

Biobeschikbaarheid: Sturende factor bij besluitvorming rond bodemsanering en duurzaam bodemgebruik?

Bij de beoordeling van de bodemkwaliteit komt de term biobeschikbaarheid regelmatig aan de orde. De term wordt vooral gebruikt om effecten van bodemverontreinigingen op receptoren te verklaren. Internationaal wordt er gediscussieerd over de invloed van biobeschikbaarheid op risico's van verontreinigingen. Ook in Nederland is dit een punt van aandacht. Kan Nederland iets leren van de internationale kennis?

Door: Joop Harmsen en Ellen Brand

Over de auteurs:

Dr. Joop Harmsen werkt bij Alterra, onderdeel van Wageningen UR. Op het gebied van water en (water)bodemkwaliteit
Ir. Ellen Brand werkt bij het RIVM aan humane en ecologische risicobeoordeling van bodemverontreiniging

Biobeschikbaarheid is een concept waarvan vele definities bestaan. In Nederland wordt momenteel ook de term milieubeschikbaarheid overwogen. Wij willen hier geen discussie voeren over definities en sluiten ons aan bij het gebruik van de term biobeschikbaarheid in ISO (International Organization for Standardization). De definitie in ISO 11074 is 'Biobeschikbaarheid is de mate waarin chemicaliën aanwezig in de bodem kunnen worden opgenomen of gemetaboliseerd door de mens of ecologische receptoren of beschikbaar zijn voor interactie met biologische systemen'. In de praktijk is deze definitie niet afdoende omdat vooral de factor tijd ontbreekt. In ISO 17402¹ wordt daarom gesproken over het concept biobeschikbaarheid (zie figuur 1). Belangrijk is de overgang van de bodem naar het organisme, het celmembraan, en de hierbij behorende biologisch actieve zone (figuur 1A). Zowel chemische als biologische metingen zijn mogelijk om grip te krijgen op de biologische beschikbaarheid. Hiernaast moet deze overgang ook werkelijk kunnen plaatsvinden. Verontreinigingen die in bodemdeeltjes zijn gesorbeerd zijn niet beschikbaar voor organismen (figuur 1B).

Een belangrijk onderscheid is actuele en potentiële beschikbaarheid.

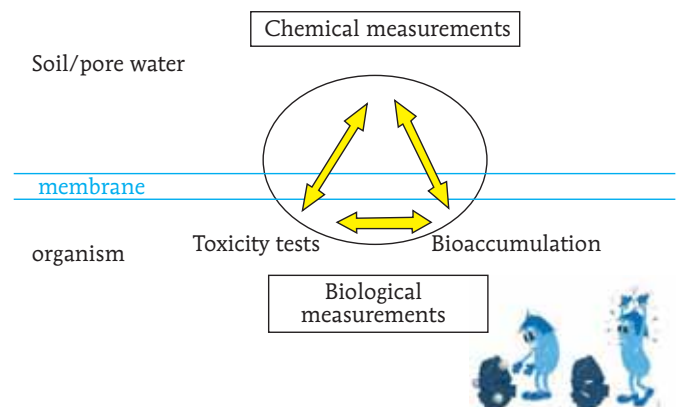
- Actueel beschikbaar is de concentratie opgelost in het poriewater
- Potentieel beschikbaar is de concentratie in poriewater plus de

fractie die kan desorberen en transporteren van een bodemdeeltje naar het poriewater.

De concentratie in poriewater staat in direct contact met het bodemorganisme en kan afhankelijk van het organisme worden opgenomen. De gesorbeerde fractie komt langzaam vrij en kan hierdoor langduriger bijdragen aan effecten op het bodemorganisme.

BELEID IN NEDERLAND

Wat betreft het beleid heeft de discussie in Nederland zich tot nu toe vooral gericht op het meenemen van biobeschikbaarheid van stoffen in de risicobeoordeling van bodemverontreiniging en besluitvorming rond duurzaam bodemgebruik. Duurzaam bodemgebruik is de balans tussen de bescherming van de bodemkwaliteit voor mens en milieu én ruimte voor maatschappelijke ontwikkelingen. Het RIVM heeft in de afgelopen jaren in samen-



FIGUUR 1: HET CONCEPT BIOBESCHIKBAARHEID A: CELMEMBRAAN ALS CENTRALE FACTOR (ISO 17402). B: BEREIKBAARHEID VAN DE VERONTREINIGING VOOR BODEMORGANISMEN.

werking met het IRAS (Institute for Risk Assessment Sciences), Deltares en Alterra een aantal studies^{2,3} gedaan naar de mogelijkheid om biobeschikbaarheid te implementeren in het beleid. Het laatste resultaat van deze studie³ over organische verontreinigingen is onlangs gepubliceerd. In de rapportage wordt ingegaan op de praktische uitvoering van een vijftal analytische methoden die geschikt zijn voor het meten van biobeschikbare concentraties van organische stoffen in de bodem. Daarnaast worden in het rapport keuzes gemaakt voor analytische methoden om toe te passen in Nederland. Misschien wel het belangrijkste aspect van deze rapportage is dat ook een eerste voorstel wordt gedaan voor de implementatie van het concept biobeschikbaarheid in de beleidskaders. Het gaat hierbij om het bepalen van de saneringsurgentie van verontreinigde bodems en besluitvorming rond duurzaam bodemgebruik.

Tot op heden bestond er geen kader waaraan gemeten biobeschikbare concentraties in de bodem kunnen worden gerelateerd. Het rapport beoogt deze omissie te verhelpen. In de toekomst is het streven om eenzelfde voorstel te kunnen doen voor de implementatie van biobeschikbaarheid voor verontreinigingen met zware metalen.

METEN VAN BIOBESCHIKBAARHEID

Biobeschikbaarheid als concept is bruikbaar om waarnemingen te kunnen verklaren. Bij het nemen van beslissingen is het echter van belang dat deze gebaseerd zijn op kwantitatieve resultaten, met andere woorden metingen. Wetenschappelijk onderzoek moet dan worden vertaald naar algemeen toepasbare methoden⁴ waarvan de resultaten bruikbaar zijn om (beleids)beslissingen op te baseren. Voor de te gebruiken methodieken speelt standaardi-

Wetenschappelijk onderzoek moet worden vertaald naar algemeen toepasbare methoden

satie dan een belangrijke rol. In de werkgroep bioavailability van ISO/TC190 (Soil quality), onder voorzitterschap van Joop Harmsen, is een 'guideline' ontwikkeld waarin wordt ingegaan op de aspecten die belangrijk zijn bij toe te passen methoden (ISO17402). Momenteel wordt gewerkt aan chemische methoden die in de praktijk kunnen worden toegepast (tabel 1). Hiernaast wordt er gewerkt aan standaarden om te helpen bij de interpretatie van de resultaten. Omwille van eenduidigheid en acceptatie in het veld is in het voornoemde RIVM-onderzoek bij het opstellen van de gebruiksprotocollen aansluiting gezocht bij de werkzaamheden van de werkgroep bioavailability van ISO/TC190.

Reactie op het stuk van Joop Harmsen en Ellen

Omdat één grondmonstereextractie, uitgevoerd volgens bepaald protocol, één meetuitkomst per contaminant geeft, kan die uitkomst nooit en te nimmer de biologische beschikbaarheid van die contaminant representeren. De daadwerkelijke biologische opname van een contaminant kan enorm variëren en blijkt af te hangen van het groeistadium, de soort, en niet te vergeten de externe factoren zoals temperatuurs-, bemestings- en vochtregime. Daarnaast blijft, conceptueel gezien, voor mij de bodemvocht-hypothese die de actuele en potentiële beschikbaarheid wil beschrijven zijn aantrekkingskracht behouden.

Pierre del Castilho, lid van de redactie van het tijdschrift Bodem en auteur van vele biologische beschikbaarheidstudies.

Naast de chemische methoden gericht op de bodem, zijn er een groot aantal gestandaardiseerde methoden beschikbaar gericht op organismen zoals bacteriën, regenwormen nematoden, pissebedden en planten. De effecten (toxiciteit of bioaccumulatie) worden veroorzaakt door de voor het specifieke organisme biobeschikbare fractie.

INTERNATIONAAL

Van 7-9 september 2011 vond in Adelaide (Australië) de '6th International Workshop on Chemical Bioavailability in the Terrestrial Environment' plaats. De auteurs van dit artikel waren daar aanwezig als respectievelijk co-chair en key-note speaker. Voor ons ook een moment van reflectie. Zoals te verwachten speelt biobeschikbaarheid ook elders in de wereld een rol. Zo werd op de workshop in Adelaide duidelijk dat de activiteiten in Duitsland om biobeschikbaarheid in beleid te implementeren langs dezelfde lijnen lopen als de Nederlandse. In de VS en vooral in Australië is men meer gericht op de oplossing en is pragmatisme belangrijk. Hierbij verschuift de rol van biobeschikbaarheid van risicobeoordeling naar een stuk gereedschap om de risico's te verminderen. Risico's van bodemverontreiniging kunnen worden verminderd door maatregelen te treffen om de biobeschikbaarheid te verminderen. In de VS wordt bijvoorbeeld gewerkt aan vastleggen van lood in de bodem in bewoonde gebieden door het toevoegen van fosfaat. Dit wordt vervolgens getoetst door de beschikbaarheid voor opname in ons darmstelsel te simuleren. Lood wordt vooral gezien als een risico voor kinderen. In Nederland hebben we een vergelijkbare aanpak in de regio 'de Kempen'. Hier wordt de beschikbaarheid van cadmium in volkstuinten verminderd door verhoging van de pH. Beschikbaarheid van organische verontreinigingen kan worden verminderd door toevoegen van adsorptie materialen, gebaseerd op organische stof, en koolachtige materialen. Verhogen van de beschikbaarheid is bruikbaar als de verontreiniging biologisch afbreekbaar is. De afbraak gaat daarvoor sneller, waardoor de verontreiniging sneller uit het bodemsysteem verdwijnt.

De uitkomsten van de workshop in Adelaide zijn samengevat in een openbaar communiqué⁵, met daarin de volgende statements:

Doel	Methode	Stand van zaken
Algemeen	Guideline biobeschikbaarheid	Gepubliceerd als ISO 17402
Zware metalen	Actueel beschikbaar, 0.001M CaCl ₂	Gepubliceerd als ISO 21268-1
	Potentieel beschikbaar, 0.5 M HNO ₃	Eerste ontwerpstandaard binnen ISO-werkgroep
Organische stoffen	Actueel beschikbaar, passive sampling	In discussie
	Potentieel beschikbaar, Tenax en cyclodextrine	Eerste ontwerpstandaard binnen ISO werkgroep, tevens in discussie binnen NEN

TABEL 1: ISO-STANDAARDEN VOOR HET METEN VAN BIOBESCHIKBAARHEID (BESCHIKBAAR EN IN ONTWIKKELING).

- Bioavailability is a tool for smarter risk based land management.
- By applying global developments in our understanding of bioavailability, local decision making can be smart and compatible with principles of sustainable development. Bioavailability has been developed into a globally accepted tool. Its role in sustainable risk based remediation is however focused on local risks and local remediation options.
- Bioavailability can move you into the operating window of a more cost-effective remediation technology or no remediation at all.
- Understanding Bioavailability delivers insight into fate and transport mechanisms and is therefore an important tool in achieving desired conditions during and after remediation.
- For a consistent use of bioavailability in risk assessment standard methods are essential. We the delegates of the 6th International Workshop on Chemical Bioavailability in the Terrestrial Environment support the work of ISO/TC190 Soil Quality on the subject of bioavailability.
- Models predicting or invoking bioavailability have to meet the expectations of the different stakeholders and are helpful in predicting effects of changing land use. They must be fit for purpose and parameterised with site specific data.

Biobeschikbaarheid heeft zich ontwikkeld van een concept tot iets wat ook meetbaar is

VERVOLGSTAPPEN

Biobeschikbaarheid heeft zich ontwikkeld van een concept tot iets wat ook meetbaar is en daardoor bruikbaar bij het interpreteren van risico's. Meetmethoden zijn beschikbaar of komen op korte termijn beschikbaar. Deze meetmethoden zijn bovendien gestandaardiseerd, wat een belangrijke stap is bij het inpassen van biologische beschikbaarheid in beleidskaders. In Nederland wordt hierbij vooral gedacht aan risicobeoordeling van ernstige

verontreinigde locaties en besluitvorming bij duurzaam bodembebruik van diffuus verontreinigde gebieden. Hierbij is het van belang aan te geven hoe hoog biologisch beschikbare concentraties mogen zijn zodat de ecologie voldoende beschermd is, maar er geen al te strenge beperkingen worden opgelegd voor het (her) gebruik van grond (duurzaam bodembeheer). Dit laatste vergt nog enige discussie en misschien ook nader onderzoek. Toepassing van biobeschikbaarheid in het preventieve beleid (het voorkomen van nieuwe bodemverontreinigingen) is niet voorzien.

Internationaal is er echter sprake van een meer pragmatische lijn. Bij de aanpak van bodemverontreiniging wordt in diverse landen vooral uitgegaan van een vermindering van de risico's. Verkleinen van het risico is hierbij belangrijker dan het exact kunnen vaststellen van het risico. Naast het meten van de biobeschikbaarheid wordt kennis over hoe de biobeschikbaarheid verandert bij het nemen van maatregelen dan een belangrijk stuk gereedschap. Een lage of hoge biobeschikbaarheid kan het verschil maken tussen wel of niet saneren. De mogelijkheid de biobeschikbaarheid te beïnvloeden geeft de mogelijkheid te kiezen voor een passende sanering.

Ook in Nederland gaat het uiteindelijk om het verminderen van de risico's van verontreinigingen. Het saneren van een bodem is niet gewenst indien blijkt dat de aanwezigheid van verontreinigingen niet leidt tot ontoelaatbare effecten. Beoordeling op basis van werkelijke risico's maakt dat biobeschikbaarheid zich in de komende jaren kan ontwikkelen tot een sturende factor in de besluitvorming rond bodemsanering en duurzaam bodembeheer.

NOTEN

1. ISO 17402. Soil quality — Requirements and guidance for the selection and application of methods for the assessment of bioavailability of contaminants in soil and soil materials. 2008.
2. Brand E., Peijnenburg W., Groenenberg B., Vink J., Lijzen J., Ten Hulscher D., Jonker C., Römkens P., Roex E., (2009) Towards implementation of bioavailability measurements in the Dutch regulatory framework. RIVM, Bilthoven Nederland. RIVM rapportnummer 711701084.
3. Brand E., Smedes F., Jonker C., Harmsen J., Peijnenburg W., Lijzen J., 2012. Advice on implementing bioavailability in the Dutch soil policy framework. User protocols for organic contaminants. RIVM, Bilthoven Nederland. RIVM rapportnummer 711701102.
4. Harmsen, J., 2007. Measuring bioavailability: from a scientific approach to standard methods. J. Env. Quality. 36, 1420-1428.
5. <http://www.cleanupconference.com/Bioavailability%20Communique.pdf>.