

Protocol

Vorbereiding en uitvoering van veldwerk voor Triade onderzoek van landbodems

Protocol 2301



Versie 1, 18-04-2013

Inhoudsopgave

1	Doel en reikwijdte van het protocol	4
2	Principe en definities	5
2.1	Principe	5
2.2	Definities	5
2.3	Afkortingen	6
2.4	Status	6
3	Plaats van het protocol in kwaliteitssysteem	7
3.1	Relatie met andere normatieve documenten	7
3.2	Plaats binnen het kwaliteitssysteem	7
4	Opstellen monsternemingstrategie	8
4.1	Inleiding	8
4.2	Vorbereiding monsterneming: onderzoekstrategie	8
4.3	Monsternemingplan	9
4.3.1	<i>Aantal monsters</i>	10
4.3.2	<i>Samengestelde monsters</i>	11
4.3.3	<i>Plaats van monsterneming</i>	12
4.3.4	<i>Diepte van monsterneming</i>	12
4.3.5	<i>Tijdstip van monsterneming</i>	13
4.3.6	<i>Keuze organismen voor bioaccumulatie</i>	13
5	Werkwijze monsterneming	14
5.1	Werkvoorbereiding	14
5.2	Uitvoering monsterneming	14
5.3	Verpakking, conservering en bewaartermijn van de monsters	17
5.4	Registratie monsterneming	17
6	Literatuur	18
Bijlage 1	Triade onderzoek (informatief)	20
Bijlage 2	Monsterneming apparatuur	22



Eigendomsrecht

Dit protocol is opgesteld in opdracht van en uitgegeven door de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB). Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer, ondergebracht bij SIKB, beheert dit protocol inhoudelijk. De actuele versie staat op de website van SIKB (www.sikb.nl) en is op elektronische wijze tegen ongewenste aanpassingen beschermd. Het is niet toegestaan om wijzigingen aan te brengen in de originele en door het CCvD Bodembeheer goedgekeurde en vastgestelde teksten met het doel hieraan rechten te (kunnen) ontlenuen.

Vrijwaring

SIKB is behoudens in geval van opzet of grove schuld niet aansprakelijk voor schade die bij de certificatie-instelling, het gecertificeerde bedrijf of derden ontstaat door het toepassen van dit protocol met de beoordelingsrichtlijn waarbij dit hoort en het gebruik van deze certificatieregeling.

© Copyright SIKB

Overname van tekstdelen is toegestaan met bronvermelding. Alle rechten berusten bij SIKB.

Bestelwijze

Dit protocol is, evenals de beoordelingsrichtlijn waarbij dit hoort, in digitale vorm kosteloos te verkrijgen bij SIKB. Een ingebonden versie kunt u bestellen tegen kosten, op te vragen bij SIKB.

Updateservice

Door het CCvD Bodembeheer vastgestelde mutaties in dit protocol zijn te verkrijgen bij SIKB. Via www.sikb.nl kunt u zich aanmelden voor automatische toezending van mutaties. U kunt daar ook verzoeken tot toezending per post van de gratis reguliere nieuwsbrief van SIKB, info@sikb.

Helpdesk/gebruiksaanwijzing

Voor vragen over inhoud en toepassing van dit protocol kunt u terecht bij uw certificatie-instelling of bij SIKB. Voor geschillen zie de klachten- en geschillenregeling in de beoordelingsrichtlijn waarbij dit protocol hoort.



1 Doel en reikwijdte van het protocol

Doel

Dit protocol beschrijft de monsternemingstrategie en de monsterneming ten behoeve van Triade onderzoek op verontreinigde landbodems.

Het doel van het protocol is het bevorderen en handhaven van een uniforme kwaliteit van het uitvoeren van Triade onderzoek. In bijlage 1 is meer uitgebreide informatie opgenomen over Triade onderzoek. Het opvolgen van gestelde eisen leidt tot een uniformering van de werkwijze in een type onderzoek waar veel ruimte is voor maatwerk. De ruimte voor maatwerk blijft gehandhaafd. Voor bevoegde gezagen wordt het beoordelen van Triade onderzoek transparant. Dit protocol is een aanvulling op NEN 5737, de procesnorm voor de uitvoering van Triade onderzoek. Dit protocol kan binnen de NEN 5737 worden toegepast. Dit protocol is tevens een certificeerbare invulling van de 'Handreiking Triade 2011: Locatiespecifiek ecologisch onderzoek in stap 3 van het Saneringscriterium' van RIVM. Het protocol komt niet in de plaats van bestaande normen of voorschriften voor het uitvoeren van de monsterneming.

Het principe van het protocol en de gebruikte definities zijn vermeld in hoofdstuk 2. Hoofdstuk 3 geeft de plaats van het protocol binnen het kwaliteitstelsel weer.

Het protocol is gesplitst in twee delen. Het eerste deel (hoofdstuk 4) geeft richting aan de monsternemingstrategie:

- het aantal monsters per onderzoekslocatie.
- het gebruik van samengestelde monsters.
- de plaats waar monsters genomen dienen te worden.
- de diepte waarop monsters genomen worden.

Het tweede deel (hoofdstuk 5) geeft voorschriften voor de monsterneming:

- de werkvoorbereiding.
- de uitvoering van de monsterneming voor de verschillende lijnen van bewijsvoering.
- de monster conservering en bewaartermijnen.
- de registratie.

Reikwijdte

Dit protocol heeft betrekking op het opstellen van de monsternemingstrategie en de daadwerkelijke monsterneming in het kader van Triade onderzoek om de ecologische risico's op verontreinigde bodems vast te stellen voor het huidige en toekomstige gebruik, zoals genoemd in de Circulaire Bodemsanering [13]. De keuze en uitvoering van analyses en testen valt **niet** binnen de reikwijdte van dit protocol.

Toelichting

Een (niet uitputtend) overzicht van testen en analyses per Triade spoor en per bodemfunctie wordt gegeven door Mesman et al [2].

Toelichting

Het protocol heeft alleen betrekking op het bepalen van de ecologische risico's ten gevolge van bodemverontreiniging. Het protocol kan ook worden toegepast voor het beoordelen van ecologische risico's ten gevolge van verontreiniging op droge oevers, hoewel deze wettelijk gezien onder de waterbodems vallen. Daarnaast is de Triade ook toepasbaar voor het vaststellen van de effecten van andere stressfactoren dan verontreiniging zoals verzuring, verzilting, verdroging, verlies aan organisch stof et cetera, maar hiermee is in de praktijk nog geen ervaring opgedaan.



2 Principe en definities

2.1 Principe

Dit protocol legt de eisen aan de voorbereiding (opstellen monsternemingstrategie) en de uitvoering van Triade veldwerk vast. De eisen zijn zoveel mogelijk als volgt opgebouwd:

Eis: beschrijving van de eis op een algemeen generiek niveau.

Toetsingskader: beschrijving van de wijze of wijzen van uitvoering waarmee de organisatie aan de eis voldoet. Dit is in de praktijk het toetsingskader bij audits. Waar mogelijk zijn meerdere wijzen van uitvoering vermeld.

2.2 Definities

Voor termen en definities met betrekking tot Triade onderzoek verwijst dit protocol vooral naar NEN 5737 en NTA 5755. Daar waar deze normen geen eenduidige definitie geven gelden onderstaande aanvullende eigen definities.

De Triade is maatwerk onderzoek met als doel om de onzekerheid in de schatting van de ecologische risico's van bodemverontreiniging te verminderen door middel van meervoudige bewijsvoering. Bij Triade onderzoek worden de effecten van de verontreinigingssituatie vanuit de volgende drie onderzoeksvelden (lijnen van bewijsvoering) onderzocht:

- Chemie
- Toxicologie
- Ecologie

Toepasbaarheid

Triade onderzoek is bedoeld voor het vaststellen van locatiespecifieke ecologische risico's, met als oogmerk onzekerheden in de beoordeling van risico's te beperken. Triade onderzoek wordt vaak uitgevoerd nadat op basis van het risicomodel Sanscrit (stap 2 van het Saneringscriterium [13]) gebleken is dat sprake is van een onaanvaardbaar ecologisch risico in de zin van de Wet Bodembescherming. Op basis van de resultaten van het Triade onderzoek kan worden bepaald welk deel van een geval van ernstige bodemverontreiniging onaanvaardbare risico's oplevert en om een spoedige sanering vraagt. In geen geval kan Triade onderzoek worden gebruikt voor het (nader) vaststellen van de grenzen van een geval van bodemverontreiniging.

Formeel is de toepasbaarheid van Triade onderzoek daarmee beperkt tot het onderdeel 'spoedeisendheid' van een beschikking over ernst en spoedeisendheid van een geval van bodemverontreiniging. Triade onderzoek is dus ook niet te gebruiken als documentatie voor een beschikking op een saneringsplan.

Overige eigen definities:

Effect	Een verandering in organismen of op populaties van organismen die optreedt als resultaat van blootstelling aan verontreiniging
Samengesteld monster	Een samengesteld monster wordt verkregen door deelmonsters die van een vooraf vastgesteld monsteroppervlak zijn genomen samen te voegen.
Toxische Druk	Een maat tussen 0 en 1 voor het geschatte effect van het mengsel van stoffen op het ecosysteem
Vals negatief	Er wordt geen effect gemeten terwijl dat er wel is. De toegepaste methoden zijn te ongevoelig
Vals positief	Er wordt een effect gemeten terwijl dat er niet is.



2.3 Afkortingen

BRL	Beoordelingsrichtlijn
CSM	Conceptual Site Model
NEN-EN-ISO	Als Nederlandse en Europese norm aanvaarde Internationale Norm
HBO	Hoger beroepsonderwijs
ISO	Internationale Norm, uitgegeven door de International Organisation for Standardisation
MBO	Middelbaar beroepsonderwijs
NEN	Nederlandse Norm, uitgegeven door het Nederlands Normalisatie-instituut
NO	Nader BodemOnderzoek
NOBIS	Nederlands Onderzoeksprogramma Biotechnologische In-situ Sanering
NTA	Nederlandse Technische Afspraak
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PGBO	Programma Geïntegreerd Bodemonderzoek
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
SIKB	Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer
SKB	Stichting Kennisontwikkeling Kennisoverdracht Bodem
TD	Toxische Druk
Wbb	Wet Bodembescherming
WO	Wetenschappelijk onderwijs

2.4 Status

Het Centraal College van Deskundigen (CCvD) Bodembeheer heeft op 18-04-2013 ingestemd met dit protocol, dat vervolgens door het bestuur van SIKB is vastgesteld. Dit protocol treedt in werking op 01-02-2014. Het verschijnen van deze eerste versie van dit protocol leidt niet tot het intrekken van documenten.



3 Plaats van het protocol in kwaliteitssysteem

3.1 Relatie met andere normatieve documenten

Dit protocol maakt deel uit van het certificatieschema 'Vorbereiding en uitvoering van veldwerk voor Triade onderzoek van landbodems. In de bijbehorende beoordelingsrichtlijn BRL SIKB 2300 is de relatie met BRL SIKB 2000 en de protocollen 2001 en 3001 toegelicht.

De voorgeschreven werkwijzen in normen en andere protocollen, waarnaar dit protocol verwijst, maken deel uit van het certificatieschema waartoe dit protocol behoort. Bij strijdigheid tussen teksten, enerzijds in het certificatieschema en anderzijds in het certificatieschema genoemde andere documenten, zijn in het kader van de beoordeling door de certificatie-instelling of men een certificaat moet verlenen dan wel verlengen de teksten uit het certificatieschema altijd leidend.

Het proces of de procedure om te komen tot een transparante beoordeling van de gevolgen van stress voor het ecosysteem als gevolg van bodemverontreiniging is beschreven in NEN 5737:2010, 'Bodem- Landbodems- Proces van locatiespecifieke ecologische risico-beoordeling van bodemverontreiniging'.

3.2 Plaats binnen het kwaliteitssysteem

De wijze van toetsing van de onder het regime van dit protocol uitgevoerde werkzaamheden is vastgelegd in BRL SIKB 2300, 'Vorbereiding en uitvoering van veldwerk voor Triade onderzoek van landbodems'.

De certificaathouder vult de plaats van dit protocol in het kwaliteitssysteem nader in.



4 Opstellen monsternemingstrategie

4.1 Inleiding

Toelichting

Voor het opstellen van de monsternemingstrategie is de juiste informatie voor het onderzoek benodigd. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de bestaande locatie informatie en de onderzoeksinformatie. Onder de onderzoeksinformatie verstaan we in deze context de informatie die wordt vergaard door het uitvoeren van het daadwerkelijke onderzoek, volgens de onderzoekstrategie. Op basis van de onderzoekstrategie wordt het daadwerkelijke monsternemingplan opgesteld.

Eis: Beschrijf en motiveer de gemaakte keuzes voor het opstellen van de monsternemingstrategie.

Toetsingskader: de organisatie voldoet aan deze eis als het de onderstaande punten (uitgewerkt in de volgende subparagrafen) vastlegt in een monsternemingplan of plan van aanpak:

- Locatiebezoek door projectleider of ervaren veldwerker voorafgaand aan het opstellen van de onderzoekstrategie en het monsternemingplan (niet verder uitgewerkt in een aparte paragraaf);
- Doelstelling van het onderzoek (paragraaf 4.2);
- Beschrijving van aanwezige en/of benodigde voorinformatie voor het opstellen van een conceptueel site model (paragraaf 4.2);
- Afweging en de uiteindelijke keuze uit een reeks testen en analyses voor behaalde doelstelling (paragraaf 4.3);
- Afweging en keuze aantal monsters, inclusief referentiemonsters en expliciet het gebruik van samengestelde monsters (paragraaf 4.3);
- Afweging en keuze plaats van monsterneming (paragraaf 4.3);
- Afweging en keuze diepte monsterneming (paragraaf 4.3);
- Afweging en keuze tijdstip (in het jaar) van monsterneming vanwege de seizoensinvloeden op de aanwezige ecologie (paragraaf 4.4).

4.2 Voorbereiding monsterneming: onderzoekstrategie

Een Triade onderzoek is altijd maatwerk, omdat de locatiespecifieke omstandigheden onderdeel zijn van de onderzoeksvraag.

Eis: Stel de onderzoekstrategie op zoals beschreven in onderstaand toetsingskader

Toetsingskader: de organisatie voldoet aan deze eis als hij minimaal de volgende punten beschrijft:

1. het kader waarbinnen het onderzoek wordt uitgevoerd, de achtergrond en aanleiding van het onderzoek;
2. de doelstelling van het onderzoek;
3. de heterogeniteit van de bodem, het bodemgebruik, de verontreiniging, de begroeiing;
4. de aard en omvang van de locatie;
5. het specifieke Triade spoor (chemie, toxicologie of ecologie);
6. de receptoren en eventueel het natuur(doel)type met bijbehorende doelsoorten waar het onderzoek op gericht is;
7. de onderzoeksvragen en hoe deze voortvloeien uit de achtergrond en aanleiding voor het uitvoeren van het onderzoek en uit het op te stellen Conceptual Site Model.



Toelichting

Ad 2. Triade onderzoek kan om verschillende redenen [9] worden uitgevoerd waarbij de doelstelling varieert.

Ad 3, 4 en 6. Een goede onderzoekstrategie is afhankelijk van een goed Conceptual Site Model (CSM, zie ook NTA 5755). Met het ecologisch CSM wordt inzicht verkregen in de beschikbare informatie betreffende de locatie en kan worden vastgesteld welke informatie nog mist. Voor het Triade onderzoek is het ecologisch CSM gedetailleerder dan voor een nader onderzoek waarbij duidelijk gemaakt wordt welke route een verontreiniging aflegt op een locatie (bron-pad-object waarbij het object de ecologische receptor is).

Eis: Stel een Conceptual Site Model op.

Toetsingskader: de organisatie voldoet aan deze eis als minimaal de volgende punten vastgesteld en beschreven worden:

- Welke informatie al voorhanden is over het voormalige, huidige en eventueel toekomstige bodemgebruik en over de bodemopbouw, verontreiniging en type begroeiing.
Toelichting
Het type begroeiing moet op hoofdlijnen vastgesteld worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan (voedselrijk/arm) grasland, eikenbos, verruigd terrein bestaande uit voornamelijk brandnetels. Een uitputtende soortlijst van de locatie is niet nodig.
- Of er mogelijke bronnen van bodemverontreiniging of andere verstoringen van de bodem op of bij de locatie aanwezig zijn.
- Of er beïnvloeding is van het grondwater en/of oppervlaktewater, wat de grondwaterstand en kwaliteit is en eventueel de kwaliteit en kwantiteit van het oppervlaktewater.
- Welke informatie nog ontbreekt om een Triade opzet te kunnen maken en welke inspanning benodigd is om deze informatie te verkrijgen.

Toelichting

De definitie van het Conceptual Site Model is conform de NTA 5755 afhankelijk van het gebruiksdoel eenvoudige tot uitgebreide schematische beschrijving en/of visualisatie van de (veronderstelde) verontreinigingssituatie (bron, aard, mate en verdeling van de verontreiniging), het systeem waarin de verontreiniging zich bevindt (geologie), welke processen van invloed zijn op de verspreiding (geochemie, (geo)hydrologie) en de receptoren van die verontreiniging (bodemgebruik, bedreigde objecten).

Er kan niet verder gegaan worden met de volgende stap indien onvoldoende informatie voorhanden is voor het opstellen van een Conceptual Site Model en de monsternemingstrategie, tenzij het vervolg onderzoek de benodigde informatie levert om verder te kunnen (er is dan sprake van een cyclisch proces).



4.3 Monsternemingplan

Eis: Stel een monsternemingplan op voor het Triade onderzoek.

Toetsingskader: De organisatie voldoet aan deze eis wanneer onderstaande punten worden vastgesteld en beschreven:

- Welke receptoren representatief zijn voor de te onderzoeken locatie en welke analyses en metingen daarbij horen.
Toelichting
Een (niet uitputtend) overzicht van testen en analyses per Triade spoor en per bodemfunctie wordt gegeven door Mesman et al [2].
- Hoeveel monsters minimaal nodig zijn voor het bereiken van de doelstelling op de locatie (4.3.1);
- Of gebruik gemaakt wordt van samengestelde monsters en waarom wel/niet (4.3.2);
- Op welke plaats en over welk boortraject de monsters genomen moeten worden (4.3.3 en 4.3.4).

4.3.1 Aantal monsters

Het aantal monsters dat genomen wordt voor Triade onderzoek is afhankelijk van locatie-specifieke omstandigheden (zie paragraaf 4.2) en de doelstelling van het onderzoek. Er zijn drie verschillende strategieën denkbaar voor het bepalen van het aantal monsters voor Triade onderzoek [2]. Het aantal te nemen monsters per strategie is gebaseerd op de uitkomsten van de evaluatie van Triade onderzoeken in Nederland [8] en expert judgement:

1. Voor een homogene verontreiniging
2. Voor een ruimtelijk heterogene verontreiniging
3. Voor complexe situaties of grote locaties (> 500.000 m²)

Ad 1. Indien de verontreiniging homogeen, dus in een steile gradiënt van niet verontreinigd naar verontreinigd, in een duidelijk afgebakend gebied geconcentreerd aanwezig is (bijvoorbeeld bij dempingen, ophooglagen), dienen de effecten in het (meest) verontreinigde deel vergeleken te worden met een referentiemonster (dus buiten het duidelijk afgebakende gebied).

Eis: In deze situatie worden minimaal de volgende monsters genomen:

- vier referentiemonsters
- vier verontreinigde monsters met concentraties passend in het beeld van de verontreinigingssituatie.

Toelichting

De definitie van referentie(monster) is conform de NEN 5737: deel van een locatie, een monster of een groep literatuurgegevens dat als aftelpunt fungeert voor de effectschaal (het 0-punt)

Toelichting: onderzoekstrategie 1 kan nooit leiden tot kleinere gevalsgrenzen, wel tot een beslissing niet te saneren.

1. Ad 2. Bij een ruimtelijk heterogene bodemverontreiniging wordt gebruik gemaakt van de gradiënt benadering. Hierbij worden monsters genomen in een gradiënt van (relatief) niet verontreinigd (lage TD) tot relatief sterk verontreinigd (hoge TD). Voorwaarde is dat op basis van voorgaand onderzoek de gradiënten in verontreiniginggehalten bekend zijn.

Eis: De monsters dienen genomen te worden op een dusdanige afstand van elkaar dat ze het aanwezige verloop in concentraties vertegenwoordigen. Bij deze aanpak zijn minimaal acht monsters benodigd [2, 8].

Toelichting

De afstand tussen de verschillende monsterpunten is afhankelijk van de steilheid van de gradiënt, de ruimtelijke verspreiding van de verontreiniging en de grootte van de locatie.

Toelichting: onderzoekstrategie 2 kan leiden tot een kleinere contour waarbij spoedeisende sanering noodzakelijk is. De omvang van het gehele geval verandert echter niet.

2. Ad 3. Bij complexe situaties of zeer grote locaties (> 500.000 m² [8]) is het nodig meer monsters te nemen.

Eis: Bij complexe situaties waarbij twee (of meer) onafhankelijke verontreinigingen zijn die ruimtelijk (deels) van elkaar gescheiden zijn, dient per verontreiniging onderzoekstrategie 2 gevolgd te worden. Er worden minimaal 16 monsters genomen.

Eis: Indien de kans op vals-negatieve resultaten groot is doordat de bodemparameters sterk variëren (pH, organisch stof, lutum) dienen meerdere



monsters genomen te worden en moeten geavanceerde statistische technieken worden toegepast om de ruis uit de resultaten te filteren. Hiervoor zijn minimaal 20 monsters nodig [2].

Eis: Verontreinigde monsters dienen altijd vergeleken te worden met referentiemonsters, of de minst verontreinigde monsters uit de gradiënt, met bodemkenmerken, begroeiing en bodemgebruik passend bij de kenmerken van de locatie.

Vanuit het NO is een goed zicht op de verontreinigings situatie aanwezig. Beschrijving van de kenmerken van het ecosysteem ter plaatse maakt geen deel uit van het NO en verdient voor de selectie van verontreinigde monsters en referentiemonsters voor het uitvoeren van Triade extra aandacht.

Eis: Beschrijf en motiveer de keuze van referentiemonsters.

Toelichting

Aandachtspunten bij de selectie van referentiemonsters zijn:

- Een referentiemonster dient zo dicht mogelijk bij (of op) de locatie genomen te worden.
- Indien veel variatie verwacht wordt in bodemkenmerken en verontreinigingsgehalten, dienen meerdere referentiemonsters genomen te worden waaruit na chemische analyses (op verontreiniging, zuurgraad, organisch stof en lutum gehalte) de uiteindelijke referentiemonsters gekozen worden.

Eis: Indien geen referentiemonster genomen kan worden van of dichtbij de locatie, dient in onderstaande volgorde gekeken te worden naar de volgende alternatieven:

- **Het minst verontreinigde punt in de gradiënt;**
- **Een referentielocatie verder weg van de onderzoekslocatie met een bodemgebruik, begroeiing en bodemkenmerken passend bij de kenmerken van de locatie;**
- **Literatuurgegevens;**
- **Gegevens uit databases.**

Toelichting

Referentiemonsters zijn belangrijk bij het beoordelen van de effecten van een verontreiniging. Om er zeker van te zijn dat eventuele afwijkingen in het verontreinigde monster worden veroorzaakt door de verontreiniging en niet door andere factoren is het van belang dat de bodemkenmerken, de begroeiing en het bodemgebruik voldoende vergelijkbaar zijn. Bij literatuur en database gegevens is het daarnaast belangrijk informatie te hebben over het seizoen waarin de monsters genomen zijn omdat seizoensinvloeden op de bodemecologie groot kunnen zijn.

4.3.2 Samengestelde monsters

Het wel of niet gebruiken van samengestelde monsters is afhankelijk van de lijn van bewijsvoering van de Triade (dus chemie, toxicologie of ecologie), de specifieke analyse of test en de kans op vals negatieve resultaten.

Eis: Beschrijf op welke manier en van welke oppervlakte monsters genomen moeten worden voor het gebruik van samengestelde monsters.

Eis: voor het aantal samengestelde monsters dient te worden aangesloten bij de monsternemingstrategieën zoals beschreven in paragraaf 4.3.1. waarbij één samengesteld monster geldt als één monster.

Toelichting

Voor nematoden wordt gebruik gemaakt van een samengesteld monster op een bepaalde monsterlocatie, bijvoorbeeld binnen een voorafgaand aan de monsterneming vastgesteld vak met een bepaalde grootte (zie paragraaf 5.2.2). Voor de chemische analyses en bioassays kan



dan in datzelfde vak een samengesteld monster worden samengesteld (van een vooraf afgesproken diepte, zie paragraaf 4.3.4.). Voor de analyse van de regenwormenpopulatie (onderzoekslijn ecologie) wordt bij voorkeur geen gebruik gemaakt van samengestelde monsters. Hiervoor wordt een aantal plaggen of blokken uitgegraven en daar worden de wormen uitgehaald. Deze wormen worden bij voorkeur niet bij elkaar gevoegd maar per deelmonster (blok) gebruikt voor de analyse. Ook bij het gebruik van samengestelde monsters geldt dat dit af-hankelijk is van de receptoren en het doel van het onderzoek.

Toelichting

Door samengestelde monsters te gebruiken voor alle lijnen van bewijsvoering kan de representativiteit vergroot worden zonder de onderzoeksinspanning op de locatie te vergroten [3]. Heterogeniteit in bodemparameters en levensgemeenschappen worden hiermee uitgemiddeld alsmede piekgehalten. Doordat piekgehalten worden uitgemiddeld neemt de kans op vals negatieve resultaten toe (er worden geen effecten gemeten terwijl ze er wel zijn bij hoge gehalten). Samengestelde monsters hebben een positieve bijdrage aan de kwaliteit van het onderzoek wanneer de verontreiniging voldoende ernstig is en de meetmethoden voldoende gevoelig zijn.

4.3.3 Plaats van monsterneming

Eis: Beschrijf en motiveer hoe tot de monsterlocatie keuze is gekomen. Monsters moeten genomen worden van plaatsen met bodemkenmerken, bodemgebruik en begroeiing passend bij de kenmerken van de locatie.

Toelichting

Voor de plaats van de monsterneming in het kader van Triade onderzoek is het van belang de monsters te nemen binnen de concentratierange zoals aangegeven in het NO. Voor het leggen van causale verbanden (monsternemingstrategie 2 en 3 uit paragraaf 4.3.1) is het belangrijk dat monsters genomen worden uit verschillende concentratiecontouren. Dit geeft een duidelijke koppeling tussen het Triade onderzoek en de voorgaande onderzoeken zoals het NO. Daarnaast moet rekening gehouden worden met het bodemgebruik, de bodemkenmerken en de begroeiing ter plaatse. Indien er sprake is van veel verschillen in bodemgebruik, bodemkenmerken en/of begroeiing op de locatie kan de keuze worden gemaakt niet elke combinatie bodemgebruik, bodemkenmerken en begroeiing mee te nemen in de Triade. De hierin gemaakte keuze dient te worden gemotiveerd.



4.3.4 Diepte van monsterneming

Eis: Beschrijf en motiveer de keuze van de diepte voor monsterneming, rekening houdend met de diepte van de verontreiniging, grondwaterstand en diepte waarop receptoren zich bevinden.

Toelichting

Bij Triade onderzoek wordt naast traditioneel chemische analyses gebruik gemaakt van biologische en ecologische informatie. Bodemorganismen bevinden zich in de gehele bodemkolom. De dichtheid van bodemorganismen is het grootst in de bovenste 20 à 30 cm van de bodemlaag. Bij een immobiele verontreiniging die zich bevindt in de bovenste bodemlaag is een monsternemingsdiepte tot 30 cm -mv gerechtvaardigd. Voor het onderdeel ecologie kan hiervan afgeweken worden op basis van bestaande protocollen (zie paragraaf 5.2.2).

Voor het vaststellen van de gewenste monsternemingsdiepte is het van belang rekening te houden met de grondwaterstand en de fluctuatie daarvan (gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (respectievelijk GHG en GLG)). Als het grondwater bijvoorbeeld op 40 cm-mv staat, heeft het geen zin te bemonsteren tot 50 cm-mv.

Indien de verontreiniging zich juist in de bodemlaag vanaf 0,5 m-mv bevindt (de concentraties verontreiniging zijn in deze diepe lagen hoger dan aan de oppervlakte) dan moet het onderzoek zich ook richten op de diepe bodemlaag en de blootstelling die van daaruit kan plaatsvinden.

In dat geval dient rekening gehouden te worden met de bewortelingsdiepte van gewassen en de soorten organismen een relatie met de bovenlaag kennen zoals regenwormen. Wanneer dieper dan de bovenste bodemlaag bemonsterd wordt, heeft dat invloed op de organismen die nog geïnventariseerd kunnen worden voor het onderdeel ecologie.

Indien de verontreiniging dieper dan 1 m-mv aanwezig is, of (een deel van) de locatie is afgedekt, dan kan ervoor gekozen worden het onderdeel ecologie te laten vervallen. In dat geval worden geen drie maar twee lijnen van bewijsvoering gevolgd en spreekt met niet meer van een Triade maar van een Duade [8].

4.3.5 Tijdstip van monsterneming

Eis: Beschrijf het tijdstip (in het jaar) en de klimatologische omstandigheden ten tijde van de monsterneming.

Toelichting

In de verschillende seizoenen varieert de ecologie op een locatie. De ecologie op een locatie is moeilijk te vergelijken wanneer monsters genomen worden in verschillende seizoenen. Daarnaast heeft ook het weer een effect op de ecologie. In zeer droge periodes zullen bijvoorbeeld regenwormen minder aan de oppervlakte te vinden zijn. Ieder ecosysteem heeft een eigen dynamiek in de tijd en om een beeld te krijgen van de beïnvloeding van het systeem is een goede timing van de waarnemingen nodig [14].

4.3.6 Keuze organismen voor bioaccumulatie

Eis: Onderbouw de keuze van organismen die gebruikt worden voor het bepalen van bioaccumulatie.

Toelichting

Bioaccumulatie kan in verschillende organismen worden gemeten. Voor welk organisme gekozen wordt is afhankelijk van het bodemgebruik, het bodemtype en de oppervlakte van de locatie. Daarnaast is de vraag belangrijk of men de beschikbaarheid wil meten van een verontreiniging voor een bepaald organisme of de risico's in de voedselketen.



5 Werkwijze monsterneming

5.1 Werkvoorbereiding

Het waarborgen van de kwaliteit van Triade onderzoek begint met een goede voorbereiding. Hiermee wordt bereikt dat aan alle wettelijke eisen wordt voldaan en dat een volledig beeld wordt verkregen van de locatie waar men de monsters gaat nemen. Het laatste heeft vooral betrekking op aanwezige verontreinigingen, kabels en leidingen. Omdat Triade onderzoek zich in het algemeen richt op de bovengrond en op onafgedekte grond is het belangrijk inzichtelijk te hebben waar bestaande gebouwen en infrastructuur of resten daarvan aanwezig zijn.

Eis: Voorkom schade aan kabels en leidingen.

Methode: doe vooronderzoek naar mogelijke kabels en leidingen ter plaatse van de onderzoekslocatie zoals gesteld in de Grondroerdersregeling (klik melding).

Eis: Zorg ervoor dat de toegang tot de locatie geregeld is, met de eventuele bijbehorende vergunningen.

5.2 Uitvoering monsterneming

5.2.1 In te zetten materiaal en materieel

Het toegepaste materiaal en materieel mag geen stoffen afgeven waarop het onderzoek is gericht. Materiaal voor vervoer en verpakken mag ook niet dergelijke stoffen afgeven of hechten en mag niet poreus zijn.

Iedere lijn van bewijsvoering stelt andere eisen aan de wijze waarop de monsters genomen worden. In deze paragraaf wordt de monsterneming ten behoeve van de verschillende lijnen van bewijsvoering afzonderlijk besproken met de bijbehorende eisen:

- Chemie en toxicologie worden beschreven in paragraaf 5.2.1;
- Ecologie wordt beschreven in 5.2.2;
- Monsterneming ten behoeve van bioaccumulatie in planten en bodemorganismen wordt beschreven in paragraaf 5.2.3.

Toelichting

In bijlage 2 staan verschillende monsternemingmiddelen beschreven.

5.2.2 Chemie en toxicologie

Eis: voer de monsterneming ten behoeve van de chemie en toxicologie uit zoals beschreven in protocol 2001.

Toelichting

Voor Triade onderzoek van de bodem is het vaak voldoende om geroerde monsters te nemen met behulp van een handboor.

Eis: verzamel per test of analyse alle monsters op dezelfde manier en zorg ervoor dat alle monsters per test of analyse dezelfde monsteromvang (aantal grepen per monster) hebben.

Eis: herstel de locatie na monsterneming zodat er geen gevaarlijke situaties ontstaan ten gevolge van boorgaten.

Methode: vul ontstane gaten na monsterneming op met gebiedseigen materiaal of,



indien dit niet voorradig is, met niet verontreinigend materiaal passend bij de kenmerken van de locatie.

Eis: Zorg ervoor dat er voldoende monstermateriaal per test en analyse genomen wordt

Methode: Vermeld de benodigde hoeveelheden monstermateriaal in het werkplan dat gebruikt wordt door de veldwerkers.

5.2.3 Ecologie

Monsterneming ten behoeve van het onderdeel ecologie is afhankelijk van de soorten en microbiologische methoden en processen (receptoren) waarop het onderzoek zich richt.

Toelichting

Het onderdeel ecologie kan zich richten op verschillende receptoren. Al deze receptoren vereisen een andere manier van bemonsteren. In deze toelichting zijn de soorten vermeld waarvoor op dit moment een ISO norm is opgesteld.

- NEN-EN-ISO 23611-1:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 1: Hand sorting and formalin extraction of earthworms.*
- NEN-EN-ISO 23611-2:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 2: Sampling and extraction of micro-arthropods (Collembola and Acarina).*
- NEN-EN-ISO 23611-3:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 3: Sampling and soil extraction of enchytraeids.*
- NEN-EN-ISO 23611-4:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 4: Sampling, extraction and identification of soil inhabiting nematodes.*
- NEN-EN-ISO 23611-5:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 5: Sampling and extraction of soil macro-invertebrates*

Bij het Triade onderdeel ecologie wordt vaak gebruik gemaakt van nematoden analyses (zie ook [2]). Naast bovengenoemde NEN-EN-ISO 23611-4:2011 wordt een in Nederland gangbare methode voor de monsterneming van nematoden beschreven [9].

Naast bovenbeschreven NEN-EN-ISO normen zijn voor een aantal receptoren monsternemingsmethoden beschreven in Schouten et al [15]. De hierin beschreven methoden zijn gericht om de biologische bodemkwaliteit te bepalen waarbij volstaan wordt met één samengesteld monster per onderzoekslocatie. De monsternemingsmethoden kunnen daarom niet één op één worden overgenomen voor Triade onderzoek maar vormen wel een goede basis.

Eis: Zorg ervoor dat alle monsters per analyse of test binnen het onderdeel ecologie op dezelfde manier verzameld worden en dezelfde monsteromvang (aantal grepen per monster) hebben.

Eis: Stem de manier van het verzamelen van het monstermateriaal af op de te bemonsteren receptor en onderzoeksdoelstelling en beschrijf en onderbouw deze methode.

Toelichting

Niet voor alle receptoren zijn normen opgesteld voor het bemonsteren van die specifieke soort. Als de soort belangrijk is voor de te onderzoeken locatie en het behalen van de doelstelling dient in vakliteratuur gezocht te worden naar vergelijkbare projecten om gebruik te maken van reeds ontwikkelde kennis.

Eis: Zorg ervoor dat er voldoende monstermateriaal per test en analyse genomen wordt en onderbouw dit

Methode: Vermeld de benodigde hoeveelheden monstermateriaal in het werkplan.

Eis: Herstel de locatie na monsterneming zodat er geen gevaarlijke situaties ontstaan ten gevolge van monsternemingaten.



Methode: vul ontstane gaten na monsterneming op met gebiedseigen materiaal of, indien dit niet voorradig is, met niet verontreinigend materiaal passend bij de kenmerken van de locatie.

5.2.4 Monsterneming ten behoeve van bioaccumulatie

Toelichting

Bioaccumulatie kan worden bepaald in verschillende receptoren (organismen). Voor de monsterneming van deze receptoren wordt verwezen naar de monsterneming ten behoeve van de ecologie voor die specifieke receptor (zie paragraaf 5.2.2.), bijvoorbeeld NEN-EN-ISO 23611-1 voor de monsterneming van regenwormen. Inventarisatie van de regenwormen vindt plaats per blok grond. Afhankelijk van de receptor (bijvoorbeeld mollen of grutto's) waarnaar gekeken wordt, wordt een keuze gemaakt welke soort regenwormen chemisch geanalyseerd wordt. Voor deze analyse kan per bemonsterde deellocatie een samengesteld monster van alle regenwormen van een bepaalde soort of functionele groep worden gemaakt (bijvoorbeeld strooisellaagbewoners).

Voor de monsterneming van plantaardig materiaal ten behoeve van het bepalen van bioaccumulatie wordt verwezen naar [10]. De keuze van de te bemonsteren plantensoort en het deel van de plant is afhankelijk van de onderzoeksdoelstelling en de aanwezigheid van planten op de locatie. Voor iedere deellocatie wordt dezelfde soort bemonsterd.

Eis: Stem het verzamelen van organismen af op het betreffende organisme.

Eis: Motiveer het wel of niet toepassen van chemische fixatie van organismen die gebruikt worden voor bioaccumulatie metingen omdat dit de resultaten van de chemische analyses beïnvloedt.

Toelichting: voor het bepalen van de opname van verontreiniging in organismen, moeten de organismen voor chemische analyse uitgehongerd worden zodat hun darmen gelegeerd worden. Voor het bepalen van doorvergiftiging in de voedselketen is dit niet noodzakelijk. Predatoren krijgen ook grond binnen die in de organismen aanwezig is. Over het wel of niet uithongeren van de organismen dienen binnen het projectteam van het onderzoek afspraken gemaakt en vastgelegd te worden.

Eis: Planten dienen vrijgemaakt te worden van bodemmateriaal.

Eis: Zorg ervoor dat alle monsters per analyse of test binnen het onderdeel bioaccumulatie op dezelfde manier verzameld worden en dezelfde monsteromvang (aantal grepen per monster) hebben.

Eis: Zorg ervoor dat er voldoende monstermateriaal per test en analyse genomen wordt.

Methode: Vermeld de benodigde hoeveelheden monstermateriaal in het werkplan.

Toelichting

Voor het bepalen van bioaccumulatie worden chemische analyses uitgevoerd in organismen. Er zijn geen protocollen beschikbaar voor de omvang van de monsters (hoeveelheid materiaal). Om te voorkomen dat onvoldoende organisch materiaal wordt verzameld, moet voorafgaand aan de monsterneming met het analyselaboratorium worden afgestemd hoeveel materiaal minimaal benodigd is voor het uitvoeren van de chemische analyses.

Eis: Herstel de locatie na monsterneming zodat er geen gevaarlijke situaties ontstaan ten gevolge van monsterneminggaten.

Methode: vul ontstane gaten na monsterneming op met gebiedseigen materiaal of, indien dit niet voorradig is, met niet verontreinigend materiaal passend bij de kenmerken van de locatie.



5.3 Verpakking, conservering en bewaartermijn van de monsters

Eis: Verpak en vervoer de grondmonsters voor chemie en toxicologie en bewaar de grondmonsters ten behoeve van het onderdeel chemie conform SIKB protocol 2001 en 3001.

Toelichting

Belangrijk hierbij is dat monsters ten behoeve van de Triade onderdelen chemie en toxicologie niet worden geconserveerd anders dan koelen. Monsters ten behoeve van analyses in het Triade onderdeel toxicologie hebben een bewaartermijn van enkele weken tot maanden.

Eis: De eisen aan verpakking, conservering en bewaartermijn van monsters ten behoeve van ecologische analyses moeten worden afgestemd op de gekozen receptoren.

Toelichting

Informatie hierover is te vinden in de normatieve documenten betreffende de gekozen receptoren.

5.4 Registratie monsterneming

Eis: houd op locatie een registratie bij van de monsterneming.

Toetsingskader: de organisatie voldoet aan deze eis als minimaal de onderstaande gegevens te herleiden zijn:

- projectcode;
- boring- en monstercode;
- diepte t.o.v. grondoppervlak;
- monsternemingspunten via GPS coördinaten of ingetekend op een kadastrale kaart zodat deze door derden terug te vinden zijn;
- veldwerker(s);
- datum;
- meteorologische omstandigheden;
- melding of het werk is uitgevoerd onder protocol 2301;
- afwijkingen ten opzichte van het plan als gevolg van onverwachte omstandigheden;
- indien van toepassing gezondheids-/veiligheidsrisico identificatie (bijvoorbeeld waarschuwingsstickers).

Indien op een locatie meerdere monsters moeten worden genomen, kan volstaan worden met het eenmalig noteren van de, voor alle monsters geldende gegevens, mits dit eenduidig te herleiden is naar alle betreffende gegevens uit de veldwerkregistratie.



6 Literatuur

1. Jensen J., Mesman M., Ecological risk assessment of contaminated land. Decision support for site specific investigations. ISBN 978-90-6960-138-0 RIVM Bilthoven, 2006.
2. Mesman, M., Schouten, A.J., Rutgers, M. 2011. Handreiking Triade 2011; Locatie-specifiek ecologisch onderzoek in Stap 3 van het Saneringscriterium. RIVM Rapport nr 607711003, RIVM, Bilthoven.
3. Rutgers M., J. Faber, J. Postma, H, Eijsackers, Locatiespecifieke ecologische risico's: een basisbenadering voor functiegerichte beoordeling van bodemverontreiniging, PGBO deel 16, 1998.
4. Waarde van der. J.J., J.G.M. Derksen, A.F. Peekel, J. Bloem, H. Siepel, Risicobeoordeling van bodemverontreiniging met behulp van een Triade benadering met chemische analyses, bioassays en biologische veldinventarisaties, Nobis 98-1-28 (2000)
5. Rutgers, M., Mesman, M., Otte, P. (2005) 1170- TRIADE: Instrumentarium voor geïntegreerde ecotoxicologische beoordeling van bodemverontreiniging. Leidraad Bodembescherming, afl. 26, SDU Uitgevers, Den Haag, pp. 1170/1 – 1170/26.
6. Rutgers M., Mulder C., Schouten A.J., Bloem J. Bogte J.J., Breure A.M., Brussaard L., Goede de R.G.M., Faber J.H., Jagers op Akkerhuis G.A.J.M., Keidel H., Korthals G.W., Smeding F.W., Berg ten C., Eekeren van N., Typeringen van bodemecosystemen in Nederland met tien referenties voor biologische bodemkwaliteit, RIVM rapport 607604008, 2007.
7. Rutgers, M., Aldenberg, T., Franken, R.O.G., Jager, D.T., Lijzen, J.P.A., Peijnenburg, W.J.G.M., Schouten, A.J., Traas, T.P., De Zwart, D., Posthuma, L.: Ecologische risicobeoordeling van verontreinigde (water)bodem – voorstellen ter verbetering van de urgentiesystematiek. Rapport 711701018, RIVM, Bilthoven, 2000.
8. PTS 808: Evaluatie van de toepassing van Triade bij het beoordelen van ecologische risico's, 2009.
9. Waarde van der J. , Wagelmans M., Knobens R., Schouten T., Bogte J., Goede de R., Bongers T., Didden W., Doelman P., Keidel H., Kerkum F., Jonge de J. Analyse nematoden bestand, SKB SV-315, 2002.
10. Swartjes F.A., Dirven-van Breemen E.M., Otte P.F., Beelen van P., Rikken M.G.J., Tuinstra J., Spijker J., Lijzen J.P.A. Human health risks due to consumption of vegetables from contaminated sites, towards a protocol for site specific assessment. Rapport 711701040, RIVM, Bilthoven, 2007.
11. Rutgers M., Jansen J., Site specific ecological risk assessment. Chapter 15 in Dealing with contaminated sites – From theory towards practical application. Swartjes F.A. (Ed), Springer, 2011.
12. Faber J.H., Pol v.d. J.J.C., Brink v.d. N.W., Verificatieonderzoek Ecologie Krimpenerwaard. Eindrapportage. Alterra rapport 1016, Wageningen, 2004.
13. Circulaire bodemsanering 2009
14. Advies Ecologische risicobeoordeling bij bodemverontreiniging, TCB A072, 2011
15. Schouten A. J., Bloem J., Didden W., Jagers op Akkerhuis G., Keidel H., Rutgers M., Bodembioologische indicator 1999. Ecologische kwaliteit van graslanden op zandgrond bij drie categorieën melkveehouderijbedrijven. RIVM rapport 607604003, 2002/2003.



Normatieve documenten

Monsternemingstrategie

NEN-ISO 10381-1 Soil quality - Sampling - Part 1: Guidance on the design of sampling programmes

ISO 10381-2 Soil quality - Sampling - Part 2: Guidance on sampling techniques

ISO 10381-3 Soil quality - Sampling - Part 3: Guidance on safety

ISO 10381-4 Soil quality - Sampling - Part 4: Guidance on the procedure for investigation of natural, near natural and cultivated sites

NEN-ISO 10381-5 Soil quality - Sampling - Part 5: Guidance on the procedure for the investigation of urban and industrial sites with regard to soil contamination

NEN 5737:2010. Bodem- Landbodem- Proces van locatiespecifieke ecologische risicobeoordeling van bodemverontreiniging.

NTA 5755:2010. Bodem - Landbodem - Strategie voor het uitvoeren van nader onderzoek - Onderzoek naar de aard en omvang van bodemverontreiniging

Chemie

NEN 5742:2001. Bodem – monsterneming van grond en sediment ten behoeve van de bepaling van metalen, anorganische verbindingen, matig vluchtige organische verbindingen en fysisch-chemische bodemkenmerken.

BRL SIKB 2000, Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek, 2007.

Protocol 2001, Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen, 2007.

Toxicologie

NEN-ISO 15799 Soil quality - Guidance on the ecotoxicological characterization of soils and soil materials

Ecologie

NEN-EN-ISO 23611-1:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 1: Hand sorting and formalin extraction of earthworms.

NEN-EN-ISO 23611-2:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 2: Sampling and extraction of micro-arthropods (Collembola and Acarina).

NEN-EN-ISO 23611-3:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 3: Sampling and soil extraction of enchytraeids.

NEN-EN-ISO 23611-4:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 4: Sampling, extraction and identification of soil inhabiting nematodes.

NEN-EN-ISO 23611-5 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 5: Sampling and extraction of soil macro-invertebrates (in ontwikkeling)

ISO/DIS 23611-6:2011 Soil quality – sampling of soil invertebrates – part 6: Guidance for the design of sampling programmes with soil invertebrates (in ontwikkeling)

NEN-ISO 10381-6 Soil quality - Sampling - Part 6: Guidance on the collection, handling and storage of soil under aerobic conditions for the assessment of microbiological processes, biomass and diversity in the laboratory

Conservering en bewaartermijnen

NEN-ISO 18512 Soil quality - Guidance on long and short term storage of soil samples

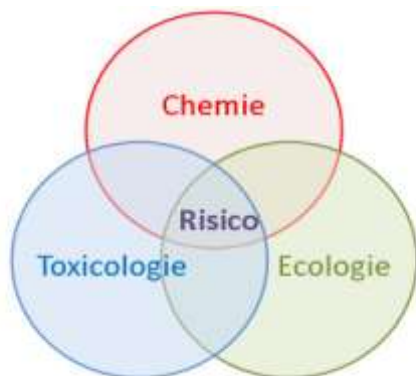
SIKB protocol 3001. Conserveringsmethoden en conserveringstermijnen voor milieumonsters, 2009.



Bijlage 1 Triade onderzoek (informatief)

De Triade is een in internationaal kader ontwikkeld instrumentarium voor de beoordeling van de locatiespecifieke ecologische risico's van waterbodemverontreiniging. Het voorstel om de Triade ook toe te passen voor landbodemverontreiniging is gedetailleerd uitgewerkt in Nederland en andere landen [1, 2, 3, 4, 11]. In de Triade wordt rekening gehouden met locatiespecifieke omstandigheden, zoals bodemtype en bodemgebruik. In de Triade worden drie onderzoekslijnen voor de beoordeling toegepast en uiteindelijk geïntegreerd (zie figuur 1):

- **Chemie:** Analyse van totaalgehalten aan verontreinigingen in de bodem, eventueel aangevuld met analyse van de biologisch beschikbare fractie en opgenomen hoeveelheid verontreiniging in plant of bodembewonende organismen (bioaccumulatie). Voor het schatten van de effecten van de verontreiniging worden vervolgens literatuurgegevens en/of modellen gebruikt over de toxiciteit van de stoffen op organismen en ecologische processen.
- **Toxicologie:** Uitvoering van bioassays (laboratorium testen) om de toxiciteit van de verontreinigde grond voor organismen vast te stellen. Deze experimenten worden over het algemeen in het laboratorium uitgevoerd, omdat onder standaardcondities de vergelijkbaarheid van de condities beter is. Alleen de te onderzoeken bodem verschilt niet de andere parameters zoals temperatuur en vochtigheid.
- **Ecologie:** Bodemecologisch veldonderzoek om vast te stellen of het ecosysteem ter plaatse (bijvoorbeeld bij organismen of aan ecologische processen) negatieve effecten ondervindt van de verontreiniging. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het inventariseren van de plantengemeenschap, kleine dieren, bodemorganismen zoals regenwormen, nematoden en bacteriën of ecologische processen (bijvoorbeeld fragmentatie van organisch materiaal).



Figuur 1. Triade is de combinatie van drie lijnen van bewijsvoering: chemie, toxicologie en ecologie. Integratie van resultaten uit deze drie lijnen van bewijsvoering leidt tot vermindering van onzekerheden bij het bepalen van het ecologisch risico.

De Triade voor landbodems is sinds zo'n 10 jaar in ontwikkeling, binnen de voormalige onderzoeksprogramma's NOBIS en het Programma Geïntegreerd Bodem Onderzoek [3], bij het RIVM [1, 2, 5, 7] en Alterra [12].

In tegenstelling tot het Nader Onderzoek (NO), is het doel van Triade niet het in kaart brengen van de ruimtelijke verspreiding van een verontreiniging en de ecologische effecten daarvan maar om onzekerheden in de risicobeoordeling te reduceren. Triade onderzoek wordt vaak uitgevoerd nadat op basis van het risicomodel Sanscrit



(stap 2 van het Saneringscriterium [13]) gebleken is dat er sprake is van een onaanvaardbaar ecologisch risico. Conform de Wet Bodembescherming is er sprake van onaanvaardbare risico's voor het ecosysteem wanneer bij het huidige of voorgenomen gebruik van een locatie:

- de biodiversiteit kan worden aangetast (bescherming van soorten);
- kringloopfuncties kunnen worden verstoord (bescherming van processen);
- bioaccumulatie en doorvergiftiging kan plaatsvinden.



Bijlage 2 Monsterneming apparatuur

naam	Kenmerken	Te gebruiken voor
Graszodeboor	De boor bestaat uit een steekbusje van 10 cm lang en een doorsnede van 2,3 cm.	Monsterneming ten behoeve van microbiologische indicatoren
Deelbare kolomboor	De deelbare boor bestaat uit PVC ringen van 2,5 cm hoog en een diameter van 5,8 cm	Monsterneming ten behoeve van potwormen, springstaarten en mijten
Guts	half cilindervormige boorlichaam met van boven naar beneden evenwijdig lopende snijkanten, diameter 1 cm	Monsterneming ten behoeve van nematoden
Edelmanboor	Meest gebruikte grondboor. De typische vorm van de Edelmanboor zorgt voor een minimum aan wrijving tijdens het indraaien en uittrekken van de boor: minder fysieke inspanning.	Monsterneming ten behoeve van chemische analyses en bioassays
Spade	Uitsteken van een plag of blok grond van vooraf vastgestelde grootte (bv 20*20*20 cm of 25*25*25 cm)	Inventarisatie regenwormenpopulatie. Uit ieder blok worden handmatig regenwormen verwijderd.

