders op, staat er nog een onduidelijkheid in, heeft deze regel nog belangrijk implicaties voor het monitoringsontwerp? |
| Andere hoofdstukken | Staat er iets in het artikel of paragraaf dat impact kan hebben op de monitoring zoals beschreven in artikelen 4-9? Zo ja, (kort) wat? |

Tabel B2 Overzicht van betrokkenen per meetnet waarmee gesproken is om de kansen en uitdagingen per meetnet te identificeren

| Meetnet | Betrokkene(n) |
|------------|----------------------------------|
| CC-NL | Dorothee van Tol-Leenders (WENR) |
| IMN | Lieke Vlaar (RIVM) |
| LMB + BoBI | Job Spijker (RIVM) |

| Meetnet | Betrokkene(n) |
|----------------|--|
| LMM | Richard van Duijnen en Marieke Oosterwoud (beide RIVM) |
| LMG | Floris Naus (RIVM) |
| LUCAS | Fenny van Egmond en Amanda Matson (beide WENR) |
| NBI | Bas Lerink (WENR) |
| pMNS | Arjen Wintersen (RIVM) |
| SoilProS | Wim van der Putten (NIOO-KNAW) |

Tabel B3 Overzicht van taakvelden gedefinieerd in een opdrachten van het ministerie van IenW aan het RIVM en WENR in 2026 om het raamwerk voor monitoring verder uit te werken. Sommige van de aanbevelingen van dit rapport worden al opgepakt in deze opdrachten.

| Taakveld | Korte beschrijving taakveld |
|--|--|
| Kaders voor het vaststellen voor streef en triggerwaarden | Voor bodemdescriptoren in deel A en B van Bijlage I van de richtlijn moeten streef- en triggerwaarden worden vastgesteld (of waar nodig aangepast in het geval voor streefwaarden voor Deel A bodemdescriptoren). In dit taakveld zal per bodemdescriptor onderzocht worden welke kaders gebruikt kunnen worden voor vaststellen van de waarden en zal waar mogelijk een voorstel gedaan worden voor een te gebruiken kader. |
| Verkenning voor mogelijkheden beoordeling van kritiek verlies van ecosysteemdiensten | Voor de beoordeling van Deel C bodemdescriptoren moet nagegaan worden of er sprake is van kritiek verlies van ecosysteemdiensten. In dit taakveld wordt verkend welke kaders er zijn om kritiek verlies van ecosysteemdiensten te beoordelen. |
| Voorstel voor indeling van bodemeenheden en steekproefontwerp | In dit taakveld wordt een voorstel gedaan voor de indeling van bodemeenheden en het steekproefontwerp. Dit wordt gedaan door middel van een iteratiefproces waarin beslissingen, beleidsopties of wensen van de opdrachtgever (het ministerie van IenW) doorgerekend worden om zo besluitvorming door IenW te ondersteunen. |
| Voorstel voor welke chemische stoffen op te nemen Bodemverontreiniging Deel B en C | Binnen dit taakpakket wordt een voorstel gedaan voor welke chemische stoffen opgenomen kunnen worden in Deel B en Deel C van Bijlage I. Ook dit is een iteratiefproces waarbij wensen en beleidsoverwegingen worden meegenomen. |

| Taakveld | Korte beschrijving taakveld |
|---|--|
| Streef- en triggerwaarden en meetmethoden: Extraheerbare fosfor | Na vaststellen van het te gebruiken kader voor afleiden van streef- en triggerwaarden wordt in dit taakveld deze waarden afgeleid voor de bodemdescriptor extraheerbare fosfor. Daarnaast worden mogelijk te gebruiken meetmethoden voor deze bodemdescriptor onderzocht |
| Streef- en triggerwaarden en meetmethoden: SOC en SOC voorraden | Idem voor bodemdescriptor SOC en SOC voorraden |
| Streef- en triggerwaarden en meetmethoden: Verdichting in de ondergrond | Idem voor bodemdescriptor verdichting in de ondergrond |
| Streef- en triggerwaarden en meetmethoden: Waterinfiltratie en -retentie | Idem voor de waterinfiltratie- en retentie bodemdescriptoren |
| Streef- en triggerwaarden en meetmethoden: Bodemerosie | Idem voor de bodemdescriptor bodemerosie |
| Streef- en triggerwaarden en meetmethoden: Verziltiging | Idem voor de bodemdescriptor verziltiging |
| Streef- en triggerwaarden en meetmethoden: Chemische stoffen Deel B | In dit kader worden bestaande chemische normen in Nederland onderzocht op relevantie voor de richtlijn en wordt waar mogelijk een voorstel gedaan voor streef- en triggerwaarden voor chemische stoffen opgenomen in deel B van de richtlijn. |
| Ontwerp bodem biologische monitoring | De richtlijn verplicht metabarcoding van schimmels en bacteriën in ten minste 5% van de bemonsteringslocaties maar biedt ruimte om ook andere biologische descriptoren vast te stellen. In dit taakveld wordt een voorstel gedaan voor een ontwerp voor de biologische monitoring. |
| Meetmethoden voor Deel C bodemdescriptoren (verdichting bovengrond, pH, stikstof, niet: chemie en biologie) | In dit taakveld wordt geadviseerd over de te gebruiken meetmethoden voor Deel C bodemdescriptoren |
| Additionele descriptoren en bijbehorende meetmethoden | In dit taakveld wordt geadviseerd over welke additionele bodemdescriptoren opgenomen kunnen worden en welke meetmethoden daar bij horen |
| Deelname internationale overleggen en | Binnen dit taakveld wordt deelgenomen en bijgedragen aan 'EU expert group' overleggen |

| Taakveld | Korte beschrijving taakveld |
|---|---|
| Deelname overleggen binnen Nederlandse implementatiespoor | Binnen dit taakveld wordt deelgenomen en bijgedragen aan Nederlandse implementatietraject-overleggen georganiseerd door IenW |
| Kostenraming | In dit taakpakket zal een grove kostenraming voor verschillende varianten van monitoring worden gemaakt op basis van best beschikbare informatie. |

Bijlage 2 Provinciale meetnetten

Bodemmeetnet Noord-Holland

Het bodemmeetnet van de provincie Noord-Holland is opgezet als een gestratificeerde aselechte steekproef om de bodemkwaliteit statistisch representatief in kaart te brengen. In het meetnet zijn honderden locaties bemonsterd, verdeeld over verschillende combinaties van bodemtype, landgebruik en hydrologische omstandigheden. Het doel was om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over bodemkenmerken zoals organische stof, nutriënten en pH op provinciaal niveau. De opzet maakt het mogelijk om gemiddelden en verdelingen te schatten voor verschillende bodem- en landgebruikseenheden. Het meetnet is primair gericht op populatieschattingen en minder op het detecteren van lokale hotspots. De resultaten kunnen worden gebruikt voor beleidsmatige evaluaties en als referentie voor toekomstige monitoring.

Meer informatie: <https://edepot.wur.nl/18844>

Groningen – PFAS Bodemkwaliteitskaart (2020–2021)

De provincie Groningen heeft in 2019–2021 een bodeminventarisatie uitgevoerd naar PFAS in het buitengebied, naar aanleiding van het tijdelijke handelingskader PFAS. PFAS vormen een groep stoffen met potentiële gezondheids- en milieurisico's, en strengere regelgeving leidde tot stagnatie van grondverzet door het ontbreken van achtergrondwaarden. In opdracht van Prolander is daarom, op basis van bestaande data en aanvullend bodemonderzoek in onverdachte gebieden, een bodemkwaliteitskaart opgesteld waarin achtergrondgehalten van PFAS zijn bepaald. Deze kaart dient als wettig bewijsmiddel en maakt het mogelijk om grond binnen de provincie te hergebruiken zonder aanvullend onderzoek, mits de gehalten onder de vastgestelde waarden blijven. Hiermee wordt grondverzet praktisch uitvoerbaar en worden kosten en vertragingen beperkt.

Meer informatie:
https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/CVDR/CVDR659544/1/html/CVDR659544_1.html

Groningen/Friesland – SALTA Bodemverziltingspilot (2024–2025)

SALTA is een regionale pilotstudie gericht op het in kaart brengen van bodemverziltiging in Noord-Nederland. In de periode 2024–2025 zijn, met ondersteuning van de provincies Groningen en Friesland, metingen uitgevoerd op 14 landbouwbedrijven in de kustzone (de Noordelijke Kleischil). Er zijn meer dan honderd bodemmonsters genomen op verschillende dieptes om inzicht te krijgen in zoutgehalten en de processen die bijdragen aan verziltiging. De resultaten laten zien dat, ondanks de aanwezigheid van brak grondwater en incidenteel gebruik van licht zout irrigatiewater, de bovengronden in de meeste gevallen relatief zoet blijven. Tegelijkertijd wijzen de resultaten erop dat irrigatie

met zouter water kan leiden tot ophoping van natrium in de bovengrond, en dat deze zouten niet altijd volledig uitspoelen tijdens natte perioden, waardoor op termijn verzilting kan optreden.

Meer informatie: <https://salta-cluster.com/bodem-vaak-nog-zoet/>

Limburg – Bodemvochtmeetnet en grondwatermonitoring

In de provincie Limburg wordt sinds de jaren negentig een meetnet in het lössgebied (Mergelland) gebruikt om bodemvocht en nitraatuitspoeling te monitoren. In plaats van klassieke bovengrondbemonstering richt dit meetnet zich op de samenstelling van het percolerende bodemwater onder de wortelzone. Het doel is om vroegtijdig signalen van nutriëntenuitspoeling, met name nitraat uit landbouwsystemen, te detecteren. Metingen in de jaren negentig lieten zeer hoge nitraatconcentraties zien (tot circa 150 mg/L), wat aanleiding gaf tot beleidsmaatregelen en aanpassingen in mestgebruik. In de loop der tijd zijn de concentraties afgenomen als gevolg van verbeterde landbouwpraktijken, hoewel nitraatuitspoeling in bepaalde gebieden nog steeds een aandachtspunt is. Naast dit meetnet beschikt Limburg over aanvullende monitoringssystemen voor grondwaterstanden en waterkwaliteit. Gezamenlijk bieden deze systemen inzicht in nutriëntenstromen en hydrologische processen, waarbij bescherming van grondwater een centrale rol speelt.

Meer informatie:

<https://www.limburg.nl/onderwerpen/water/provinciaal/>

Meetnet Bodemkwaliteit Noord-Brabant

De provincie Noord-Brabant heeft in de jaren negentig een eigen meetnet voor bodemkwaliteit opgezet, met een nulmeting in de periode 1995–1997 op landbouwbedrijven verspreid over de provincie. Het doel was om inzicht te krijgen in de effecten van langdurige intensieve landbouw, met name de ophoping van nutriënten. Rond 2003 vond een herhalingsmeting plaats om veranderingen in kaart te brengen. Binnen dit meetnet werden indicatoren onderzocht zoals nutriënten, pH en zware metalen, vergelijkbaar met landelijke meetprogramma's. De resultaten lieten zien dat landbouwpraktijken duidelijk invloed hadden op de bodemkwaliteit, met name door verhoogde nutriëntengehalten, die lokaal tot overschrijdingen konden leiden. In de jaren daarna is het provinciale meetnet geleidelijk afgebouwd en is meer gebruik gemaakt van landelijke monitoringsprogramma's en gerichte studies.

Meetnet Provincie Drenthe Bodemkwaliteit (MPD)

De provincie Drenthe beschikt sinds de jaren negentig over meerdere meetnetten voor bodem- en grondwaterkwaliteit, waaronder het Provinciaal Meetnet Verzuring (sinds 1993), het Meetnet Drentsche Aa/Elperstroom en het Meetnet Provincie Drenthe Bodemkwaliteit (sinds 1996). Deze meetnetten omvatten samen een groot aantal vaste meetlocaties in landbouw- en natuurgebieden, en zijn gericht op het volgen van veranderingen in bodem en grondwater in de tijd. Binnen deze meetnetten worden bodem en freatisch grondwater periodiek bemonsterd, waarbij bodemmetingen met een lagere frequentie

plaatsvinden en grondwater vaak jaarlijks wordt gemeten. De monitoring richt zich onder meer op nutriënten, zuurgraad en metalen. De gecombineerde meetreeksen laten zien dat er nog steeds sprake is van problemen met vermesting, verzuring en verspreiding van metalen, met nitraat als belangrijkste probleemstof. Hoewel voor veel stoffen een dalende trend zichtbaar is, blijven normoverschrijdingen voorkomen en is er op sommige punten sprake van stagnatie of zelfs recente verslechtering.

Meer informatie:

https://www.provincie.drenthe.nl/publish/pages/121557/evaluatie_bodem-en_grondwaterkwaliteit.pdf

Overijssel – Natura 2000 bodemkwaliteitsproject (2025–2028)

De provincie Overijssel is recent gestart met een nieuwe meetcampagne gericht op de bodemkwaliteit in Natura 2000-gebieden. Het project loopt van eind 2025 tot en met 2028 en omvat de bemonstering van honderden locaties in bossen, heidegebieden, veengebieden en duinen. Het doel is om inzicht te verkrijgen in bodemcondities die cruciaal zijn voor natuurherstel en ecosystemen. Daarbij worden indicatoren gemeten zoals stikstof, fosfor, pH, organische stof en verontreinigingen. Deze campagne is opgezet om een gebrek aan kennis te vullen, aangezien eerdere bodemmonitoring zich voornamelijk richtte op landbouwgronden of verontreinigingslocaties, en minder op natuurlijke ecosystemen. De resultaten worden beschikbaar gesteld via de provinciale atlas en dragen bij aan de onderbouwing van beheermaatregelen in Natura 2000-gebieden.

Meer informatie: <https://www.oost.nl/nieuws/3533448/provincie-overijssel-onderzoekt-bodemkwaliteit-in-natura-2000-gebieden>

Meetnetten Bodemkwaliteit Utrecht (verzuring o.a.)

In de provincie Utrecht wordt sinds de jaren negentig de verzuring van bosbodems gemonitord via het Meetnet Verzuring provincie Utrecht, met een sterke focus op de Utrechtse Heuvelrug. Dit meetnet is opgezet om de toestand van de bodem en de ontwikkeling van verzuring in de tijd vast te stellen. Op vaste meetlocaties worden bodemmonsters genomen op meerdere dieptes, en wordt ook het bodemvocht geanalyseerd op onder meer nitraat en ammonium. Daarnaast wordt op een deel van de locaties de vegetatie geïnventariseerd om de relatie tussen bodemkwaliteit en ecologische effecten te beoordelen.

Het meetnet is specifiek gericht op verzuring en stikstofbelasting in bosbodems, en niet op de volledige breedte van bodemkwaliteit. De resultaten laten zien dat verzuring en nutriëntenbelasting nog steeds een rol spelen, terwijl veranderingen in de tijd beperkt en vaak niet significant zijn over korte meetreeksen. Het meetnet levert daarmee vooral inzicht in de toestand van de bodem en de langzame ontwikkeling van verzuringsprocessen, en minder in snelle trends of brede bodemkwaliteit.

Meer informatie: <https://edepot.wur.nl/44576>

Provinciale bodemmonitoring Gelderland

De provincie Gelderland heeft sinds 1997 een meetnet bodemkwaliteit opgezet om de toestand en ontwikkeling van de bodem in landbouw- en natuurgebieden te volgen. Binnen dit meetnet worden op vaste locaties de bovengrond en het bodemvocht of bovenste grondwater bemonsterd, met als doel trends in bodemkwaliteit in de tijd te analyseren. De gegevens uit de periode 1997–2010 laten zien dat de bodemkwaliteit bij aanvang vergelijkbaar was met de rest van Nederland, met onder meer verzuring in bossen en hoge nutriëntenbelasting in landbouwgebieden. De resultaten tonen aan dat de gehalten aan verontreinigingen en nutriënten over het algemeen niet verder zijn toegenomen en in sommige gevallen zijn afgenomen, onder meer als gevolg van aangescherpt beleid. Tegelijkertijd blijven stoffen zoals fosfaat en zware metalen langdurig aanwezig in de bodem en vormen zij nog steeds een bron voor grond- en oppervlaktewater. Daarnaast blijft de stikstofbelasting in natuurgebieden, zoals bossen, te hoog om kwetsbare ecosystemen voldoende te beschermen. Het meetnet dient daarmee als een 'early warning system' dat zowel verbeteringen als blijvende knelpunten zichtbaar maakt.

Meer informatie: <https://edepot.wur.nl/186186>

Zuid-Holland – Provinciaal bodem- en grondwatermeetnet (1990–2006)

De provincie Zuid-Holland beschikt over meerdere meetnetten voor bodem- en grondwaterkwaliteit, waaronder een bodemmeetnet, het Provinciaal Meetnet Grondwaterkwaliteit (PMG) en het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG). In een evaluatie uit 2007 zijn de beschikbare gegevens uit deze meetnetten geanalyseerd voor de periode circa 1990-2004/2006, met als doel trends in bodem- en grondwaterkwaliteit vast te stellen. De datasets waren op dat moment nog niet geïntegreerd en zijn daarom afzonderlijk geanalyseerd. De analyse laat zien dat het aantal significante en relevante trends beperkt is. De meeste trends worden gevonden in het grondwater en betreffen vooral macrochemische parameters, zoals sulfaat, waarvoor vaak dalende trends zijn vastgesteld. Voor nutriënten en zware metalen worden minder vaak duidelijke trends gevonden. Voor de bodem zijn slechts beperkte meetreeksen beschikbaar, waardoor trends in de bovengrond moeilijk vast te stellen zijn. Daarnaast wordt benadrukt dat onzekerheden in meetmethoden en beperkte datasets invloed kunnen hebben op de betrouwbaarheid van de trendanalyse.

Meer informatie: <https://edepot.wur.nl/222974>

Zuid-Holland – Urban Soil Lead Survey (2019–2022)

In de periode 2019–2022 is in de regio West-Holland, onder coördinatie van de Omgevingsdienst West-Holland, onderzoek uitgevoerd naar loodgehalten in stedelijke bodems. Dit onderzoek richtte zich op locaties waar direct contact met de bodem mogelijk is, zoals speelplaatsen en volkstuinen in met name oudere stedelijke gebieden. Binnen dit onderzoek zijn ondiepe bodemmonsters genomen om de blootstelling aan historisch lood, afkomstig van onder andere verkeer, industrie en oude toepassingen zoals loodhoudende verf, in beeld te brengen. De

meeste onderzochte locaties bleken te voldoen aan de geldende normen, terwijl op enkele locaties matig verhoogde loodgehalten werden aangetroffen. Op plekken met verhoogde concentraties zijn vooral eenvoudige beheersmaatregelen geadviseerd, zoals het beperken van contact met kale grond en het wassen van handen na buitenspelen. Het onderzoek heeft bijgedragen aan een beter inzicht in de aanwezigheid van lood in stedelijke bodems en laat zien dat de bodemkwaliteit op de meeste locaties geen direct gezondheidsrisico vormt, mits zorgvuldig wordt omgegaan met blootstelling.

Meer informatie: <https://www.odwh.nl/dossiers/let-op-lood/>

Zuid-Holland – PFAS hotspot pilot (2020–2021)

Naar aanleiding van de groeiende aandacht voor PFAS heeft de provincie Zuid-Holland een inventarisatie uitgevoerd om potentiële PFAS-bronlocaties in kaart te brengen. Hierbij zijn circa 1.600 locaties geïdentificeerd waar in het verleden mogelijk PFAS is gebruikt, bijvoorbeeld bij brandweeroefenterreinen en industriële activiteiten. Op basis van deze inventarisatie is voor een deel van de locaties een risicobeoordeling uitgevoerd. Voor locaties met een verhoogde kans op verontreiniging zijn vervolgens 24 locaties geselecteerd voor nader onderzoek, waarbij bodem- en watermonsters worden genomen om de aanwezigheid van PFAS vast te stellen. De inventarisatie maakt het mogelijk om gericht vervolgonderzoek uit te voeren en prioriteiten te stellen in het bodembeheer. De resultaten worden gebruikt door de provincie en gemeenten om potentiële risico's beter in beeld te krijgen en waar nodig passende maatregelen te nemen.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

juni 2026

De zorg voor morgen
begint vandaag