

Aanpak van bodemsanering in Europa en Noord-Amerika

Bodem- en grondwaterverontreiniging behoren tot de meest complexe en uitdagende milieuproblemen waarvoor een groot aantal landen zich gesteld ziet. Er is een voortdurende behoefte aan verdere ontwikkeling van uitgebalanceerde en toegankelijke wetgeving en betrouwbare en kosteneffectieve saneringstechnieken. In dit artikel wordt eerst een overzicht gegeven van het bodemsaneringsbeleid van een aantal toonaangevende landen op het gebied van bodemsanering. Daarna wordt de voortgang van de saneringsmogelijkheden geschetst aan de hand van de conclusies van de NATO/CCMS Studie met betrekking tot toepasbaarheid en ontwikkeling van bodemsaneringstechnieken.

Ted Meeder en Esther Soczó

Al meer dan 10 jaar wordt bodemverontreiniging, zowel in Europa als in Noord-Amerika, gezien als een ernstig probleem. Volgens de laatste studies in een vijftal landen (zie tabel 1) zijn meer dan een half miljoen lokaties potentieel verontreinigd. In circa 200.000 gevallen moet waarschijnlijk actie worden on-

dernomen. De kosten van deze operatie worden geschat op ongeveer 200 miljard gulden. De eerste helft van dit artikel geeft een overzicht van het bodemsaneringsbeleid (zie ook het artikel van Von Meyenfeldt in dit nummer) en saneringsactiviteiten van een aantal Europese en Noordamerikaanse landen die zijn uitgekozen omdat zij over de meeste ervaring beschikken op het gebied van aanpak en sanering van verontreinigde lokaties. De tweede helft van het artikel vat de stand van zaken en nieuwe ontwikkelingen op het gebied van bodemsaneringstechnieken samen. De gepresenteerde informatie is gebaseerd op de resultaten van de NATO/CCMS Pilot Study on Demonstration of Remedial Action Technologies for Contaminated Land and Groundwater¹ en een nauwe samenwerking met de betrokken landen.

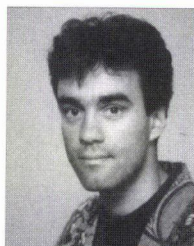
1990 en de "Act on Environmental Protection" van 1974 (wordt herzien in 1992) hebben betrekking op de identificatie, het onderzoek, de sanering en monitoring van voormalige stortplaatsen, bedrijfsterreinen en benzine- en olie-opslagplaatsen. De Provincies zijn verantwoordelijk voor de uitvoering van de saneringen, terwijl het Deense Environmental Protection Agency de voorschriften en richtlijnen opzet. Voor de periode 1990-1993 is ongeveer 150 miljoen gulden gereserveerd voor onderzoek, monitoring en sanering van verontreinigde lokaties.

Richtlijnen voor onderzoek en risicoevaluatie zijn afgerond of in ontwikkeling. De nadruk ligt op het ontwikkelen van een prioriteitenplan. Bescherming van grondwater krijgt de hoogste prioriteit. Richtlijnen voor bodemkwaliteit zijn in ontwikkeling evenals richtlijnen voor de kwaliteit van via microbiologische methoden gereinigde bodem gericht op hergebruik.

Duitsland

Overeenkomstig het federale systeem van Duitsland is er geen nationale aanpak van sanering van verontreinigde lokaties. De Bondsstaten zijn verantwoordelijk voor identificatie, onderzoek en sanering van deze lokaties. Er is geen federale wet met betrekking tot verontreinigde lokaties, de Westduitse staten hebben wettelijke voorschriften hieromtrent verwerkt in hun "Landesabfallgesetze". In het lopende parlementaire jaar worden speciale regelingen verwerkt in een nieuwe landelijke

Over de auteurs:



Ir. T.A. Meeder,
Milieutechnoloog
bodem/grondwater,
Afdeling Milieutechnologie,
Laboratorium voor Afvalstoffen
en Emissies van het RIVM.



Ir. E.R. Soczó,
Plv. hoofd Afdeling
Milieutechnologie,
Laboratorium voor
Afvalstoffen en
Emissies van het RIVM.

Bodemsaneringsbeleid in verschillende landen

Denemarken

De Deense "Law on Waste Sites" van

Tabel 1. Geschatte omvang van bodemverontreiniging en sanering van verontreinigde lokaties.

	Potentieel verontreinigde lokaties	Te saneren lokaties	Geschatte kosten (mld. gulden)	Gesaneerde lokaties	Saneringskosten (mld. gulden)
Denemarken	8.000	g.g.b.	g.g.b.	100	0,1
Duitsland	200.000	50.000	20 - 100	> 600	0,5
Nederland	600.000	110.000	50	1000	1,5
Canada	g.g.b.	g.g.b.	g.g.b.	15	0,1
USA	35.000*	1.200**	50	400	10

* Superfund inventarisatie

**Aantal lokaties op de "National Priority List"

g.g.b. = geen gegevens beschikbaar

"Bodenschutzgesetz". In principe is de eigenaar van het verontreinigde terrein verantwoordelijk voor de schoonmaak, in de meeste gevallen dragen de autoriteiten echter de kosten van de sanering.

Vanaf 1976 heeft het "Bundesministerium für Forschung und Technologie" in samenwerking met het bedrijfsleven voor ongeveer 200 miljoen gulden besteed aan onderzoek en sanering van verontreinigde lokaties. Het "Umweltschutzsofortprogramm" (USP) van 1990 van het "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit" heeft meer dan 600 projecten ter waarde van een half miljard gulden ondersteund. Additioneel werd meer dan 100 miljoen gulden uitgegeven aan pilot- en demonstratieprojecten. Voor 1991-1992 is een volgend (USP) van een miljard gulden gestart.

In februari 1991 is het actieprogramma "ökologisches Sanierungs- und Entwicklungsprogramm" voorgedragen. Maatregelen voor ecologisch herstel omvatten: realiseren van grondbehandelingscentra; sanering van verlaten munitie- en explosieven-produktieterrinen en lokaties met uraniumerts-winning en een wereldtentoonstelling van saneringstechnologieën. Programma's voor identificatie, registratie en evaluatie van verontreinigde lokaties zijn in voorbereiding.

Voor de toekomstige financiering van de schoonmaak van verontreinigde lokaties in Oost-Duitsland wordt door het "Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit" een concept wet voorbereid met een heffing op alle soorten afval. Van het zo vrijkomende geld wordt twee en een half miljard gulden aangewend voor de sanering van verontreinigde lokaties in de nieuwe staten.

Op dit moment zijn er geen algemeen geaccepteerde richtlijnen voor bodemkwaliteit. Veelal wordt gebruikt gemaakt van de Nederlandse A-B-C-waarden of de "Kloke-list".

Nederland

In 1983 trad de "Interim wet bodemsanering" (IBS) in werking, teneinde lokaties die een "ernstig gevaar voor volksgezondheid en/of milieu" vormden te saneren. De Leidraad Bodembescherming² geeft aan wanneer dit gevaar zich voordoet en hoe sanering dient plaats te vinden. De IBS wordt geïncorporeerd in de "Wet bodembescherming" (WBB), die tevens verschillende

aanvullende regelingen bevat. De WBB richt zich meer dan de IBS op preventie van verontreinigingen. Door de IBS in de WBB te incorporeren wordt een wettelijke basis gecreëerd om vervuilers en gebruikers te dwingen verontreinigde lokaties te saneren. In eerste instantie wordt geprobeerd de kosten van de sanering op de vervuilers en gebruikers te verhalen; als dit niet mogelijk is en het een urgent geval is financiert de overheid de sanering³. Vervuilers en gebruikers zullen in de toekomst een groter aandeel in de bodemsaneringsoperatie moeten bijdragen. Een eerste stap hiertoe was het opzetten van de "Commissie Bodemsanering van Bedrijfsterreinen" (BSB). Deze commissie, samengesteld uit vertegenwoordigers van overheid en bedrijfsleven, bereikte overeenstemming over een vrijwillige sanering van bedrijfsterreinen en een bodemonderzoek op 30.000 potentieel verontreinigde bedrijfsterreinen.

In het kader van de IBS zijn tot zo ver ongeveer 4.000 verontreinigde lokaties onderzocht en 1.000 lokaties gesaneerd. De totale overheidsuitgave voor onderzoek en sanering bedroeg ongeveer anderhalf miljard gulden. Over de uitgaven van het aanvullende circuit bestaan geen betrouwbare ramingen voor de periode 1980-1989, voor 1989 worden de uitgaven ingeschat op 100 tot 150 miljoen⁴.

De ontwikkeling van technieken wordt door de overheid gestimuleerd, onder andere in het Speerpuntprogramma Bodemonderzoek, de Stimuleringsregeling Milieutechnologie-Bodem en het Innovatiegericht Onderzoeks Programma Milieutechnologie.

Canada

Milieubescherming is in Canada een gedeelde verantwoordelijkheid tussen provinciale en rijksoverheid. De provincies moeten zorgdragen voor een toegankelijke wetgeving ter toepassing van het "vervuiler betaalt" principe. Dit geldt voor 95% van de lokaties waar de vervuiler kan worden achterhaald. Er is overleg tussen regering en het bedrijfsleven om het probleem goed te onderkennen en de beste probleemaanpak te kiezen zowel financieel als milieuhygiënisch. In oktober 1989 kondigde de "Canadian Council of the Environment" (CCME) de invoering van het "National Contaminated Sites Remediation Program" (NCSRP) aan met drie doelstellingen:

- Onderzoek, beoordeling en sanering

van verontreinigde lokaties op een landelijk consistente manier.

- Reserveren van financiën voor sanering van lokaties waarvan geen eigenaar of verantwoordelijke partij kan worden aangewezen of waar financiële middelen ontbreken.
- Stimulering, ontwikkeling en demonstraties van nieuwe en innovatieve saneringstechnieken.

Het NCSRP heeft een budget van ongeveer 400 miljoen gulden. Daarvan is 300 miljoen gulden voor de sanering van de zogenaamde "orphan high-risk contaminated sites" en de resterende 100 miljoen voor ontwikkeling en demonstratie van nieuwe saneringstechnieken.

De CCME "National Classification System" wordt gebruikt voor indeling van verontreinigde lokaties in drie categorieën volgens risico-niveau's. De numerieke invulling voor risico-bepaling en sanering van bodem en water in de "Interim National Environmental Quality Criteria" is gebaseerd op het veilig gebruik van landbouw-, woon-, recreatie- en bedrijfsgronden en is afgeleid uit bestaande criteria die elders gebruikt worden.

Verenigde Staten

Voor de uitvoering van de bodemsaneringsoperatie is in 1980 de "Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act" (CERCLA) in het leven geroepen. De financiële basis van het zogenaamde Superfund werd gelegd via een speciale belasting op ruwe olie en commerciële chemische stoffen. De CERCLA is in 1986 door de "Superfund Amendments and Reauthorization Act" (SARA) geamendeerd, waarbij U.S. EPA is opgedragen om sanerings-technieken te ontwikkelen en selecteren voor de sanering van lokaties. Deze techniekontwikkeling wordt in het kader van het Superfund Innovative Technology Evaluation Program (SITE) gestimuleerd. In 1990 is een andere belangrijke regelgeving herzien, het National Oil and Hazardous Substances Contingency Plan (NCP), volgens welke bij sanering de voorkeur wordt gegeven aan reinigen boven andere saneringstechnieken (bijvoorbeeld isolatie), en bovendien het gebruik van innovatieve technieken wordt aanbevolen.

De laatste tien jaar zijn er via de Superfund-inventarisatie circa 35.000 potentieel verontreinigde lokaties geregistreerd, waarvan ongeveer 1200 lokaties zijn geselecteerd voor de National Priority List (NPL). Dit vindt plaats op ba-

sis van het Hazardous Ranking System (HRS): een inschatting van de toxiciteit van de verontreinigende stoffen en hun mogelijke effecten, via blootstellingsroutes voor de mens. De totale kosten van de sanering van de 1200 verontreinigde lokaties worden op ongeveer 50 miljard gulden geschat. Tot dusver is circa 18 miljard gulden uitgegeven voor de sanering van de 1200 locaties. De saneringskosten worden grotendeels verhaald op de vervuilers, volgens het "enforcement first" principe. Is dit niet mogelijk, dan worden de saneringskosten via het Superfund gefinancierd.

Andere Westeuropese landen

De overige Europese landen zijn op het gebied van beleid en saneringsactiviteiten minder ver dan de bovengenoemde landen. Ook binnen deze groep landen zijn er echter grote verschillen. In Groot Brittannië wordt de bodemverontreinigingsproblematiek alleen aangepakt in het kader van "redevelopment of land", met als doel waardevermeerdering van het land. De sanering is daarom gericht op risico vermindering en niet op de reiniging van bodem en grondwater. Oostenrijk en Noorwegen hebben een begin gemaakt met het opzetten van een beleid, terwijl Frankrijk, Italië en België zich nog oriënteren op het probleem.

Oost-Europa

In de stedelijke en zwaar geïndustrialiseerde gebieden van Oost-Europa, wordt de bodem aanzienlijk belast met een verscheidenheid aan verontreinigingen als gevolg van het storten van giftig afval gedurende langere tijd. Bouwland en bijhorend grondwater verontreinigd met een verscheidenheid aan industrieel afval. Volgens de Poolse Academie voor Wetenschappen leeft ongeveer een-derde van de Polen in min of meer verontreinigde gebieden. In Tsjechoslowakije voldoet de helft van het drinkwater niet aan de gestelde normen. Een op de tien Hongaren heeft geen toegang tot schoon drinkwater. In Bulgarije is ongeveer 70 procent van het bouwland en ongeveer 65 procent van het rivierwater verontreinigd door industrieel afval. (Zie verder het artikel van ter Meulen-Smidt en Csikós in dit nummer). Ondanks het aannemen van programma's betreffende giftig afval in een aantal Centraal- en Oosteuropese landen in het begin van de jaren 80, is nog weinig gedaan om de volksgezondheid en het milieu te beschermen tegen giftige stoffen⁵.

Saneringstechnologie

Het langzaam doordringend besef van de enorme omvang van de bodemsaneringsoperatie en de daarmee samenhangende astronomische kosten hebben geleid tot internationale samenwerking op het gebied van ontwikkeling en demonstratie van saneringstechnieken. De "NATO Committee on the Challenges of Modern Society" (NATO/CCMS) werd in 1969 opgericht om aanvullend op internationale programma's techniekontwikkeling te stimuleren en techniekoverdracht te bevorderen onder andere op het gebied van milieuhygiëne. De "Pilot Study on Demonstration of Remedial Action Technologies for Contaminated Land and Groundwater" werd voor de periode 1986-1991 in het leven geroepen met als doel alternatieve en innovatieve bodemsaneringsstechnieken aan te dragen, te evalueren en informatie over de toepasbaarheid en de kosten over te dragen aan potentiële gebruikers. Een belangrijk onderwerp van de studie was "lessen te leren" uit zowel succesvolle als minder succesvolle demonstratieprojecten. In het totaal hebben 11 verschillende landen - onder gezamenlijk leiderschap van de Verenigde Staten, Duitsland en Nederland - deelgenomen

aan de studie. Er zijn 29 verschillende saneringstechnieken bestudeerd, waarvan zeven Nederlandse. De conclusies uit de evaluatie van deze projecten staan hieronder in tabellen 2 t/m 4 weergegeven.

Daarnaast werd in het algemeen geconcludeerd dat het volgende van belang is:

- Ontwikkeling van technieken op de volgende gebieden
 - Technieken voor behandeling van mengsels van verontreinigingen.
 - Technieken voor reiniging van bedrijfsterreinen waarbij tijdens de sanering continuering van de bedrijfsvoering mogelijk blijft.
- Integratie van technieken en combinaties van reinigingssystemen voor een effectieve reiniging van lokaties.
- Standaardisering van analytische methoden en uniforme informatie-systemen voor technieken ten behoeve van een betere "Technology Transfer".

De NATO/CCMS-Studie is succesvol afgesloten, een degelijk internationaal netwerk en verschillende samenwerkingsvormen zijn hieruit voortgekomen.

Tabel 2: De belangrijkste conclusies van de NATO/CCMS-studie met betrekking tot verwijdering van organische verontreinigingen.

VERWIJDERING VAN ORGANISCHE VERONTREINIGINGEN	
Ex-situ	<ul style="list-style-type: none"> • De huidige thermische behandeling bij hoge temperaturen verwijdert organische verontreinigingen succesvol uit diverse gronden. Niet alle landen staan toepassing van deze techniek toe bij met gechlorideerde koolwaterstoffen verontreinigde gronden. • De thermische behandeling bij lage temperaturen is geschikt voor vluchtige stoffen. • Extractieve methoden (zie tabel 4). • Microbiële reiniging zal waarschijnlijk toenemen gezien het huidige hoge niveau van het internationaal onderzoek. Brede toepassing is afhankelijk van de te bereiken restconcentraties.
In-situ	<ul style="list-style-type: none"> • Bodemluchtexttractie is een levensvatbare techniek voor vluchtige componenten in de onverzadigde zone van de bodem; afgassen kunnen worden behandeld met gangbare technieken. • De permeabiliteit van de bodem is de bepalende factor bij in-situ biologische behandeling. Combinatie van beluchting en waterrecirculatie verbetert de biologische omzetting van verontreinigingen en werkt kosteneffectief. • Het oppompen van grondwater en bovengronds zuiveren blijft beperkt tot sanering van watervoerende pakketten

VERWIJDERING VAN ANORGANISCHE VERONTREINIGINGEN

Ex-situ	<ul style="list-style-type: none">• Stabilisatie en solidificatie technieken kunnen de meeste anorganische verontreinigingen immobiliseren. Over de lange termijn effectiviteit van deze methodes bestaan weinig gegevens. Uitloog-testen moeten beter vergelijkbare gegevens leveren.• Extractieve methodes (zie tabel 4).
In-situ	<ul style="list-style-type: none">• Electro-reclamatie is een nieuwe techniek voor het reinigen van kleiige bodem verontreinigd met zware metalen. Een praktijkinstallatie is aanwezig, het is gewenst de toepassingsmogelijkheden nader te onderzoeken; er zijn nog geen alternatieve behandelingen voor dit type grond.

Tabel 3: De belangrijkste conclusies van de NATO/CCMS-studie met betrekking tot verwijdering van anorganische verontreinigingen.

VERWIJDERING VAN MENGSELS VAN VERONTREINIGINGEN

Ex-situ	<ul style="list-style-type: none">• Extractieve methodes zijn geschikt voor grond met organische stoffen en zware metalen. Voor een mengsel van organische en anorganische verontreinigingen zijn op dit moment geen andere technieken beschikbaar. Verdere verbetering wordt verwacht door nieuwe scheidingsmethoden.
In-situ	<ul style="list-style-type: none">• In-situ vitrificatie kan worden toegepast bij een mengsel van zwaar verontreinigd organisch en anorganisch afval. Dit combineert thermische vernietiging van organische componenten met immobilisatie van de anorganische componenten. Het uiteindelijk product heeft een gunstig uitlooggedrag.

Tabel 4: De belangrijkste conclusies van de NATO/CCMS-studie met betrekking tot verwijdering van mengsels van verontreinigingen.

Conclusies

- Bodemverontreiniging is een aanzienlijk probleem zowel in Europa als in Noord-Amerika. Een aantal landen voert (nadere) inventarisaties uit voor een beter zicht in de omvang. Voor de aanpak van het probleem hebben een aantal Europese en Noordamerikaanse landen een goed wetgevend en regelgevend netwerk opgebouwd. Richtlijnen voor risico-evaluatie en sanering worden continu verbeterd.
- In de meeste landen wordt de voorkeur gegeven aan reiniging van grond en het toepassen van duurzame oplossingen.
- Europa evenals Canada en de Verenigde Staten hebben hetzelfde niveau van kennis op het gebied van sanering van verontreinigde lokaties. In Europa is deze kennis echter beperkt tot een aantal landen.
- Sinds 10 jaar worden saneringstechnieken ontwikkeld en toegepast bij het schoonmaken van verontreinigde lokaties, zowel in de V.S. als in Europa (Nederland en Duitsland). De stand van (operationele) technieken is in Europa en Noord-Amerika van ongeveer gelijk niveau.
- In de meeste landen wordt techniekontwikkeling via R&D programma's gestimuleerd.

Literatuur

1. **Offenbittel, Robert F. (ed); Demonstration of Remedial Action Technologies for Contaminated Land and Groundwater** NATO/CCMS Final Reports Vol. 1 and 2, in voorbereiding. Informatie over de NATO/CCMS-studies en Tour-de-Tables met informatie over saneringsbeleid is aan te vragen bij: Virginia Hathaway, JACA Corporation, 550 Pinetown Road, Fort Washington, PA 19034.
2. **Leidraad bodembescherming, aflevering 6, 1990.**
3. **Meeder T.A. en E.R. Soczó, 1991** Lokale verontreiniging van de bodem. In: Nationale Milieuverkenning 1990-2010. Samson H.D. Tjeenk Willink bv, Alphen aan den Rijn, p. 368-377.
4. **Commissie bodemsanering van in gebruik zijnde bedrijfsterreinen, 1991** Eindrapport, p. 36.
5. **Herndon, Roy C. and Richter, Peter I.; Overview of Environmental Contamination in Eastern and Central Europe: a Focus on Hungary.** In NATO/CCMS proceedings of the fifth International Conference, Washington D.C., 18-22 November 1991.