

Het milieu in Europa: de tweede balans

11. Achteruitgang bodemkwaliteit

European Environment Agency



11. Achteruitgang bodemkwaliteit

Voornaamste bevindingen

In West-Europa zijn meer dan 300.000 locaties geïdentificeerd die mogelijk verontreinigd zijn, maar het geschatte aantal in heel Europa is vele malen groter.

Ofschoon in het Milieuprogramma voor Europa werd opgeroepen tot het identificeren van verontreinigde locaties, is er voor veel landen nog geen volledig overzicht. De omvang van het probleem valt moeilijk te beoordelen, omdat het ontbreekt aan algemeen aanvaarde definities. De Europese Commissie bereidt momenteel een witboek over milieuaansprakelijkheid voor; voor volgende stappen is het wellicht nodig overeenstemming te bereiken over definities van bodemverontreiniging. In de meeste West-Europese landen bestaan regelgevende kaders die toekomstige incidenten moeten voorkómen en ervoor moeten zorgen dat bestaande verontreinigde locaties worden gesaneerd.

In Oost-Europa vormt bodemverontreiniging rond verlaten militaire terreinen het grootste gevaar. Het merendeel van de landen in de regio is begonnen met een evaluatie van de hiermee samenhangende problemen. Tal van LMOE en de NOS moeten echter nog het regelgevend en financieel kader ontwikkelen dat nodig is voor de aanpak van verontreinigde locaties.

Een ander ernstig probleem is grondverlies door het affichten van de bodem onder constructies zoals industriële gebouwen en vervoersinfrastructuur, waarmee voor toekomstige generaties de mogelijke gebruiksfuncties van de grond worden verminderd.

Bodemerosie neemt toe. Circa 115 miljoen hectare grond heeft te lijden onder watererosie en 42 miljoen onder winderosie. Het probleem is het grootst in het Middellandse-Zeegebied, vanwege de broze milieusituatie daar. Maar ook in de rest van Europa hebben de meeste landen met problemen te maken. Bodemerosie wordt versterkt door het uit gebruik nemen van grond en door bosbranden, met name in marginale gebieden. Strategieën om versnelde bodemerosie tegen te gaan, zoals bebossing, ontbreken in de meeste gebieden.

Bijna vier miljoen hectare grond heeft te lijden onder bodemverziltting, met name in landen rond de Middellandse Zee en in Oost-Europa. De hoofdoorzaken zijn overexploitatie van watervoorraden als gevolg van irrigatie door de landbouw, bevolkingstoename, industriële en stedelijke ontwikkeling en de groei van het toerisme in kustgebieden. De belangrijkste effecten op cultuurgronden zijn een lagere gewasopbrengst of zelfs het volledig mislukken van de oogst. Een strategie voor de bestrijding van bodemverziltting ontbreekt in veel landen.

Door bodemerosie en -verziltting is in de meest kwetsbare gebieden, met name het Middellandse-Zeegebied, het gevaar van woestijnvorming toegenomen. Informatie over de omvang en ernst van woestijnvorming is beperkt. Het is noodzakelijk meer preventiemaatregelen te ontwikkelen, mogelijk in het kader van het VN-verdrag ter bestrijding van woestijnvorming.

11.1. Inleiding

Zoals in zoveel landen van de wereld, gaan bodems in Europa in kwaliteit achteruit door menselijke activiteiten als landbouw, industrie, stedelijke ontwikkeling en toerisme.

Hoewel grond, in principe, een hernieuwbare hulpbron is, zijn de natuurlijke processen die de bodem vormen, erg langzaam. Bodems die door te intensief gebruik of op andere manieren zijn aangetast, hebben vaak duizenden jaren nodig om volledig te herstellen. Hoewel bodemproblemen in Europa over het algemeen minder ernstig zijn dan in sommige andere delen van de wereld, komen lokale bodemverontreiniging, verzilting, grondverdichting, watererosie en winderosie in grote gebieden voor.

Een voorbeeld van de snelheid waarmee Europese bodems voorgoed verloren gingen, is de stedelijke ontwikkeling in de jaren zeventig die tot gevolg had dat mogelijk productief land verdween met een snelheid van ongeveer

120 ha per dag in Duitsland, 35 ha per dag in Oostenrijk en 10 ha per dag in Zwitserland (Van Lynden, 1995).

In West-Europa zijn meer dan 300.000 locaties geïdentificeerd die mogelijk verontreinigd zijn. Toenemende zoutconcentraties en alkaliteit hebben bijna 4 miljoen ha grond aangetast, voornamelijk in de landen rond de Middellandse Zee en in Oost-Europese landen. In Europa heeft ongeveer 115 miljoen ha grond te lijden onder watererosie en 42 miljoen ha onder winderosie. Woestijnvorming treedt vooral op in het Middellandse-Zeegebied vanwege de broze milieusituatie daar.

11.2. Verontreinigde locaties

De enorme toename van afval en het wijdverbreid gebruik van chemicaliën gedurende de laatste 40 jaar hebben een veelheid aan bodemproblemen tot gevolg. De belangrijkste oorzaken voor bodemverontreiniging zijn:

- het inadequaaf of onrechtmatig storten van afval;
- het onjuist behandelen van gevaarlijke stoffen (d.w.z. het verloren laten gaan of inadequaaf opslaan hiervan);
- het sluiten van industriële en militaire terreinen en mijnen;
- ongevallen. Enkele voorbeelden van gevolgen hiervan worden gegeven in kader 11.1.

11.2.1. Omvang van het probleem

De gegevens over verontreinigde locaties in verscheidene Europese landen zijn ongelijksoortig en niet geschikt om op een betrouwbare of consequente manier bijeengebracht te worden. In sommige EU-landen is het niet eens mogelijk om nationale gegevens te verstrekken, omdat samenwerking niet verder gaat dan op regionaal niveau (bv. in Duitsland en België). Zonder algemeen aanvaarde definities voor verontreinigde locaties op Europees niveau is de totale omvang van het probleem van verontreinigde grond moeilijk in te schatten. Aangezien de EU overweegt zich bezig te gaan houden met het steunen van saneringsprojecten, is er een dringende behoefte aan algemeen aanvaarde definities.

Tabel 11.1. geeft de omvang van het probleem aan en laat het aantal locaties zien die zeer zeker en waarschijnlijk verontreinigd zijn in 14 West-Europese landen en vier LMOE.

Kader 11.1: Gevolgen van verontreinigde locaties – een selectie van gevallen in Europa

Oostenrijk: In 1993 werd onderkend dat een traditionele metaalverwerkings- en recyclinginstallatie in de provincie Karinthië een ernstige bedreiging vormde voor de gezondheid van de mens en het milieu en dat er onmiddellijk maatregelen moesten worden getroffen. De installatie had meer dan 100 jaar gevaarlijke stoffen bewerkt en verwerkt. Voor de activiteiten werd gebruik gemaakt van een aantal grote smeltovens en stortplaatsen. De voornaamste gevolgen bestonden uit hoge concentraties van zware metalen in het grondwater door inadequate afvalverwerking en de opname van stofdeeltjes van zware metalen die afkomstig waren van onbeschermde stortplaatsen. In 1995 is met de sanering begonnen. Deze zal tot 2002 duren en ongeveer 37 miljoen ecu gaan kosten (UBA, 1997).

Estland: Op de voormalige Sovjetmarinebase in Paldiski zijn een verlaten opleidingscentrum voor duikbootpersoneel en een torpedofabriek geïdentificeerd als twee van de belangrijkste bronnen van ernstige verontreiniging. Een veelheid aan verschillende afvalstoffen en scheepswrakken zijn gevonden in het havenbekken en er zijn hoge concentraties radioactieve verontreinigingen aangetroffen in de

sedimenten. Het havengebied is ernstig verontreinigd door verscheidene opgeslagen materialen, voornamelijk brandstoffen, chemicaliën en torpedo's. Het opleidingscentrum voor duikbootpersoneel, waarin zich twee kernreactoren, een ketelhuis en een afvalwaterverwerkingsinstallatie bevinden, brengt het bijzondere probleem van radioactieve besmetting met zich mee. De kosten van de ad-hoc-maatregelen om alleen al de kernreactoren te verwijderen liggen tussen de 55 en 90 miljoen ecu (UBA Berlijn, 1997).

Finland: In 1987 werden in Järvela, Zuid-Finland, hoge concentraties (70-140 µg/l) chloorfenol in het kraanwater aangetroffen. Vervolgens werden chloorfenolconcentraties tussen 56 en 190 µg/l aangetroffen in diepe grondwaterlagen tussen de waterwininstallatie en een houtzagerij die triplex, spaanplaat en timmerhout produceerde. Tetrachloorfenol werd gebruikt vanaf de jaren veertig tot 1984 als het belangrijkste actieve bestanddeel om de groei van blauwschimmel in timmerhout tegen te gaan. De verontreiniging van het grondwater trof ook een nabijgelegen meer. Een significant verhoogde risicofactor voor non-Hodgkin lymfoom werd aangetroffen bij personen die vis uit het meer hadden gegeten (Lampi, P. e.a., 1992).

Noorwegen: In 1993 en de daarop volgende jaren werd ontdekt dat een gebied van ongeveer 600.000 m² aan sedimenten nabij de marinebasis Hokonsvern in Bergen hoge concentraties PCB's, PAK's en zware metalen (kwik, lood, koper en zink) bevatte. In vissen en krabben werden ook hoge concentraties PCB's aangetroffen. Dit had tot gevolg dat werd geadviseerd om geen vis of schaaldieren te eten die afkomstig waren uit dit gebied. Sanering zal bestaan uit het tot de helft terugbrengen van de verontreinigingsniveaus in het getroffen gebied voor 1998. Beperkingen op de visvangst zullen vanaf 1998 nog 10 jaar blijven gelden (Forsvarets Bygningstjeneste, 1996).

Het is duidelijk dat de meeste landen zich nog in een vroeg stadium van het identificeren en registreren van locaties bevinden. Slechts enkele landen, bv. Denemarken, Zwitserland en Duitsland, hebben tot dusverre meer dan tweederde van alle locaties geïdentificeerd die naar verwachting verontreinigd zijn.

De meeste Oost-Europese landen worden met gelijksoortige problemen als het Westen geconfronteerd, voornamelijk in gebieden met een lange traditie aan zware industrie of met verlaten militaire bases. Tot op heden ligt de meeste nadruk op het inschatten van de schade aan het milieu op de voormalige Sovjetlegerbases.

- locaties zijn geïdentificeerd in deze categorie

Tabel 11.1
Beschikbare gegevens over het aantal locaties die zeer zeker en mogelijk verontreinigd zijn

	Industriële locaties		Stortplaatsen		Milit. locaties	Mogelijk verontreinigd		Verontreinigde locaties	
	gesloten	in bedrijf	gesloten	in bedrijf		geïdentificeerd	geschat totaal	geïdentificeerd	geschat totaal
Albanië	•	•	•	•				78	
Oostenrijk	•	•	•	•	•	28 000	~80 000	135	~1 500
Belg/ Vlaanderen	•	•	•	•	•	4 583	~9 000		
Belg/ Wallonië	•	•	•	•		1 000	5 500	60	
Denemarken	•	•	•	•	•	37 000	~40 000	3 673 ~	14 000
Estland	•	•	•	•	•	~755			
Finland	•	•	•	•	•	10 396	25 000	1 200	
Frankrijk	•	•	•	•	•		300 000	895	
Duitsland	•	•	•	•	•	191 000	~240 000		
Hongarije	•	•	•	•	•			600	10 000
Italië	•	•	•	•	•	8 873		1 251	
Litouwen	•	•	•	•	•	~1 700			
Luxemburg	•	•	•	•	•	616		175	
Nederland	•	•	•	•	•	110 000-120 000			
Noorwegen	•	•	•	•	•	2 300			
Spanje	•	•	•	•	•	4. 902		370	
Zweden	•	•	•	•	•	7 000		2 000	
Zwitserland	•	•	•	•	•	35 000	50 000	~3 500	
Verenigd Koninkrijk						~100 000		~10 000	

Bron: EMA - ETC/S, 1997

Tabel 11.2 Schatting aantal voormalige Sovjetlegerbases

Land	Voormalige Sovjetbases	Oppervl. (ha)	Systeem schatting omvat	andere bases
Tsjechië	70		alle bases	2 400 nationaal
Estland	1 565	81 000	alle bases	
Hongarije	171	46 000	alle bases	100 nationaal
Letland	850	100 000	alle bases	
Litouwen	275	67 762	alle bases	
Polen	59	70 000	alle bases	
Russische Fed.		12 800 000	enige geselecteerde bases	
Slowakije	18		enige geselecteerde bases	

Bron: UBA Berlin, 1997

Tabel 11.2 geeft een samenvatting van de huidige schattingen. In kader 11.1 wordt een typisch verontreinigingsprobleem beschreven op een voormalige marinebasis in Estland.

Informatie over belangrijke activiteiten die verontreiniging veroorzaken alsmede over verontreinigende stoffen in 11 Oost-Europese landen wordt samengevat in tabel 11.3. In het merendeel van deze landen zijn olieproducten en zware metalen de belangrijkste verontreinigende stoffen. Militaire bases en de olie-industrie zijn doorgaans de voornaamste bronnen hiervan.

11.2.2. Gevolgen

Bodemverontreiniging kan verschillende effecten hebben op de gezondheid van de mens, ecosystemen en de economie, ten gevolge van:

- lozing van verontreinigende stoffen op het grondoppervlak, in het grond- of oppervlaktewater;
- opname van verontreinigende stoffen door planten;
- directe blootstelling van mensen aan verontreinigde grond;
- inademing van stofdeeltjes of vluchtige stoffen;
- brand of explosie van gassen die afkomstig zijn van stortterreinen;
- corrosie van ondergrondse pijpleidingen en andere bouwelementen, veroorzaakt door verontreinigd percolatiewater of het creëren van ongunstige bodemcondities;
- vorming van secundaire gevaarlijke afvalstromen;
- strijdigheid met voorgesteld grondgebruik.

Gevolgen voor grond- en oppervlaktewater

In water oplosbare en vluchtige verontreinigende stoffen in de bodem kunnen in het grondwater terecht komen via uitwisselingsmechanismen tussen grondporiënwater en grondwater. Mobiliteit en blootstellingstempo

Land	Belangrijkste activiteiten die verontreiniging veroorzaken		Belangrijke verontreinigende stoffen	
	Industrie	Afvalverwerking	Militaire locaties	
Albanië	olie-industrieën, chemische industrie (PVC)	chemische en metallurgische stortplaatsen		olieproducten, PVC, zware metalen
Bosnië-Herzegovina			mijnenvelden, oorlogsactiviteiten	zware metalen
Tsjechië			lekkages van brandstoftanks	alle soorten verontreiniging
Estland	schalieolie-industrie		landingsbanen, scheepswrakken en in het algemeen brandstofopslagplaatsen op voormalige Sovjetbases	fenols, brandstoffen
Hongarije	gasbedrijven, aardolie-industrie		voormalige Sovjetbases in het algemeen in het algemeen	olieproducten, zware metalen, vluchtige organische

				verbindingen
Letland	benzinetransport over de weg en via het spoor		voormalige Sovjetbases	zware metalen, vluchtige organische verbindingen, olieproducten
Litouwen	aardolie-industrie, opslagplaatsen voor pesticiden	stortterreinen in het algemeen	voormalige Sovjetbases in het algemeen	olieproducten, zware metalen, organisch en bacteriologisch afval, verscheidene chemicaliën
Polen			brandstofopslagplaatsen op militaire bases	olieproducten
Roemenië		opslagplaatsen voor gevaarlijk afval		
Russische Federatie			voormalige Sovjetbases in het algemeen	olieproducten, PCB's
Slowakije	uitstoot van fabrieken	afvalwallen	brandstofverliezen op militaire bases	olieproducten, zware metalen

Bron: EMA - ETC/S, 1997

Tabel 11.4 Eigenschappen van kenmerkende verbindingen op verontreinigde locaties					
Verbinding	Toxicologie		Mobiliteit en opname	Belangrijkste toepassingen	Belangrijkste bronnen
	T	C			
Benzeen	T	C	zeer vluchtig en in water oplosbaar, bedreiging voor het grondwater, risico van orale opname en inademing	Synthese van aromatische verbindingen	Chemische industrie
Trichloorethyleen	Xn	C		Belangrijk ontvettingsmiddel	Metaalindustrie, chemisch reinigen van textiel
Fenol	T			Synthese van organische verbindingen	Chemische industrie, olieraffinaderijen, gasbedrijven
Cadmium		C	lage oplosbaarheid in water, kan gemetaboliseerd worden en zich ophopen in planten, orale opname	Batterijen, roestwering, kleurstoffen voor plastics	Mijnen, stortplaatsen
Lood	T		Lage oplosbaarheid in water, inademing van loofstof	Accu's voor auto's	Mijnen, stortplaatsen

Opmerking: Afkortingen: T = Toxisch, XN = Lage toxiciteit, C = Carcinogeen
Bron: ROEMPP, 1996; EMA-ETC/S, 1997

verschillen aanzienlijk afhankelijk van de verontreinigende stoffen, de lokale bodemcondities, de doelreceptor of het ecosysteem en het klimaat. Veel soorten zijn gevoeliger voor verontreinigende stoffen dan de mens en kunnen schade ondervinden door lagere concentraties van specifieke verontreinigende stoffen dan de vastgestelde drinkwaterlimieten die veilig zijn voor menselijke consumptie. De mobiliteit van enkele belangrijke verontreinigende stoffen en informatie over de voornaamste risico's worden gegeven in tabel 11.4.

De mobielste bodemverontreinigers zijn gechloreerde koolwaterstoffen en aardolieproducten. Verontreinigende stoffen zoals zware metalen hebben een beperktere mobiliteit, maar kunnen onder bepaalde omstandigheden worden gemobiliseerd: lood is bijvoorbeeld mobieler in een zure omgeving dan in een neutrale of basische omgeving. Maar uiteindelijk kunnen alle verontreinigende stoffen diepere grondwaterlagen bereiken die de bron voor drinkwater zijn in een groot aantal landen (zie paragraaf 9.2).

In veel gevallen hebben waterwinstallaties hun activiteiten moeten staken vanwege verontreiniging. Algemene informatie over de gevolgen van verontreinigde locaties voor het drinkwater is fragmentarisch. De drinkwatervoorraden van veel gebieden in Oost-Europa worden aangetast door brandstoflekkages uit voormalige militaire bases. Een Deens onderzoek naar gesloten wininstallaties wees uit dat 17% van 600 bronnen waren gesloten vanwege bodemverontreiniging door industriële activiteiten, 60% vanwege agrarische activiteiten en 23% vanwege uitputting van het grondwater. In plattlandsgebieden kwamen sluitingen vooral voor door nitraten en in stedelijke gebieden door organische oplosmiddelen. (Zie ook kader 11.1 – Finland.)

Directe blootstelling

Veranderingen in het grondgebruik kunnen resulteren in een verhoogde blootstelling aan verontreinigde grond. In het verleden werden vele voormalige industriële complexen en stortterreinen gebruikt voor andere doeleinden, zoals huisvesting, scholen en recreatiecentra. Het risico van het binnenkrijgen van grond of contact met de huid wordt groter naargelang blootstelling vaker voorkomt en is

afhankelijk van het type verontreiniging en de toxiciteit ervan. Kinderen in speeltuinen worden beschouwd als de kwetsbaarste en meest blootgestelde groep.

Vluchtige stoffen en gronddeeltjes (in stof) afkomstig van verontreinigde locaties kunnen worden ingeademd. Typische bronnen van vluchtige stoffen zijn voormalige aardolieverwerkings- of –opslagterreinen en typische bronnen van stofdeeltjes zijn stortplaatsen die afval met zware metalen bevatten uit nabijgelegen mijnen en metaalverwerkingslocaties (zie kader 11.1 – Oostenrijk).

Andere risico's zijn explosies ten gevolge van methaan afkomstig van voormalige stortterreinen en blootstelling aan tetrachloorethyleen uit installaties voor het chemisch reinigen van textiel. Een getalsmatige weergave van de effecten van directe blootstelling is slechts zelden beschikbaar aangezien de effecten van het binnenkrijgen van bodemdeeltjes en huidcontact in de meeste gevallen noch onmiddellijk zichtbaar noch meetbaar zijn en weinig bekend is over het verband tussen dosis en gevolgen.

Opeenhoping in voedsel

Zware metalen, vooral cadmium en koper, kunnen zich tot in hoge mate opeenhopen in planten. Dit komt vaak voor wanneer voormalige stortterreinen opnieuw in cultuur worden gebracht en worden gebruikt voor landbouwdoeleinden.

Verontreiniging van oppervlaktewater kan resulteren in de opeenhoping van verontreinigende stoffen in vis. Gechloreerde organische verbindingen worden vooral gemakkelijk opgenomen in het vetweefsel van vis (kader 11.1 – Noorwegen), net als bepaalde metalen zoals kwik.

11.2.3. Saneringsacties

Strategie en wetgeving

In het merendeel van de Europese landen worden verontreinigde locaties op regionaal niveau beheerd. In de laatste jaren is men zich meer bewust geworden van de risico's die verontreinigde locaties met zich meebrengen, en verscheidene landen zijn met nationale programma's van start gegaan om een allesomvattende beheersstrategie op te zetten.

De meeste West-Europese landen hebben onlangs een regelgevend kader opgesteld dat bedoeld is om toekomstige problemen te voorkomen en bestaande verontreinigde locaties te saneren. Het beheer van verontreinigde locaties wordt geregeld in verschillende soorten wetgeving, bv. over afval, bescherming van het grondwater, milieubescherming in het algemeen en bodembescherming. Slechts een paar landen hebben specifieke saneringswetgeving: België/Vlaanderen, Denemarken, Nederland, de meeste Duitse deelstaten en Zwitserland. Sommige landen handelen in het kader van milieuactieplannen (bv. Spanje, Zweden en Finland), omdat ze geen specifiek regelgevend kader hebben of omdat wetgeving in voorbereiding is.

In de LMOE was en is het vaststellen van de schade aan het milieu op voormalige Sovjetbases nog steeds van het grootste belang. Dit heeft geresulteerd in het starten van een aantal nationale programma's. De meeste landen stellen de noodzaak om de bodems te beschermen en te herstellen aan de orde in hun algemene milieuwetgeving. In een aantal landen zijn specifieke projecten opgezet. Zo heeft Hongarije bijvoorbeeld een Nationaal Saneringsprogramma opgestart, terwijl het onderzoek naar voormalige Sovjetlegerbases sinds 1991 wordt aangepakt in het kader van een prioriteitsprogramma. In Litouwen worden sinds 1991 stortplaatsen systematisch onderzocht en geclassificeerd in een gezamenlijk project van de Litouwse autoriteiten en het Deense Milieubeschermingsagentschap. In Albanië werd een Nationaal Afvalbeheersplan in 1996 afgerond. Dit plan werd uitgevoerd in het kader van het PHARE-programma van de EU.

Technologie

Bij sanering gaat men meestal uit van een conventionele technische aanpak, zoals het plaatsen van afdichtingen rond verontreinigde locaties of het uitgraven en het verwijderen van grond (Visser, e.a., 1997). Een andere veelgebruikte techniek is de locatie te bedekken met relatief ondoordringbaar materiaal om zo contact met de huid te voorkomen en uitloging in het grondwater te verminderen. Sanering van het grondwater bestaat meestal uit het wegpompen en ter plekke behandelen van het water. Geavanceerdere technologieën, zoals in-situ technieken, worden zelden gebruikt, omdat de kans op succes kleiner is.

Het uitgraven en verwijderen van grond, de meest gebruikte aanpak, resulteert in grote hoeveelheden vaak gevaarlijk afval. Gezien het grote aantal verontreinigde locaties is het noodzakelijk alternatieve saneringstechnologieën te ontwikkelen om zo de vorming van dit secundair afval, dat het risico van blootstelling zelfs kan verhogen, te verminderen. Een in Duitsland ontwikkelde aanpak is het, indien mogelijk, verdelen van de uitgegraven grond in verschillende hergebruikcategorieën (Hämman e.a., 1997).

In veel gevallen is het wegpompen en behandelen van verontreinigd grondwater om dit te saneren onvoldoende gebleken, vooral wanneer er organische oplosmiddelen zoals tetrachloorethyleen in het spel waren. Het huidige onderzoek concentreert zich op de ontwikkeling van in-situ technieken, bijvoorbeeld biosanering, persbeluchting en bodemverhitting. Men verwacht hiermee de tekortkomingen van de conventionele methoden gedeeltelijk te ondervangen.

Kosten

Veel Europese landen hebben geprobeerd om op nationale basis een schatting te maken van de saneringskosten (tabel 11.5). De cijfers zijn echter gebaseerd op verschillende veronderstellingen: sommige landen hebben een schatting gemaakt van de totale saneringskosten, terwijl andere slechts een aantal prioriteitsgevallen hebben gekozen. De meeste LMOE concentreren zich op het begroten van de saneringskosten van de voormalige Sovjetbases. Hoewel de beschikbare cijfers allesbehalve een zeker beeld geven, geven ze bij benadering toch een indicatie van de omvang van het probleem en de enorme kosten die ermee gemoeid zijn.

Financiering

In de meeste West-Europese landen worden saneringsmaatregelen betaald uit de algemene belastinggelden. Oostenrijk, België/Vlaanderen, Finland, Frankrijk en Hongarije hebben speciale belastingen op afval of brandstof ingevoerd om de overheidsbegroting voor sanering te verhogen (Visser e.a., 1997). Het Verenigd Koninkrijk heeft een landontwikkelingsorganisatie van overheidswege opgezet die leningen voor saneringsmaatregelen verstrekt tegen een lage rente. Dit is bedoeld om

Tabel 11.5 Geschatte saneringskosten per land of regio			
Land	Kosten (miljoen ecu)	Specificatie / totale kosten	Referentie-jaar
Oostenrijk	1.500	300 geselecteerde voorranggevallen	1994
België – Vlaanderen	6.900	Totale saneringskosten	1997
Tsjechië	70-185	Sanering van voormalige Sovjetbases	1997
Denemarken	1.138	Geschatte totale saneringskosten	1996
Estland	4.400	Sanering van voormalige Sovjetbases	1997
Finland	1.000	1.200 geselecteerde voorranggevallen	1997
Duitsland / Beieren	2.500	geschatte totale saneringskosten	1997
Duitsland / Sachsen-A.	1.000-1.300	grootschalige saneringsacties	1995
Duitsland / Schleswig Hol.	100	26 voorranggevallen	1995
Duitsland / Thüringen	178	3 grootschalige projecten	1995
Hongarije	440	20% van 600 geïdentificeerde verontreinigde locaties	1998
Italië	510	verwijst naar 1.250 geselecteerde voorranggevallen	1997
Litouwen	970	totale saneringskosten	1997
Nederland	23.000-46.000	geschatte totale saneringskosten	1995
Noorwegen	375-500	700 geselecteerde voorranggevallen	1997
Polen	2.100	sanering van voormalige Sovjetbases	1997
Russische Federatie	34	per jaar voor ad-hoc maatregelen op voormalige Sovjetbases	1997
Slowakije	40	9 militaire bases met voorrang	1997
Spanje	800	sanering van 38 miljoen m ³ grond en 9 miljoen m ³ grondwater	1996
Zweden	3.532	geschatte totale saneringskosten	1996
Zwitserland	3.000-3.600	geschatte totale saneringskosten	1997
Verenigd Koninkrijk	13.000-39.000	verwijst naar 10.000 ha verontreinigd land	1994

Bron: EMA-ETC/S, 1997; UBA Berlijn, 1997

het opnieuw ontwikkelen van gebouwen en land die onbewoond, verlaten en verontreinigd zijn, te stimuleren (English Partnerships, 1995). Tot de speciale initiatieven behoren de overeenkomsten tussen industrie en overheidsinstanties. In Nederland heeft de industrie bijvoorbeeld erin toegestemd om industriële locaties zelf te saneren en de regering heeft beloofd zich er gedurende 25 jaar niet in te mengen (Ulrici, 1995). In Denemarken, Nederland, Zweden en Finland heeft de aardolie-industrie erin toegestemd om verontreinigde locaties te saneren. Dit wordt gefinancierd door een kleine bijdrage die in de aardolieprijs is inbegrepen.

Van de LMOE maken Tsjechië, Estland, de FYROM, Litouwen, Bulgarije en Slowakije specifieke milieugelden vrij die ten dele saneringsmaatregelen voor verontreinigde locaties financieren. Tsjechië financiert gedeeltelijk maatregelen voor bodemsanering op voormalige militaire locaties, in combinatie met privatiseringsactiviteiten.

Voorkomen of genezen?

De meeste Europese landen hebben een regelgevend kader dat erop is gericht om verontreiniging in de toekomst te voorkomen. De erfenis uit het verleden verdwijnt echter niet en een groot aantal locaties zal geïdentificeerd, beoordeeld en gesaneerd moeten worden. Aan dit proces zullen aanzienlijke bedragen moeten worden besteed en een groot aantal vakmensen zal hierbij moeten worden betrokken. Veel locaties zullen misschien nooit worden aangepakt vanwege een gebrek aan geldelijke middelen.

Ervaringen uit het verleden hebben op het belang gewezen van het beperken of vermijden van bodemverontreiniging door het voorkomen van verontreiniging, bijvoorbeeld door een beter afvalbeheer en verbeterde behandelingsprocedures, een beter beheer van de

afvalstoffen van industriële procédés en betere veiligheidssystemen om ongevallen te voorkomen.

11.3. Bodemerrosie door water en wind

In grote delen van Europa is erosie in toenemende mate een belangrijke oorzaak van de achteruitgang in de bodemkwaliteit (Ernsten e.a., 1995; Blum, 1990). Intensieve landbouwmethoden hebben gedurende de laatste 50 jaar vooral in West-Europa een aanzienlijke bijdrage geleverd aan deze trend. Toenemende mechanisatie, het ploegen op steile hellingen, het stopzetten van wisselbouw in sommige landbouwsystemen, overbegrazing en drainage hebben grote gevolgen gehad. Het verloren gaan van hagen, wallen en omheiningen om plaats te maken voor grotere velden en efficiëntere landbouwmethoden heeft ook hieraan bijgedragen.

Tot op zekere hoogte hebben alle Europese landen hieronder te lijden (Van Lynden, 1995). Ongeveer 115 miljoen ha grond, oftewel 12% van het totale Europese landoppervlak, is aangetast door watererosie en ongeveer 42 miljoen ha grond, oftewel 4%, door winderosie (Oldeman e.a., 1991) (kaart 11.1). In de gehele Russische Federatie, inclusief het Aziatische gedeelte, is 15% van alle geïrrigeerde gronden en 16% van alle gedraineerde gronden ernstig in kwaliteit achteruitgegaan (wateroverlast, verzilting, erosie) vanwege een inadequaat beheer van het water (Ministerie van Natuurbescherming van de Russische Federatie, 1996). Het probleem is het ernstigst in het Middellandse-Zeegebied, waar de watererosie het grootst is.

Watererosie in het Middellandse-Zeegebied kan een verlies van 20 tot 40 ton/ha aan grond gedurende één enkele storm tot gevolg hebben en zelfs meer dan 100 ton/ha in extreme gevallen (Morgan, 1992). Dit proces wordt verergerd door een aantal eigenschappen van de regio, waaronder:

- steile hellingen;
- veelvuldige stortregens;
- afname van de begroeiing door intensieve landbouw, niet-duurzame bosbouw, overbegrazing, branden en andere praktijken (bv. industriële en stedelijke ontwikkeling);
- overvloed aan arme bodems die zeer gevoelig zijn voor erosie;
- regenperiodes die niet gelijk lopen met de periodes van vegetatieve bedekking;
- afname van extensieve, duurzame landbouw;
- achterlating van land als gevolg van sociaal-economische veranderingen.

Vanwege broze bodemcondities is watererosie in sommige Mediterrane gebieden onomkeerbaar (Sanroque, 1987; Rubio, 1987; Van Lynden, 1995). In sommige andere delen van Europa komt watererosie ook lokaal voor (bv. IJsland, Ierland, de Russische Federatie), waar de combinatie van verschillende factoren, zoals klimaat, bodemcondities en landbouwmethoden, het verloren gaan van de bodem bevordert. In Ierland leidt overbegrazing van veengronden tot de erosie van het veen en andere materialen tijdens periodes van zware regenval en veel wind. In IJsland resulteert de bijna volledige vernietiging van bossen in het verleden en overbegrazing van glooiende vulkanische gronden in een snelle bodemerrosie tijdens periodes van zware regenval en veel wind en in overstromingen die veroorzaakt worden door het smelten van gletsjers tijdens vulkaanuitbarstingen. Grote delen van het land zijn verwoest door bodemerrosie.

De gevoeligheid van bodems voor winderosie wordt bepaald door soortgelijke factoren als die voor watererosie (Prendergast, 1983). Bovendien wordt winderosie

vaak bevorderd door omstandigheden die het gevolg zijn van overmatige drainage (Van Lynden, 1995). In Europa heeft winderosie vooral het verlies van bovengrond tot gevolg.

De spreiding van winderosie in Europa (kaart 11.2) suggereert dat natuurlijke factoren, in het bijzonder het klimaat, belangrijker zijn dan de invloed van de mens, die over het algemeen verantwoordelijk is voor watererosie. De wijdverbreide en ernstige winderosie in Zuidoost-Europa, vooral op de Russische vlakte, is waarschijnlijk het resultaat van een combinatie van een droog continentaal klimaat, kwetsbare bodems en inadequate landbouwmethoden (Karavayeva e.a., 1991). Winderosie veroorzaakt ook problemen in bepaalde gebieden in Lapland, waar kwetsbare bodems gedeeltelijk worden aangetast door menselijke activiteiten, zoals overbegrazing door kuddes rendieren, bosbouw of toerisme.

Winderosie kan ook een aantal indirecte gevolgen hebben, waaronder:

- bedekking van akkerland onder geërodeerde gebieden;
- verontreiniging van oppervlakte- en grondwater door sedimenten en chemische stoffen (kunstmest en pesticiden);
- afname van waterhoudende grondlagen;
- afzetting van geërodeerd materiaal in rivierbeddingen,

meren of kunstmatige waterreservoirs, waardoor de kans op overstromingen groter wordt en waardoor de pH-waarde van meren verandert ten nadele van de visstand;

- eutrofiëring van aangrenzende ecosystemen;
- schade aan de infrastructuur, zoals wegen, spoorwegen en bovengrondse leidingen.

De belangrijkste factoren die verantwoordelijk zijn voor water- en winderosie in Europa, worden samengevat in kader 11.2.

11.4. Woestijnvorming

Volgens de definitie die werd overeengekomen in 1992 in Rio en die is overgenomen in het VN-verdrag ter bestrijding van woestijnvorming, is woestijnvorming “achteruitgang van bodemkwaliteit in aride, semi-aride en sub-humide gebieden ten gevolge van verschillende factoren, waaronder klimaatwisselingen en menselijke activiteiten” (UNCCD Interim-Secretariaat, 1997). Deze geleidelijke en voortschrijdende afname in het vermogen van het land om vegetatie, diergemeenschappen en land- en bosbouw te ondersteunen, bedreigt een aantal

Kaart 11.1 Watererosie in Europa, 1993

Watererosie
1:30 000 000
Verlies van bovengrond
Terreindeformatie
extreem
sterk
gematigd
gering
niet van toepassing

Noordelijke IJszee
Barentsz-zee
Witte zee
Noorse zee
Botnische Golf
Finse Golf
Oostzee
Noordzee
Het Kanaal
Atlantische Oceaan
Keltische Zee
Golf van Biscaje
Straat van Gibraltar
Middellandse Zee
Golfe du Lion
Ligurische Zee
Tyrreense Zee
Ionische Zee
Adriatische Zee
Egeïsche Zee
Zee van Kreta
Zwarte Zee
Kaspische Zee

Bron: ISRIC

delen van Zuid-Europa, waaronder Spanje, Griekenland, Portugal, Italië, Frankrijk (Corsica), Malta en Cyprus. Kenmerkend voor de getroffen gebieden is dat ze beperkte zoetwatervoorraden hebben en dat de neerslag sterk varieert per gebied en zeer onregelmatig is met veelvuldig terugkerende droge periodes.

Uitgestrekte gebieden in het Middellandse-Zeegebied die gedurende lange periodes zijn gecultiveerd, zijn zo sterk in kwaliteit achteruitgegaan dat ze niet meer kunnen zorgen voor een winstgevende cultuur met als resultaat dat het land verlaten wordt en ontvolkt raakt.

De voornaamste gevolgen van woestijnvorming in Zuid- en Zuidoost-Europa zijn:

- afname van het herstellingsvermogen van bodems bij natuurlijke en menselijke druk;
- afname van de begroeiing;
- aantasting van oppervlakte- en grondwatervoorraden door een versnelde afvloeiing van oppervlaktewater en een verhoogde gevoeligheid voor degradatieprocessen (verontreiniging, verzuring, verzilting);
- verlies van landschappelijke kwaliteit;
- verlies van biodiversiteit.

Woestijnvorming kan ook indirecte gevolgen hebben voor het regionaal klimaat en voor de vogeltrek.

Kaart 11.2 Winderosie in Europa, 1993

Winderosie
1:30 000 000
Verlies van bovengrond
extreem
sterk
gematigd
gering
niet van toepassing

Noordelijke IJszee
Barentsz-zee
Witte zee
Noorse zee
Botnische Golf
Finse Golf
Oostzee
Noordzee
Het Kanaal
Atlantische Oceaan
Keltische Zee
Golf van Biscaje
Straat van Gibraltar
Middellandse Zee
Golfe du Lion
Ligurische Zee
Tyrrheense Zee
Ionische Zee
Adriatische Zee
Egeïsche Zee
Zee van Kreta

Zwarte Zee
Kaspische Zee

Bron: ISRIC

De belangrijkste oorzaken voor woestijnvorming in Zuid- en Zuidoost-Europa zijn in vele opzichten gelijk aan die welke verantwoordelijk zijn voor bodemerosie. In feite zijn erosie zelf en een fysische en chemische verslechtering van bodemeigenschappen door menselijke druk, samen met klimaatsfactoren, over het algemeen de belangrijkste oorzaken van woestijnvorming. De situatie kan echter niet eenvoudigweg worden toegeschreven aan de recente milieutechnische exploitatie, ook al is er overduidelijk bewijs voor de intensivering ervan gedurende de laatste decennia (Pérez-Trejo, 1992). De primaire problemen zijn de herhaalde vernietiging van de vegetatie op lange termijn door de mens en door natuurkrachten zoals brand, wanbeheer van land, overbegrazing, uitputting van bossen en gronden, en vooral de laatste tijd de toenemende intensivering van de landbouw, de winning van minerale hulpbronnen, urbanisatie, overmatig toerisme en demografische verschuivingen.

Een andere factor die woestijnvorming verergert, is de grote vraag naar water voor een veelheid aan sociale en economische activiteiten (zie paragraaf 9.3). Hierdoor is de waterspiegel dramatisch gedaald, waardoor de irrigatiekosten van landbouwgronden zijn gestegen. Deze landbouwgronden worden dan verlaten omdat ze niet langer rendabel zijn. Hierdoor ontstaan gunstige omstandigheden die indringing van zout water mogelijk maken, waardoor de bodem nog minder vruchtbaar wordt (zie paragraaf 11.5). Zulke omstandigheden zijn ook ontstaan in het gebied rond het voormalige Karameer (Thessalië, Griekenland) en in de nabijheid van de oost- en zuidoostkust van Spanje, waar de uitputting van waterhoudende grondlagen ertoe heeft geleid dat de grondwaterspiegel tot beneden zeeniveau is gedaald, waardoor zeewater kan indringen.

11.5. Verzilting

Het gebruik van zouthoudend water voor irrigatiedoeleinden is schadelijk voor bodems en planten. De opeenhoping van zouten in bodems bemoeilijkt de absorptieprocessen van plantenwortels. Hierdoor nemen de opbrengsten van oogsten drastisch af, ook al is er water in de bodem aanwezig. In natuurlijke gebieden wordt de oorspronkelijke vegetatie vervangen door vegetatie die tegen hoge concentraties zout kan. Zulke vegetatie is gewoonlijk van weinig economische waarde en kan bijvoorbeeld als veevoeder dienen.

De gevolgen van verzilting van de bodem zijn langzamer dan die van vegetatie, maar kunnen verstrekkender en gevaarlijker zijn. Herhaalde besproeiing met zouthoudend water verhoogt vooral in gebieden met een slechte drainage en een hoog vochttekort de zoutconcentraties in de bodem. In een vergevorderd stadium treedt, vooral in combinatie met een ernstige verslechtering in de bodemstructuur, alkalisering op.

In Europees verband zijn verzilting en alkalisering processen die vooral de bodems van Mediterrane en Zuidoost-Europese

Kader 11.2: Oorzaken van water- en winderosie in Europa
--

Landbouwintensivering

Niet-duurzame landbouwmethoden op glooiende akkers, zoals het gebrek aan effectieve maatregelen om erosie in de hand te houden, beplantingssystemen waardoor de bodemoppervlakken leeg zijn tijdens het regenseizoen, ongeschikte irrigatiesystemen, het verbranden van oogstoverschotten en monocultuur die de bodem niet beschermt, versnellen bodemerosie. Het bergafwaarts egaliseren van glooiende akkers verhoogt de afvloeiing van oppervlaktewater en het transport van sedimenten.

Het gebruik van zware machines kan grondverdichting veroorzaken, waardoor de gevoeligheid van de bodem voor erosie wordt verhoogd. Het overmatig bewerken van de grond alsmede bewerking tijdens periodes waarin er weinig vocht in de bodem is, kan resulteren in de verslechtering van de bodemstructuur en in een verhoogde gevoeligheid voor erosie. Overbegrazing kan erosie versnellen doordat beschermende vegetatie wordt uitgedund en doordat de bodems minder organisch materiaal bevatten. In Scandinavië veroorzaakt het ploegen in de herfst een verhoogd risico op erosie gedurende periodes met neerslag en wanneer de sneeuw smelt.

Verlating van landbouwgronden

Het verlaten van broze akkerlanden, gevolgd door overbegrazing, veroorzaakt ernstige erosie. Bodemerosie blijkt spectaculair te verergeren wanneer terrassen kapot gaan. Uitgestrekte gebieden in het Middellandse-Zeegebied zijn aangetast vanwege de verlating van marginale agrarische gebieden (Sanroque, 1987; Rubio, 1995).

Ontbossing

Door ontbossing veranderen sommige bodemeigenschappen (gehalte aan organisch materiaal, doorlaatbaarheid, enz.). Ook worden de bodems minder goed beschermd door vegetatie. Deze veranderingen kunnen het risico van bodemerosie ook vergroten. Bosbranden (zie hoofdstuk 8, paragraaf 8.3.2) zijn ook een belangrijke oorzaak van verlies aan vegetatie, hetgeen in veel Europese gebieden en vooral in het Middellandse-Zeegebied, resulteert in bodemerosie.

Grondaantasting

Mijnbouw, steengroeven en uitgravingen voor stortterreinen kunnen bodemerosie veroorzaken door de verstoring van de begroeiing en door de verandering van topografie.

Industriële en stedelijke expansie

Industriële en stedelijke expansie kan leiden tot bodemerosie, vooral door de vernietiging van de begroeiing en het inadequaet ontwerpen van wegen en andere infrastructurele elementen.

landen (Hongarije, Roemenië) (kaart 11.3) aantasten als gevolg van sociaal-economische krachten (bv. bevolkingsgroei) en natuurlijke oorzaken (bv. klimaat). Sporadische semi-aride omstandigheden in deze landen bevorderen deze processen. In de NOS hebben grote geïrrigeerde gebieden te lijden onder ernstige verzilting vanwege de instorting van de bestaande landbouwstructuren en wanbeheer, (Statistisch Comité van het GOS, 1996). Het gebied dat in geheel Europa is getroffen door verzilting is bijna 4 miljoen ha groot (Oldeman e.a., 1991; Szabolcs, 1991). De herstelkosten van zo'n groot gebied zouden zeer hoog zijn.

11.6. Andere vormen van achteruitgang in bodemkwaliteit

Verlies aan organisch materiaal

De bodemkwaliteit wordt grotendeels bepaald door het gehalte aan organisch materiaal, hetgeen dynamisch is en snel reageert op veranderingen in het bodembeheer. Behalve in gebieden met een overschot aan mest, daalt het gehalte aan organisch materiaal in veel gecultiveerde bodems in Europa als gevolg van de moderne intensieve landbouw. Er bestaat wijdverbreide bezorgdheid dat de concentraties zullen dalen tot onder het niveau dat nodig is om stabiele, vruchtbare en gezonde bodems te vormen, hoewel het bewijs voor zulke kritische niveaus twijfelachtig is.

Kaart 11.3 Verzilting in Europa, 1993

Verzilting
 1:30 000 000
 sterk
 gematigd
 gering
 niet van toepassing

Noordelijke IJszee
 Barentsz-zee
 Witte zee
 Noorse zee
 Botnische Golf
 Finse Golf
 Oostzee
 Noordzee
 Het Kanaal
 Atlantische Oceaan
 Keltische Zee
 Golf van Biscaje
 Straat van Gibraltar
 Middellandse Zee
 Golfe du Lion
 Ligurische Zee
 Tyrreense Zee
 Ionische Zee
 Adriatische Zee
 Egeïsche Zee
 Zee van Kreta
 Zwarte Zee
 Kaspische Zee

Bron: ISRIC

Figuur 11.1 laat de verhoudingen zien van gecultiveerde bovengrond in Engeland en Wales in relatie tot het gehalte aan organische koolstof in 1980 en 1995. Men kan zien dat in de afgelopen 15 jaar er een lichte afname heeft plaatsgevonden in het aantal locaties met een gehalte aan organische koolstof van meer dan 4% en tegelijkertijd een toename in die met een gehalte aan organische koolstof van minder dan 4%.

Een afname in het gehalte aan organisch materiaal zal de stabiliteit en de structuur van de bodem aantasten, alsmede de waterhoudende eigenschappen van de bodem, de buffercapaciteit, de biologische activiteit en het vasthouden en de uitwisseling van voedingsstoffen. Op de middellange en lange termijn kan het de bodem ook kwetsbaarder maken voor erosie, grondverdichting, verzuring, verzilting, tekorten aan voedingsstoffen en droogte.

Grondverdichting, wateroverlast en verslechtering van bodemstructuur

Het verlies aan organisch materiaal en de daaruit voortvloeiende achteruitgang in bodemstructuur versterken grondverdichting in ernstige mate. Grondverdichting is de meest verspreide vorm van fysieke degradatie in Europa en omvat ongeveer 90% van het totale grondoppervlak dat is aangetast door fysieke degradatie (Van Lynden, 1995). Deze wordt veroorzaakt door het herhaalde gebruik van zware machines op bodems met een lage structurele stabiliteit, alsmede door overbegrazing en overbeweiding. Grondverdichting tast de bovenste lagen losse teelaarde aan, waar opname van voedingsstoffen van planten wordt beïnvloed, en diepere ondergrondse bodemlagen, waar grondverdichting kan leiden tot onomkeerbare veranderingen in de bodemstructuur (Van Lynden, 1995).

Wateroverlast is een gevolg van overstromingen door rivieren, het verhogen van de grondwaterspiegel door irrigatie en een toename in de hoeveelheid afvloeiing van regenwater in combinatie met een verlaagd infiltratietempo. Het kan bij toeval worden veroorzaakt of door menselijke tussenkomst, zoals in Noord-Rusland en de lagergelegen delen van het Donaual. Het gevolg ervan is een verslechtering in de bodemstructuur. Kaart 11.4 laat de ernst (omvang en mate) van deze processen in Europa zien.

11.7. Beleid, wetgeving en overeenkomsten inzake bodems

Wetgeving op nationaal en internationaal niveau met betrekking tot bodems is slecht ontwikkeld in vergelijking met die betreffende andere milieus, zoals lucht en water. Er zijn slechts enkele initiatieven uitgevoerd die direct betrekking hebben op bodems. In veel gevallen verwijst wetgeving naar de gezondheid of andere aspecten en wordt indirect rekening gehouden met bodemeigenschappen via ecologische functies of bodemfuncties met betrekking tot menselijke activiteiten.

Voorkoming van bodemverontreiniging

Op EU-niveau beperkt de nitraatrichtlijn de concentraties nitraat in het grondwater dat wordt gebruikt als drinkwatervoorraad en stelt een limiet aan de hoeveelheid organische en anorganische stikstofmest die mag worden gebruikt in bodems van nitraatgevoelige gebieden. In het kader van deze richtlijn hebben alle landen wetten op de waterhuishouding om het grondwater te beschermen en om te zorgen voor monitoring voor controledoeleinden. Een richtlijn inzake zuiveringsslib heeft tot doel het gebruik van zuiveringsslib in de landbouw zo te reguleren dat schadelijke

gevolgen voor bodems, vegetatie, dieren en mensen worden voorkomen. In sommige landen, bv. Denemarken, is dit type wetgeving uitgebreid, zodat het gebruik van alle soorten afval voor landbouwdoeleinden wordt gereguleerd. Andere richtlijnen, zoals die met betrekking tot habitats, grondwater, gevaarlijke stoffen en afval, bevatten ook enkele elementen betreffende bodems.

Milieuaansprakelijkheid

Momenteel wordt een witboek over milieuaansprakelijkheid voorbereid door de Europese Commissie. Hierin zullen de kernelementen van het EU-beleid gedefinieerd worden en het zal waarschijnlijk leiden tot een kaderrichtlijn. De voornaamste doelstellingen zijn te zorgen voor een effectieve sanering van verontreinigde locaties, het herstel van de schade aan natuurlijke hulpbronnen en het voorkomen van toekomstige schade, volgens het voorzorgsprincipe en het 'de vervuiler betaalt'-principe. Tot dit beleid zouden gemeenschappelijke saneringsnormen en -doelstellingen behoren, alsmede minimumeisen betreffende de verplichting tot saneren.

Bodemerose/woestijnvorming

Een aantal landen heeft beperkingen gesteld aan het grondgebruik om de bescherming tegen erosie te garanderen. Natuurlijke planning wordt ook voor dit doel gebruikt. In sommige landen wordt erosie tegengegaan door het planten van bomen en grassoorten (bv. Frankrijk, Oostenrijk en IJsland).

Tal van landen hebben wettelijk voorgeschreven beperkingen op bodemdrainage die gebaseerd zijn op een aantal

Figuur 11.1 Gehalte organische koolstof (%) in bovengrond van gecultiveerde bodems in Engeland en Wales, 1980 en 1995
frequentie

Bron: Gegevens van het Soil Survey and Land Research Centre, FVK, 1997 verkregen namens het Ministerie van Landbouw, Visserij en Voeding, Londen.

criteria zoals de bescherming van het ecologisch evenwicht en van watervoorraden en de preventie van erosie.

Op regionaal niveau verplicht het VN-verdrag ter bestrijding van woestijnvorming de partijen van de Noord-Mediterrane landen (Portugal, Spanje, Frankrijk, Italië, Malta en Griekenland) om nationale actieprogramma's voor te bereiden. Dit betekent dat alle betrokken landen hun activiteiten op elkaar moeten afstemmen. Tot dusverre is weinig meer bereikt dan enig onderzoek dat specifiek op bepaalde locaties is gericht, maar er zijn schattingen gedaan over de omvang van het probleem en enkele op elkaar afgestemde monitoringprogramma's zijn opgezet.

Monitoringprogramma's

Een aantal landen gebruikt bodemmonitoringnetwerken om bodemcondities voornamelijk met betrekking tot zware metalen en organisch materiaal te registreren. Het opzetten van nationale monitoringprogramma's, die in sommige landen al worden uitgevoerd, wordt in een groeiend aantal landen overwogen. Monitoringsystemen zijn tot dusverre echter voornamelijk ontworpen voor specifieke onderzoeksprogramma's of specifieke doeleinden, zoals controle op zware metalen en zuiverings-slib of agrarische voedingsstoffenprogramma's, en zijn zelden goed geïntegreerd.

Kaart 11.4 Fysieke degradatie in Europa, 1993

Fysieke degradatie
 1:30 000 000
 Grondverdichting/-verkorsting
 Inkrimping van organische bodems
 Wateroverlast
 sterk
 gematigd
 gering
 niet van toepassing

Noordelijke IJszee
 Barentsz-zee
 Witte zee
 Noorse zee
 Botnische Golf
 Finse Golf
 Oostzee
 Noordzee
 Het Kanaal
 Atlantische Oceaan
 Keltische Zee
 Golf van Biscaje
 Middellandse Zee
 Golfe du Lion
 Ligurische Zee
 Tyrreense Zee
 Ionische Zee
 Adriatische Zee
 Egeïsche Zee
 Zee van Kreta
 Zwarte Zee
 Kaspische Zee

Bron: ISRIC

11.8. Toekomstige acties

Er is weinig directe wetgeving voor het beheersen van de gevolgen van menselijke activiteiten en grondgebruik voor bodems. Indirect wordt beperkte bescherming geboden door maatregelen voor het beheersen van water- en luchtverontreiniging. Bij elke strategie om verbetering in de situatie aan te brengen, moet rekening worden gehouden met de volgende punten:

- bodems moeten individueel als apart milieu aangepakt worden en dezelfde aandacht krijgen als lucht en water;
- op Europees en internationaal niveau zijn coördinatie en samenwerking noodzakelijk, omdat de bodemproblematiek niet alleen door lokale maatregelen kan worden opgelost, hoewel het voornamelijk een lokaal probleem is;
- op elkaar afgestemde bodemmonitoringprogramma's, zoals die voor water en lucht, moeten worden opgezet en worden uitgerust om de toestand van bodems over grote gebieden te bepalen en moeten een aantal parameters omvatten.

Gebieden waar acties kunnen worden ondernomen:

- analyse en bepaling van de problemen met afbakening van oorzaken en gevolgen;
- monitoring van veranderingen op verschillende tijdstippen;
- beheersing van de problemen door de invoering van preventieve maatregelen (waaronder onderwijs, ecologische aanpassing en duurzame landbouwmethoden, en planning van grondgebruik);
- sanering waar nodig en haalbaar.

Literatuuropgave

Blum, W.E.H. (1990). The challenge of soil protection in Europe. In *Environmental Conservation*, No 17, p. 72-74.

Ernstsen, V., Jensen, J., Olesen, S.E., Sidle, R. (1995). Scoping study on establishing a European Topic Centre for Soil. Geological Survey of Denmark, Service Report No 47.

English Partnerships (1995). *Investment Guide*. English Partnerships, Londen, Verenigd Koninkrijk.

Forsvarets Bygningstjeneste (1996). Opprydding av forurensede sjøsedimenter og forurenset grunn på Håkonsvern, Orlogsstasjon i Bergen kommune, Statusrapport pr. 31-12-1996. Noorwegen.

Hämman M., Hohl R. e.a. (1997). Evaluation plan for the Reuse of Excavated Soil, R97 Recovery, Recycling, Re-integration 3rd International Congress and Exhibition, 4-7.2.1997, Genève, Zwitserland.

Karavayeva, N.A., Nefedova, T.G., Targulian, V.O. (1991). Historical Land Use Changes and Soil Degradation on the Russian Plain. In *Land Use Changes in Europe. Processes of Change, Environmental Transformations and Future Patterns*. Red. : F.M. Brouwer, A.J. Thomas en M.J. Chadwick. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Nederland.

Lampi, P. e.a. (1992). *Archives of Environmental Health*, Vol. 47 (No 3).

Ministry of Nature Protection of Russian Federation (1996). National report on the State of the Environment in Russian Federation in 1995. Moskou.

Morgan, R.P.C. (1992). Soil Erosion in the Northern Countries of the European Community. EIW Workshop. Elaboration of a Framework of a Code of Good Agricultural Practices, Brussel, 21-22 mei, 1992.

Oldeman, L.R., Hakkeling, R.T.A., Sombroek, W.G. (1991). World Map of the status of human-induced soil degradation, an explanatory note (tweede herziene druk), Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD), ISRIC, Wageningen; UNEP, Nairobi.

Pérez-Trejo, F. (1992). Desertification and land degradation in the European Mediterranean, Commission of the European Communities, Environment and Quality of Life.

Rubio, J.L. (1987). La Desertificación del territorio valenciano. In *El Medio Ambiente en la Comunidad Valenciana*. Red.: Generalitat Valenciana. Valencia, Spanje.

Rubio, J.L. (1995). Soil erosion effects on burned areas. In: R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis and J.L. Rubio (red.), *Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects*. Commission of the European Communities, ECSC-EC-EAEC, Brussel, België.

Sanroque, P. (1987). La erosión del suelo. In *El Medio Ambiente en la Comunidad Valenciana*. Red.: Generalitat Valenciana. Valencia, Spanje.

Soil Survey and Land Research Centre (UK) e.a. (1997). Further analysis on presence of

residues and impact of plant protection products in the EU. Possibilities for future EC environment policy on plant protection products, PES-A/Phase 2. Rapport voor de Commissie van de Europese Gemeenschappen en het Nederlandse Ministerie van Milieu.

Szabolcs, I. (1991). Salinisation potential of European soils. In Land use changes in Europe: processes of change, environmental transformations and future patterns. Red.: F.M. Brower, A. Thomas, M.J. Chadwick. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Nederland, p. 293-315.

Statistical Committee of the CIS (1996). Environment in CIS countries. Moskou.

UBA (1997). Atlantenatlas/Register on Contaminated Sites according to the Law for the Clean-up of Contaminated Sites. Umweltbundesamt, Wenen, Oostenrijk, 1997.

Ulrici, W. (1995). International Experience in Remediation of Contaminated Sites, Synopsis, Evaluation and Assessment of Applicability of Methods and Concepts. Federal Ministry of Education, Science, Research and Technology; Duitsland.

UNCCD Interim-Secretariat (1997). United Nation Convention to Combat Desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. Tekst met bijlagen. Genève, Zwitserland.

Van Lynden, G.W.J. (1995). European soil resources. Current status of soil degradation, causes, impacts and need for action. Council of Europe Press. Nature and Environment, No 71, Straatsburg, Frankrijk.

Visser W., Elkenbracht E. e.a. (1997). Analysis of the Amsterdam Questionnaire, Tauw Milieu (NL), Nottingham Trent University (UK), A&S Associates (UK), R³ Environmental Technology Ltd. (UK), Rapport voor het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Den Haag, Nederland.