

# Auf dem Boden der Tatsachen: Bodendegradation und nachhaltige Entwicklung in Europa

Eine Herausforderung für das 21. Jahrhundert

**Rechtlicher Hinweis**

Weder die Europäische Umweltagentur noch UNEP oder in ihrem Auftrag handelnde Personen bzw. Unternehmen können für die Verwendung der in diesem Bericht enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.

©EUA, Kopenhagen 2002

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Europäische Umweltagentur  
Kongens Nytorv 6  
DK-1050 Kopenhagen K  
Dänemark  
Tel: (45) 33 36 71 00  
Fax: (45) 33 36 71 99  
E-Mail: [eea@eea.eu.int](mailto:eea@eea.eu.int)  
Internet: <http://www.eea.eu.int>

UNEP-Regionalbüro für Europa  
Internationales Haus der Umwelt 11  
Chemin des Anémones  
CH -1219 Chatelaine Genf  
Schweiz  
E-Mail: [roe@unep.ch](mailto:roe@unep.ch)  
Internet: <http://www.unep.ch>

# Inhalt

Vorwort .....	5
Zusammenfassung .....	6
Die wichtigsten Botschaften .....	6
Die Bedeutung der Ressource Boden für Europa .....	7
Zusammenfassung der wichtigsten Bodenprobleme .....	8
Warum ist der Boden für Europa wichtig?	
Wie Bodenschutz zur nachhaltigen Entwicklung beitragen kann .....	10
Die vielfachen Funktionen, Nutzer und Gefährdungen des Bodens .....	10
Boden und Nachhaltigkeit .....	10
Boden, Agrarpolitik und Welthandel .....	11
Was geschieht mit den Böden Europas? Hauptprobleme .....	12
Die geografische Dimension der Bodendegradation .....	12
Verbrauch der Ressource Boden im Zuge der Verstädterung .....	13
Verlust von Boden durch Erosion .....	14
Veränderungen der Hangstabilität .....	14
Bodenkontamination durch Ausbreitung von Chemikalien .....	15
Wo liegen die „besonderen Gefahrenpunkte“ der Bodendegradation in Europa?	
Maßnahmen und Prioritäten .....	20
Bodenversiegelung .....	20
Bodenerosion .....	21
Lokale Kontamination .....	22
Diffuse Kontamination .....	22
Versauerung und Eutrophierung .....	23
Was wird getan? Derzeitige Bodenschutzinitiativen .....	24
Bodenschutz in der Europäischen Union .....	24
Internationale Initiativen und Rechtsinstrumente für den Bodenschutz .....	25
Voraussetzungen für die Bewältigung der Bodenprobleme. Der Weg in die Zukunft .....	26
Für eine europäische Bodenschutzpolitik .....	26
Bessere Informationen für die Politik .....	26
Fazit .....	27
Quellen .....	28
Danksagung .....	31

# Kästen

Kasten 1: Was ist Boden? .....	6
Kasten 2: „Umweltgefahrenpunkte“ im ehemaligen Jugoslawien .....	9
Kasten 3: Wirtschaftliche Verluste durch Überschwemmungen im Vereinigten Königreich .....	15
Kasten 4: Boden- und Klimaänderung .....	17
Kasten 5: Bodendegradation in den mittel- und osteuropäischen Ländern .....	18
Kasten 6: Zunehmende Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Bodenprobleme .....	19

# Vorwort

Mit dieser dritten gemeinsamen Mitteilung des Umweltprogramms der Vereinten Nationen (UNEP) und der Europäischen Umweltagentur (EUA) soll auf den Zustand des Bodens in Europa aufmerksam gemacht werden; sie versteht sich als Beitrag zur Diskussion über die Notwendigkeit einer gesamteuropäischen (und globalen) Bodenpolitik, die als Grundlage für die Erarbeitung von Rechtsvorschriften und die Schaffung von geeigneten Systemen zur Überwachung und Bewirtschaftung des Bodens dient. Vor dem Hintergrund der globalen ökologischen und wirtschaftlichen Probleme im Zusammenhang mit Klimaänderung, industrieller Entwicklung und Handel ist es gleichzeitig dringend geboten, der Diskussion über die Rolle des Bodens Impulse zu verleihen und sie intensiver voranzutreiben.

So wie in Europa testen wir derzeit in vielen Teilen der Welt die Grenzen der Erholungsfähigkeit und des multifunktionalen Leistungsvermögens des Bodens. Weltweit sind nahezu 2 Milliarden Hektar Land von Bodendegradation betroffen, die vom Menschen verursacht wurde (UN, 2000). Der Nahrungsmittelbedarf der weiter wachsenden Bevölkerung zieht eine immer stärkere Intensivierung der Landwirtschaft nach sich, durch die die Fähigkeit der Böden zur Freisetzung und Aufnahme von Nährstoffen und Chemikalien auf eine harte Probe gestellt wird. Im Zuge der Ausweitung der besiedelten Flächen und der Infrastruktureinrichtungen insbesondere in großen städtischen Ballungsräumen kommt es zur Versiegelung des Bodens, der somit einer produktiven Nutzung entzogen wird. Jedes Jahr verschlechtert sich der Zustand weiterer 20 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche derart, dass diese Flächen sich nicht mehr für die Pflanzenproduktion eignen, oder sie fallen der weiteren Ausbreitung der Städte zum Opfer. Die Böden sind physikalischer und chemischer Degradation ausgesetzt, die auf Erosion, Auslaugung (Erschöpfung der Nährstoffe) und Verschmutzung zurückgeht. Die Anzahl der verschiedenen im Boden lebenden Organismen verringert sich, wodurch das Reinigungs- und Filtervermögen der Böden vielerorts irreversiblen Schaden nimmt. Gleichzeitig beeinträchtigt weiterer Verlust an organischen Stoffen das Komplexbildungsvermögen der Böden und ihre Fähigkeit zur Zwischenspeicherung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre.

In den kommenden Jahren stellen die nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung des Bodens Nutzer und Politiker in Europa wie in anderen Teilen der Welt vor schwierige Aufgaben. Damit weder die Qualität des Bodens noch dessen Nutzung durch künftige Generationen gefährdet werden, ist es angesichts der vielfältigen und zudem potenziell gegensätzlichen Ansprüche an den Boden und

dessen wechselseitiges Beziehungsgefüge mit Klimaänderung, Artenvielfalt und gewerblicher Nutzung erforderlich, angemessene Maßnahmen zu ergreifen.

Die geplante Erweiterung der Europäischen Union zu Beginn des 21. Jahrhunderts, die in Aussicht genommene Steigerung und Intensivierung der landwirtschaftlichen und industriellen Erzeugung in den neuen Mitgliedstaaten und die Ausweitung bebauter Flächen und Infrastrukturanlagen bringen zusammengenommen eine starke Belastung des Bodens auf unserem Kontinent mit sich. Wenn keine Vorkehrungen getroffen werden, damit von den derzeitigen Strategien und Gesetzen und deren Umsetzungsmechanismen auf Dauer vernünftiger Gebrauch gemacht wird als bisher, könnten diese sich für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung als ungeeignet erweisen.

Letztlich hängt alles vom Menschen und vom Geflecht seiner Beziehungen zu den Naturressourcen und zum Raum ab, der nicht unbegrenzt zur Verfügung steht. Das Problem verlangt nach neuen Konzepten, unter anderem im Bereich der fairen Preisgestaltung, der Steuerpolitik und der strategischen Planung in Bezug auf die Nutzung von Flächen und Naturressourcen. Wirtschaftliche Interessengruppen widersetzen sich diesen Maßnahmen mit der Begründung, sie setzten der Liberalisierung Grenzen und dämpften die Spekulationserwartungen. Das könnte sich als größtes Problem für die Nachhaltigkeit erweisen. Wenn es uns nicht gelingt, eine angemessene, nachhaltige Nutzung der Flächen, Böden und der zu ihnen gehörenden Gewässer und anderen Naturressourcen zu erreichen, hat eine stärker auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Entwicklung keine Chance. Obwohl einige Regionen der Welt und Europas wie etwa die Europäische Union ein gemeinsamer Umweltansatz auszeichnet, stimmt doch bedenklich, dass die Fragen, die Flächen, Böden und Landschaftsressourcen betreffen, als solche noch nicht Gegenstand eines gemeinsamen Ansatzes sind.

*Domingo Jiménez-Beltrán*  
Exekutivdirektor  
Europäische Umweltagentur

*Klaus Töpfer*  
Exekutivdirektor  
UNEP

# Zusammenfassung

## Die wichtigsten Botschaften

- Europas Boden ist als Folge der zunehmenden und oft widerstreitenden Ansprüche aus nahezu allen Wirtschaftssektoren, unter ihnen Landwirtschaft, private Haushalte, Industrie und Gewerbe, Verkehr und Tourismus, rascher als je zuvor irreversiblen Verlust und Verschlechterung ausgesetzt. Belastungen entstehen durch die hohe Konzentration von Bevölkerung und Aktivitäten auf begrenztem Raum, aber auch durch Klimaänderungen



Kontaminierte Böden stellen eine ernsthafte Gefährdung für die Gesundheit des Menschen dar

und Veränderungen bei der Flächennutzung. Da es sich beim Boden um eine endliche, nicht erneuerbare Ressource handelt, lassen sich Schädigungen des Bodens, anders als bei Luft und Wasser, nicht ohne Weiteres beheben.

- Die schwerwiegendsten Bodenprobleme sind: irreversible Verluste durch zunehmende Bodenversiegelung und Erosion, Probleme der Hangstabilität, die andauernde lokale und diffuse Kontamination und die Versauerung. In einigen Teilen Süd-, Mittel- und Osteuropas ist die Degradation derart gravierend, dass die Fähigkeit der Böden, als Grundlage für menschliche Ansiedlungen und Ökosysteme zu dienen, zurückgegangen ist und Wüstenbildung eingesetzt hat. Über das tatsächliche Ausmaß der Bodendegradation herrscht keine hinreichende Klarheit, da vor allem für Mittel- und Osteuropa nicht alle erforderlichen Daten uneingeschränkt verfügbar sind.
- Der Verlust und die Verschlechterung der Böden werden andauern und wahrscheinlich weiter zunehmen, wenn nicht rasch angemessene Maßnahmen ergriffen werden, die über eine Integrierung von Bodenschutzmaßnahmen in die Sektorpolitiken den Fortschritt in den einzelnen Wirtschaftssektoren von den Belastungen abkoppeln, die von ihnen auf den Boden ausgehen.
- Auf lokaler, einzelstaatlicher und europäischer Ebene laufen mehrere Initiativen mit Auswirkungen auf den Boden, wobei diese nur bei einigen wenigen direkt, bei vielen anderen jedoch indirekt zum Tragen kommen und nicht alle dem Bodenschutz dienen. Es gibt jedoch kein europaweites politisches Konzept für den Bodenschutz, das den Konzepten vergleichbar wäre, die es für Luft und Wasser gibt. Darüber hinaus fehlt es an einem Berichtsmechanismus, der Beurteilungen ermöglichen würde, inwieweit die vorhandenen Maßnahmen zur Verbesserung des Bodenzustands führen bzw. in welchem Maße bestehende Rechtsvorschriften umgesetzt werden.
- Dringend geboten ist eine abgestimmte europäische Strategie für die Überwachung und Bewertung der Böden. Im Interesse eines besseren Zugangs zu Informationen und einer stärkeren Vergleichbarkeit der Daten sowie zur Vermeidung von Doppelgleisigkeiten wäre dazu eine engere Zusammenarbeit auf Verwaltungsebene erforderlich.

### Kasten 1: Was ist Boden?

Dem Boden kommt in der Umwelt Europas eine grundlegende Aufgabe zu. Daher wird hier von einer breit angelegten Definition ausgegangen, die allen Aspekten des Bodens Rechnung trägt. Boden ist ein dreidimensionaler Körper mit einem breiten Spektrum an sozioökonomischen und ökologischen Funktionen. Dabei handelt es sich um ein komplexes Medium, bestehend aus einer porösen Matrix, in der Luft, Wasser und eine Bodenflora und -fauna enthalten sind und der Stoff- und Flüssigkeitsaustausch zwischen diesen Elementen stattfindet. Eine Änderung der im Boden stattfindenden Prozesse zieht Veränderungen in der Funktionsweise der Ökosysteme nach sich, und viele Umweltprobleme, die in anderen Medien zutage treten, haben in Wirklichkeit ihren Ursprung im Boden (weitere Einzelheiten zu den Funktionen des Bodens können dem Abschnitt zur Bodendegradation im EUA-Bericht 1999 entnommen werden).

## Die Bedeutung der Ressource Boden für Europa

- **Der Boden ist ein multifunktionales Medium.** Der Boden ist zum einen die Grundlage für die Erzeugung von 90 % aller menschlichen Nahrungsmittel, des gesamten Viehfutters, aller Textilien und sämtlicher Brennstoffe, doch erfüllt er noch weitere als lediglich produktive Aufgaben. Er stellt die räumliche Dimension für das Entstehen menschlicher Ansiedlungen dar, d. h. den Bau von Gebäuden und Infrastrukturanlagen, Erholungseinrichtungen und Anlagen zur Abfallentsorgung. Er liefert Rohstoffe, darunter Wasser, Mineralien und Baustoffe. Er bildet einen wesentlichen Bestandteil der Landschaft, bewahrt die Überreste unserer Vergangenheit und ist selbst ein wichtiger Bestandteil unseres kulturellen Erbes.
- **Der Boden ist nicht erneuerbar.** Europas Boden weist eine sehr hohe räumliche Veränderlichkeit auf, sind doch mehr als 320 grundlegende Bodentypen bekannt. Ein jeder dieser Bodentypen bietet die Grundlage für ein anderes Spektrum an Funktionen und unterscheidet sich von anderen Typen in seiner Anfälligkeit gegenüber den verschiedensten Belastungen. Boden ist jedoch eine endliche Ressource, und obwohl eine begrenzte Wiederherstellung einiger Funktionen möglich ist, lässt er sich doch innerhalb der für seine Regeneration benötigten Zeitspanne nicht erneuern.<sup>1</sup>
- **Das Erholungsvermögen des Bodens ist vielleicht sein schlimmster Feind.** Die Pufferkapazität des Bodens, sein Erholungsvermögen und seine Fähigkeit zur Filtrierung und Absorption von Schadstoffen hat zur Folge, dass Schäden erst dann erkannt werden, wenn sie bereits weit fortgeschritten sind. Das ist vielleicht eine der Hauptursachen, weshalb dem Bodenschutz nicht die gleiche Aufmerksamkeit gewidmet wurde wie dem Schutz der Luft und der Gewässer. Das ist aber auch ein wichtiger Grund, weshalb eine gute Überwachung erforderlich ist. Nach vielen Jahren des Missbrauchs treten die Zeichen und Auswirkungen heute deutlicher zu Tage, und damit dieses Problem nicht einfach an zukünftige Generationen weitergereicht wird, ist Abhilfe sowohl korrektiver (kostenaufwändig und bisweilen nicht in vollem Maße umsetzbar) als auch präventiver Natur vonnöten.
- **Wegen der Konzentration von Aktivitäten auf engem Raum konkurrieren unterschiedliche Arten der Flächen- und Bodennutzung (Nahrungsmittelproduktion, Lebensraum,**

### **Infrastruktur und industrielle Fertigung)**

**miteinander.** Konflikte gibt es auch zwischen privater und öffentlicher Nutzung des Bodens. Werden diese im Wettstreit stehenden Ansprüche nicht in einem nachhaltigen Sinne gesteuert, so ziehen sie weitere Degradation nach sich (landwirtschaftliche Produktionsmethoden, die keine Rücksicht auf Nachhaltigkeit nehmen, Kontamination von Böden, Versiegelung usw.), die letztendlich in einem Teufelskreis der Zustandsverschlechterung zum allmählichen Dahinschwinden der verfügbaren Ressourcen führen. Eine der wichtigsten Aufgaben der kommenden Jahrzehnte besteht in der Beantwortung der Frage, wie diese Nutzungsarten nachhaltig entwickelt werden können, ohne dass der Boden als Ressource geschädigt oder erschöpft wird.

- **Es besteht ein klarer Zusammenhang zwischen Klimaänderung, nachhaltiger Entwicklung, Umweltqualität und Bodendegradation.** Der Boden wird durch Klimaänderungen in Mitleidenschaft gezogen, die auch eine weitere Bodendegradation nach sich ziehen können. Gleichzeitig spielt der Boden über die Humusdynamik eine wichtige Rolle bei der Bindung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre. Die organische Bodensubstanz geht durch die Bodendegradation verloren (und mit ihr der organisch gebundene Bodenkohlenstoff), und damit schwindet auch die Fähigkeit des Bodens, als Kohlenstoffsенke zu fungieren. In den Entwicklungsländern beeinträchtigt die Bodendegradation das Nahrungsmittelangebot und trägt zur Zunahme der Zahl der so genannten Umweltflüchtlinge bei, mit möglichen indirekten Auswirkungen auf Europa. Darüber hinaus kommt der Schutz des Bodens als einer lebenswichtigen Ressource für die Landwirtschaft jetzt auch bei den Verhandlungen der Welthandelsorganisation zur Sprache.
- **Der Schutz des Bodens stellt ein Querschnittsthema dar.** Da der Boden von vielen genutzt wird, muss er auf unterschiedlichen Ebenen Berücksichtigung finden. Gebraucht wird eine Integrierung sowohl von Bodenbewertungsansätzen als auch von Bodenschutzstrategien auf administrativer (lokal, EU-weit und global), sektoraler (Sektoren, andere Umweltthemen) und geografischer Ebene (Landschaften, städtischer und ländlicher Raum, Gebirgs- und Küstenregionen). Auf allen Ebenen gilt es angemessene Maßnahmen zu ergreifen, von der Raumordnung auf lokaler und subnationaler Ebene bis hin zur Erarbeitung von Umwelt- und Sektorkonzepten auf einzelstaatlicher und europäischer Ebene und zur Anbahnung von Initiativen im globalen

<sup>1</sup> Angesichts der außerordentlich niedrigen Bodenbildungsrate ist jeder Bodenverlust, der eine Tonne pro Hektar und Jahr übersteigt, als innerhalb einer Zeitspanne von 50–100 Jahren irreversibel anzusehen (EUA, 1999a).

Maßstab.

- **„Praxis- und basisnahe“ Lösungen für Bodenprobleme werden zur Lösung anderer Probleme auf europäischer und globaler Ebene beitragen.** Der Schutz des Bodens wird sich in vielerlei Hinsicht als nützlich erweisen. Da die Verschiedenheit und die Multifunktionalität des Bodens zur kulturellen und natürlichen Vielfalt Europas beitragen, wird der Bodenschutz auf europäischer Ebene die Erhaltung der Ressourcen Europas, seiner Identität und seiner Fähigkeit Änderungen zu verkraften unterstützen. Auf globaler Ebene wird die Bekämpfung der Bodendegradation einen Beitrag zum Ausgleich der Treibhausgasemissionen leisten, für einen besseren Zustand der Umwelt sorgen, die Bereitstellung von mehr Nahrungsmitteln für die weiter anwachsende Weltbevölkerung gewährleisten und zum wirtschaftlichen Wohlergehen künftiger Generationen beitragen.

#### Zusammenfassung der wichtigsten Bodenprobleme

- **Versiegelung:** Die realen Bodenverluste als Folge der Oberflächenversiegelung durch Zunahme der Verstädterung und des weiteren Ausbaus der Verkehrsinfrastrukturanlagen sind hoch und fallen in mehreren EU-Ländern, darunter den Beneluxstaaten und Deutschland sowie der Schweiz, ähnlich aus. Diese Länder sind bereits derart hochgradig verstädtert, dass wenig Raum für weitere Expansion verbleibt. In den Ländern des Mittelmeerraums ist die Verstädterung in den Küstenzonen Spaniens, auf den Mittelmeerinseln, in Südfrankreich und Süditalien besonders rasch erfolgt, was

insbesondere mit der Entwicklung des Tourismus zusammenhängt. Diese Belastungen dürften in den kommenden Jahren fortbestehen, wenn nicht gar zunehmen. Auch in Ländern mit einem verhältnismäßig geringen Verstädterungsgrad (z. B. Portugal, Finnland und Irland) sowie in Mittel- und Osteuropa ist mit zunehmender Bodenversiegelung zu rechnen.

- **Erosion:** Die Erosion des Bodens durch Wasser und Wind ist ein gravierendes und durchaus erkanntes Problem in Südeuropa und weiten Teilen Mittel- und Osteuropas, wo ihre Auswirkungen noch durch die Bodenkontamination als Folge früherer industrieller Nutzung verschärft werden. In den landwirtschaftlich genutzten Regionen des nördlichen Lößgürtels Europas und dort vornehmlich in Gebieten, wo erosionsanfällige Qualitätsböden einer intensiveren landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen, wird die Erosion ebenfalls zunehmend zu einem, wenn auch weniger einschneidenden und daher in geringerem Maße erkanntem Problem.
- **Hangstabilität:** Bei der Aufrechterhaltung der Hangstabilität spielt der Boden eine wichtige Rolle. Bodendegradation und vor allem Bodenerosion und Bodenversiegelung können zu direkten oder indirekten Auslösern von katastrophalen Ereignissen werden. Die jüngsten Katastrophen machen deutlich, welche Auswirkungen eine schlechte Flächenbewirtschaftung und eine kritikwürdige Nutzung des Bodens haben. In Gebieten mit hoher Reliefenergie und steilen Hanglagen, hohen Niederschlagsmengen und widrigem Klima wie in der Alpenregion und im Mittelmeerraum kommt es häufiger zu Naturkatastrophen. Bodenschädigungen durch Überschwemmungen sind jedoch auch im Flachland zu verzeichnen.

- **Kontamination:** Abgesehen von der Versauerung gibt es keine weit verbreitete diffuse Bodenverschmutzung in Europa. Dennoch liegt in bestimmten räumlich begrenzten Gebieten, den so genannten Umweltgefahrenpunkten bzw. Belastungsschwerpunkten (städtische Ballungsräume und Industriegebiete) als Folge sowohl diffuser als auch lokalerer Quellen eine hohe Kontamination vor. Zwar waren hauptsächlich aufgrund politischer Maßnahmen bei einigen gefährlichen Stoffen die Emissionen und der Verbrauch rückläufig, doch stand dem eine allgemeine Zunahme der wirtschaftlichen Aktivitäten gegenüber. Nach den verfügbaren Daten zu urteilen, sind die Verluste, die durch gewerbliche Tätigkeiten und stillgelegte Deponien entstehen, in der Mehrzahl der untersuchten Länder die wichtigsten Ursachen lokaler Kontamination. Der Einsatz von Agrochemikalien erreicht seine höchste Intensität in den Tiefebene Westeuropas: Dänemark, Niederlande, Belgien, Luxemburg und Nordfrankreich. Im Osten Europas sind die Probleme der diffusen Bodenkontamination in Aserbaidschan,



„Le crete toscane“ (Lehmböden der Toskana) (Val d’Orcia – Toskana)



Belarus, der Republik Moldau, Russland und der Ukraine am größten.

- **Versauerung** durch Niederschläge aus der Luft stellt nach wie vor ein Problem dar, durch den Erfolg der in den vergangenen 30 Jahren entwickelten Konzepte ist in Westeuropa jedoch nicht mit einem weiteren Anstieg zu rechnen. Die Sanierung stark versauerter Böden ist schwierig, wenn nicht ganz unmöglich. In den mittel- und osteuropäischen Ländern verschärft sich das Problem möglicherweise weiter, bevor eine Besserung eintritt. Versauerung findet man hauptsächlich in Nordwest- und Mitteleuropa.
- **Bodendegradation in Mittel- und Osteuropa:** Die Wirtschaftskrise, die auf den Zusammenbruch der früheren Sowjetunion folgte, zog einen allgemeinen Rückgang der Belastungen für die Umwelt und insbesondere für den Boden nach sich. Wenn keine angemessenen Maßnahmen ergriffen werden, sind mit zunehmender Erholung der einzelnen Volkswirtschaften stärkere Auswirkungen auf die Böden zu erwarten, wobei ähnliche Tendenzen auftreten dürften wie in den vergangenen Jahrzehnten in der EU. Noch sind in diesen Ländern die Folgen der falschen Bewirtschaftung der Böden in der Vergangenheit nicht beseitigt, und in manchen Gebieten schränkt dieser Umstand auch heute noch die Bodennutzung ein. In den Neuen Unabhängigen Staaten (NUS) ist beispielsweise derzeit in bestimmten Gebieten eine schwere Bodendegradation festzustellen, verursacht durch Schwermetallkontaminationen, schwer abbaubare organische Schadstoffe und Dioxine im Umkreis von Industriestandorten und städtischen Ballungsräumen, durch Bodenversalzung, Ölleckagen und Kontaminationen durch Radionuklide.
- **Unvollständigkeit des Datenbestands:** Da nur wenige Daten verfügbar sind, ist derzeit lediglich eine allgemeine Bewertung des Zustands der Böden in Europa möglich. Die Lücken im Datenbestand sind z. T. sogar schwerwiegend, und auch der Zugang zu den entsprechenden Daten und Informationen gestaltet sich schwierig. Da der Boden viele Nutzer hat, müssen Bodendaten durch verschiedene Organisationen zu unterschiedlichen Zwecken eingeholt werden. Nur wenige Daten lassen sich unmittelbar in Maßnahmen der Politik umsetzen, zudem betreffen sie meist kleine, geografisch begrenzte Gebiete. Die Unvollständigkeit des Datenbestands setzt der Möglichkeit einer umfassenden Beurteilung Grenzen.

#### Kasten 2: „Umweltgefahrenpunkte“ im ehemaligen Jugoslawien

Im Mai 1999, kurz nach dem Ende des Kosovokonflikts, wurde von UNEP/UNCHS (Habitatzentrum) die Balkan-Taskforce eingesetzt und mit der Aufgabe betraut, die Auswirkungen des Konflikts auf die Umwelt und die menschlichen Ansiedlungen zu beurteilen. Das besondere Augenmerk der Taskforce galt unter anderem den Umweltauswirkungen von Luftangriffen auf Industriestandorte, den ökologischen Konsequenzen des Konflikts für die Donau und dem eventuellen Einsatz von abgereichertes Uran enthaltenden Waffen im Kosovo (UNEP-UNCHS 1999). Die Balkan-Taskforce stellte an vier Standorten (Pancevo, Kragujevac, Novi Sad und Bor) „Umweltgefahrenpunkte“ fest, die Sofortmaßnahmen und weitere Überwachung erforderten. An all diesen Standorten wurden Umweltkontaminationen ermittelt, die als Auswirkungen des Konflikts angesehen werden können. Ein Teil der an manchen Standorten festgestellten Altlasten stammte jedoch aus der Zeit vor dem Konflikt. Während der Untersuchungen war es mitunter schwierig, die durch Altlasten verursachten Probleme von denen zu trennen, die durch den Konflikt selbst hervorgerufen worden waren. Die Empfehlungen für Sofortmaßnahmen schlossen neben anderen Arbeiten die Reinigung von Wasserläufen und die Dekontamination der Böden von Quecksilber, Dioxinen und in bestimmten Gebieten auch von PCB ein. Weitere Informationen über Folgemaßnahmen der Balkan-Taskforce können auf der Website der UNEP-Balkan-Taskforce abgerufen werden (<http://balkans.unep.ch>).



Der Boden ist ein wichtiger Teil der Landschaft und trägt zur Erhaltung unseres kulturellen Erbes bei (Hügellandschaft in der Nähe von Pienza, Val d'Orcia — Toskana)

# Warum ist der Boden für Europa wichtig?

## Wie Bodenschutz zur nachhaltigen Entwicklung beitragen kann

### Die vielfachen Funktionen, Nutzer und Gefährdungen des Bodens

Die Erhaltung der Ressource Boden ist auf einzelstaatlicher wie auch auf europäischer und globaler Ebene ein wichtiges Thema. Der Boden bietet zum einen die Grundlage für die Erzeugung von 90 % aller menschlichen Nahrungsmittel, des gesamten Viehfutters, aller Textilien und sämtlicher Brennstoffe, doch erfüllt er noch weitere als lediglich produktive Aufgaben. Europas Boden bildet die räumliche Dimension für das Entstehen menschlicher Ansiedlungen, d. h. den Bau von Gebäuden und Infrastrukturanlagen, Erholungseinrichtungen und Anlagen zur Abfallentsorgung. Er bildet einen wesentlichen Bestandteil der Landschaft, bewahrt die Überreste unserer Vergangenheit und ist selbst ein wichtiger Bestandteil unseres kulturellen Erbes. Doch ist der Boden eine endliche, nicht erneuerbare Ressource, und anders als im Falle von Luft und Wasser lassen sich Bodenschäden nicht ohne Weiteres sanieren.

Auf dieser Mehrfachfunktion des Bodens beruht das Bodenparadoxon: Die Bedeutung des Bodens für ein breites Spektrum menschlicher Aktivitäten erhöht seine Anfälligkeit für vielfache Schäden und Erschöpfung. Seine Pufferkapazität, sein Erholungsvermögen und seine Fähigkeit zur Filtrierung und Absorption von Schadstoffen hat zur Folge, dass Schäden oft erst dann erkannt werden, wenn sie bereits weit fortgeschritten sind. Nach vielen Jahren des Missbrauchs treten die Anzeichen heute lokal (z. B. Bodenkontamination in den Städten), aber auch regional (z. B. Produktivitätsrückgang in der Landwirtschaft) deutlicher zutage. Um weitere irreversible Schäden zu vermeiden, ist Abhilfe sowohl korrekativer (kostenaufwändig und bisweilen nicht in vollem Maße umsetzbar) als auch präventiver Natur vonnöten, damit die Probleme nicht einfach an zukünftige Generationen weitergereicht werden.

Die Wüstenbildung ist ein extremes Beispiel dafür, wie fortschreitende Bodendegradation als Folge des Zusammenwirkens unterschiedlicher Faktoren wie Klima und nicht nachhaltiger Nutzung der Wasservorräte und des Bodens unter bestimmten Umständen allmählich immer stärker die Fähigkeit des Bodens beeinträchtigen kann, Menschen und Tieren, der Vegetation und wirtschaftlichen Aktivitäten als Grundlage zu dienen, und wie Bodendegradation soziale und politische Auswirkungen nach sich ziehen kann. Die richtige Antwort auf das Problem schließt daher unterschiedliche Aktionsebenen – lokal, einzelstaatlich und global – sowie Maßnahmen zur Einbindung der Umweltkonzepte in die

Sektorpolitiken ein.

Ein Problem stellt die Wüstenbildung nicht nur für die Regionen der Welt dar, in denen arides Klima herrscht (Trockengebiete), vielmehr bedroht sie derzeit auch Teile Süd- und Mitteleuropas. Weite Gebiete des Mittelmeerraumes sind derart stark von Degradation betroffen, dass sie nicht länger zu einer Gewinn versprechenden Bewirtschaftung genutzt werden können, was zu Landflucht und Entvölkerung ganzer Landstriche führt (EUA, 1998). Äußerst ernst zu nehmende Probleme treten darüber hinaus in den benachbarten Regionen auf, insbesondere in Nordafrika und Mittelasien.

### Boden und Nachhaltigkeit

Eine wichtige Folge der Mehrfachfunktion des Bodens und der begrenzten Ressourcenverfügbarkeit – und zugleich eine Hauptursache der Bodendegradation – ist der zunehmende Wettstreit zwischen den verschiedenen Arten der Boden- und Flächennutzung (Gewinnung von Nahrungsmitteln für den Menschen, Ausweitung der Siedlungen, räumliche Ausdehnung der industriellen Fertigung, Nutzung neuer Energiequellen, Verbesserung der Mobilität). Die Frage ist nun, wie sich diese Nutzungsarten nachhaltig entwickeln lassen, ohne dass der Boden als Ressource geschädigt oder erschöpft wird (Blum, 1998).

Die zunehmende Belastung, der der Boden in Europa und anderen Teilen der Welt derzeit ausgesetzt ist, hängt mit der steigenden Nachfrage nach Böden und Flächen zur Befriedigung der verschiedenartigsten Bedürfnisse zusammen.

Im globalen Maßstab dürfte es zur Sicherung der Ernährung der weiter anwachsenden Bevölkerung erforderlich sein, mehr Flächen für die Nutzung durch die Landwirtschaft zur Verfügung zu stellen oder eine Intensivierung auf den derzeit landwirtschaftlich genutzten Flächen zu betreiben. Andererseits werden die Zunahme der Gesamtbevölkerung, die Tätigkeit von Industrie- und Gewerbebetrieben, die Veränderungen des Stadtgefüges und veränderte Verhaltensweisen der Bewohner (Stadttrandwanderung und Zersiedelung der Landschaft), verbunden mit einem höheren Mobilitätsbedarf, ebenfalls mehr Land für irreversible Zwecke verbrauchen. Werden diese parallel zueinander bestehenden Ansprüche nicht angemessen in einem nachhaltigem Sinne gesteuert, so führen sie zu weiterer Degradation (nicht zukunftsfähige Methoden in der Landwirtschaft, Bodenkontamination, Versiegelung usw.), so dass

letztendlich noch weniger Ressourcen zur Verfügung stehen und ein Teufelskreis der Zustandsverschlechterung in Gang gesetzt wird.

Auf europäischer Ebene muss die Politik bei der Erarbeitung von Sektoren-, Umwelt- bzw. Raumordnungskonzepten dem schon jetzt begrenzten Raumangebot für die Entwicklung menschlicher Aktivitäten künftig größere Beachtung schenken. In bestimmten Regionen ist der Sättigungszustand erreicht, etwa in den meisten Küstenzonen des Mittelmeerraums, wo der Wettbewerb um jedes Stück Land bereits entbrannt ist und dies mit einschneidenden Konsequenzen für den Bodenbestand und die Umwelt insgesamt einhergeht (siehe Abschnitte „Was geschieht?“ und „Gefahrenpunkte“).

Da eine breite Palette von Wirtschaftssektoren die Ressource Boden nutzt und zur Bodendegradation unterschiedlich beiträgt, kommt es darauf an, sich der Rolle des Bodens als eines Themas bewusst zu werden, das in vielen Bereichen von Relevanz ist. Die fortschreitende Funktionseinbuße des Bodens hat Auswirkungen auf die Umwelt insgesamt (Abbildung 1).

Die Förderung des Bodenschutzes verspricht viele begrüßenswerte Ergebnisse. Auf europäischer Ebene tragen die Unterschiedlichkeit und die Mehrfachfunktion des Bodens zur kulturellen und natürlichen Vielfalt des Kontinents bei. Daher wird der Bodenschutz bei der Wahrung der Identität Europas und seiner Fähigkeit zur Bewältigung von Veränderungen hilfreich sein.

Auf globaler Ebene wird die Bekämpfung der Bodendegradation einen Beitrag zum Ausgleich der Treibhausgasemissionen leisten, für einen besseren Zustand der Umwelt sorgen, die Bereitstellung von mehr Nahrungsmitteln für die weiter anwachsende Weltbevölkerung gewährleisten und zum wirtschaftlichen Wohlergehen künftiger Generationen beitragen (siehe Kasten 4: Boden und Klimaänderung).

### Boden, Agrarpolitik und Welthandel

Auch die Verhandlungen im Rahmen der Welthandelsorganisation (WTO) bewirken, dass der Schutz des Bodens im politischen Themenkatalog Europas einen höheren Stellenwert erhält. Die derzeitigen Diskussionen lassen erkennen, dass die Auffassungen der Europäischen Union und anderer Ländergruppen bezüglich der Bedeutung des Bodens für die landwirtschaftliche Erzeugung weit auseinandergehen und recht gegensätzlich sind. Beispielsweise ist der Boden für die USA und die Cairns-Gruppe (Australien, Argentinien, Brasilien,

Kanada und andere) vor allem ein Substrat für die Agrarproduktion, während seine ökologische Bedeutung für den Schutz des Grundwassers, für die Artenvielfalt und andere Umweltziele von ihnen mehr oder weniger vernachlässigt wird. Die Mitgliedstaaten der EU und Japan hingegen zählen zu den Ländern, deren erklärtes Ziel die Nutzung des Bodens unter dem Mehrfunktionsansatz ist und die die Landwirtschaft als eine von mehreren wichtigen Nutzungsarten ansehen.

Angesichts des unterschiedlichen Anteils, den die landwirtschaftliche Nutzflächen im Vergleich zu den für städtische, Industrie- und Verkehrsbereiche genutzten Flächen an der verfügbaren Gesamtfläche haben, innerhalb derer die landwirtschaftlich genutzten Flächen zur gleichen Zeit mehrere wichtige Funktionen erfüllen, leuchten die gegensätzlichen Standpunkte durchaus ein. Den unterschiedlichen Funktionen des Bodens kommt in Europa gleichermaßen Bedeutung zu, was auf die Konzentration von Aktivitäten auf engem Raum und auf den ausgeprägten Wettbewerb als Folge der ökologischen und sozioökonomischen Nutzungsarten der Bodenressourcen zurückzuführen ist. Für die Vereinigten Staaten, Kanada, Australien und andere Mitglieder der Cairns-Gruppe trifft dies nicht zu, da Angebot und Anteil der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Verhältnis zu anderen Flächennutzungsarten – etwa Wohnansiedlungen, Industriegelände und Verkehrswege – sich räumlich sehr stark von Europa unterscheiden<sup>1</sup>. Dennoch werden die Ausbreitung der Städte und die damit in Zusammenhang stehende Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Nutzflächen im Umkreis der Städte heute auch in den USA durchaus als Problem anerkannt.

Daher kommt es darauf an, dass Europa in der Lage ist, seine Auffassungen mit stichhaltigen Informationen insbesondere über die Auswirkungen der verschiedenen Bereiche auf das Bodenmilieu und die Bodenbedingungen zu begründen und zu untermauern. Erwähnung verdient in diesem Zusammenhang die OECD-Initiative zur Erarbeitung von Indikatoren der Bodenqualität im Rahmen einer nachhaltigen Landwirtschaft.

<sup>1</sup> Beispielsweise sind die landwirtschaftlich genutzten Flächen in den USA dreimal so groß wie in der EU, obwohl Bevölkerung und BIP eine vergleichbare Höhe aufweisen.

# Was geschieht mit den Böden Europas?

## Hauptprobleme

Die geografische Dimension der Bodendegradation

Der Boden in Europa ist als Folge der zunehmenden und oft widerstreitenden Ansprüche nahezu aller Wirtschaftssektoren einschließlich der Landwirtschaft, der privaten Haushalte sowie Industrie und Gewerbe, Verkehr und Tourismus von Verlusten und von der Verschlechterung seines Zustands betroffen. Ausgangspunkt der Belastungen sind die hohe Konzentration von Bevölkerung und Aktivitäten auf begrenztem Raum, aber auch Klimaänderungen und die veränderte Flächennutzung.

Die geografische Verteilung der Bodendegradation ist von mehreren Faktoren abhängig. Einfluss auf die bodenspezifischen Probleme haben die Vielfalt, Verteilung und spezifische Anfälligkeit der in Europa anzutreffenden Böden. Geologische Faktoren, Relief und Klima spielen ebenfalls eine Rolle. Ein weiterer Faktor ist die Verteilung der Verursacher in Europa sowie innerhalb einer jeden Region bzw. Klimazone.

In Südeuropa und insbesondere im Mittelmeerraum spielen Wind- und Wassererosion, Versalzung und Degradation der Bodenfauna und

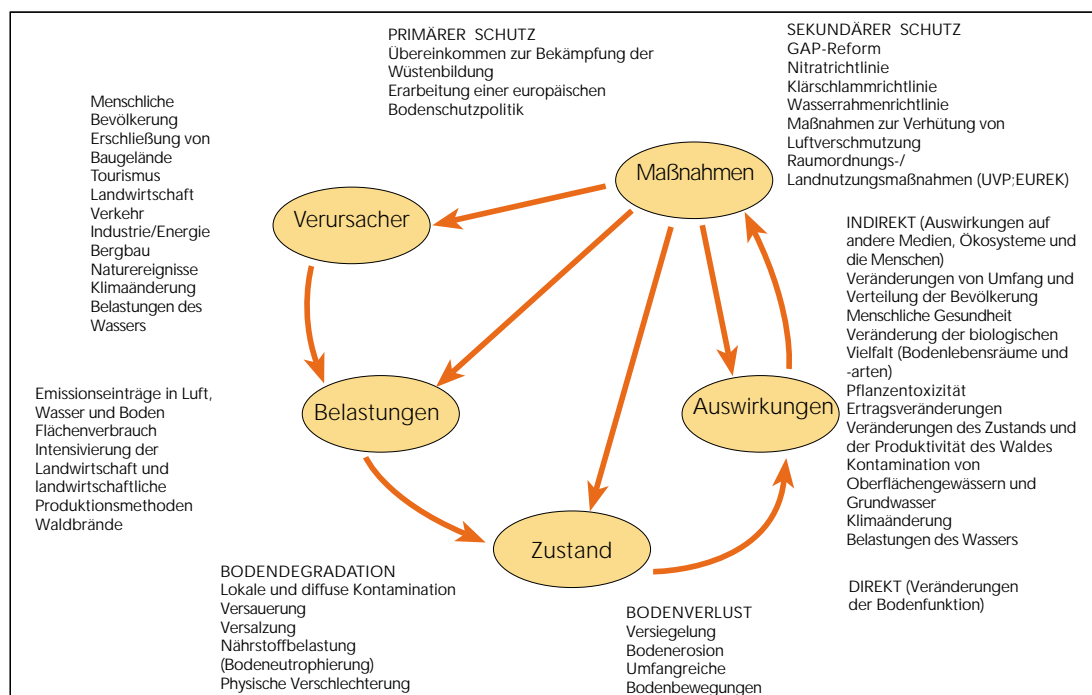
-flora durch Waldbrände eine wichtige Rolle, in West-, Mittel- und Osteuropa sind dagegen weite Gebiete von Kontamination und Verschmutzung als Folgeerscheinungen der Verstädterung und Industrialisierung gezeichnet.

Hauptsächlich als Ergebnis der zunehmenden Verstädterung und des wachsenden Tourismus verschärft sich im Mittelmeerraum der Wettstreit zwischen den verschiedenen Bodennutzungsarten und führt zur Kontamination und zum Verbrauch des Bodens. Am Mittelmeer liegt die beliebteste Fremdenverkehrsregion der Welt, auf die 30 % der internationalen Touristenströme entfallen, wobei sich ein Drittel der Bevölkerung auf die Küstengebiete konzentriert (EUA 1999a,b).

In Skandinavien stellt die Versauerung für die Bodengesundheit und die verschiedenen Funktionen des Bodens eine ernsthafte Gefahr dar; wobei es sich bei dieser Versauerung um eine Folgeerscheinung der Luftverschmutzung handelt, die von der Industrie und anderen Bereichen in West-, Mittel- und Osteuropa verursacht und von den vorherrschenden Winden nach Norden getragen und dort abgelagert wird. Darüber hinaus filtert der Waldbestand Skandinaviens anorganische und organische Schadstoffe aus der Atmosphäre heraus und beschleunigt auf diese Weise die Degradation der Böden, die eine sehr

Abbildung 1

Auf den Boden angewandtes DPSIR-Modell



Quelle: Europäische Umweltagentur

geringe natürliche Pufferkapazität gegenüber Versauerung und auch nur eine geringe Speicherfähigkeit für die meisten Schadstoffe besitzen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Bodenprobleme in Europa zusammengefasst, so u. a. Ressourcenverluste infolge von Erosion, Versiegelung, Überschwemmungen und umfangreiche Bodenbewegungen, lokale und diffuse Bodenkontaminationen insbesondere in Industriegebieten und städtischen Ballungsräumen sowie Versauerung des Bodens. Nicht eingegangen wird in diesem Bericht auf die Kontamination durch Radionuklide.

Der Durchführung der Bewertung liegen der DPSIR-Bodenbewertungsrahmen und der Mehrfunktions-/Mehrfachwirkungs-Ansatz zugrunde (Abbildung 1; EUA 1999a).

Auf die geografische Verteilung der Bodenprobleme in Europa wird im nächsten Abschnitt genauer eingegangen; die speziellen Aspekte der Bodendegradation in Mittel- und Osteuropa sind dagegen Kasten 5 zu entnehmen.

Für diese gesamteuropäische Bewertung liegen keine erschöpfenden Informationen vor. Zu den wichtigsten Zielen der weiteren Arbeit wird es gehören, entsprechende Verbesserungen herbeizuführen.

**Verbrauch der Ressource Boden im Zuge der Verstädterung**

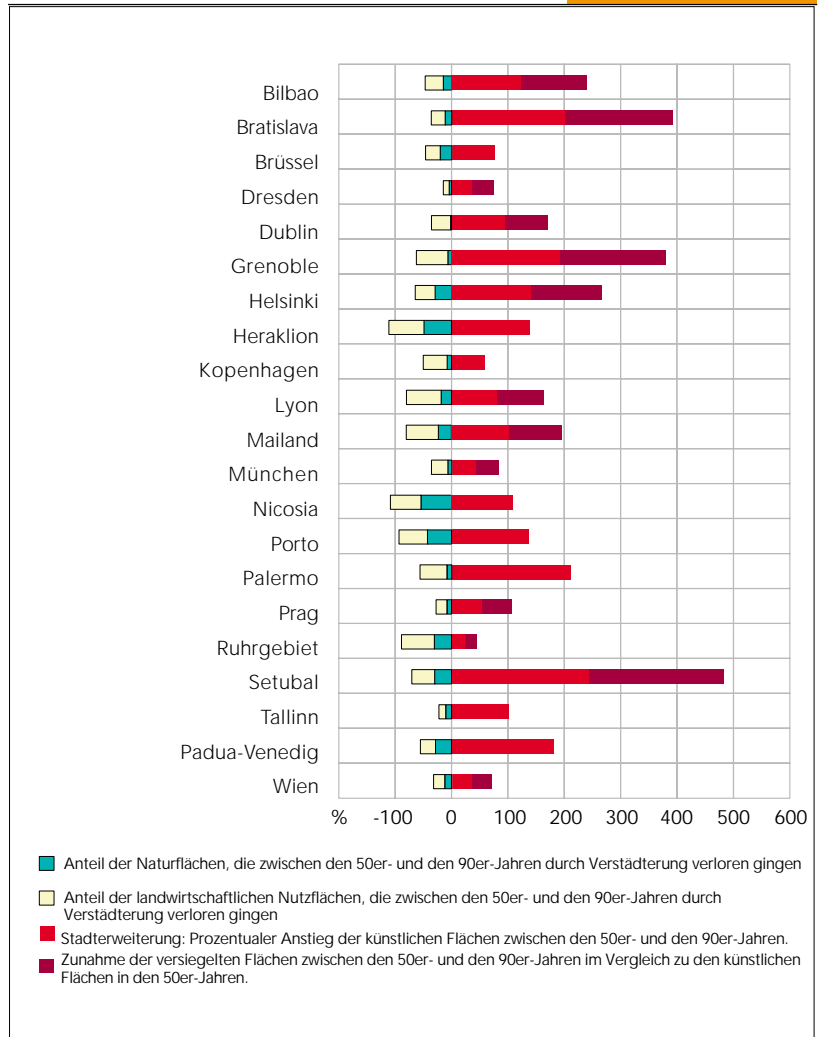
Die Bodenverluste durch Oberflächenversiegelung im Ergebnis zunehmender Verstädterung und des weiteren Ausbaus der Verkehrsinfrastrukturanlagen (Straßen, Flughäfen, Eisenbahnen, Häfen usw.) sind hoch und fallen in verschiedenen EU-Ländern, darunter den Beneluxstaaten und Deutschland, sowie in der Schweiz ähnlich aus. In Deutschland betrug beispielsweise 1997 der durchschnittliche tägliche Verlust mehr als 120 ha (EUA 1999a).

Die Bodenversiegelung wird jetzt auch im Mittelmeerraum zum Problem, was vor allem mit der Entwicklung des Fremdenverkehrs zusammenhängt. 1985 erstreckten sich fast 90 % der verstädterten Landstriche in diesem Gebiet entlang der Küsten Spaniens, Frankreichs, Italiens, Griechenlands und des früheren Jugoslawiens. Dem Blue Plan zufolge dürfte diese Rate in den kommenden fünfzig Jahren weiter zunehmen (EUA 1999b).

In den meisten mittel- und osteuropäischen Ländern waren in den vergangenen Jahrzehnten nur geringe Flächenverluste als Folge von

**Verstädterungsbedingter Verlust von Natur- und Agrarflächen am Beispiel ausgewählter Städte in Europa**

Abbildung 2



Quelle: Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission — von der EUA erarbeitete Daten, 2000

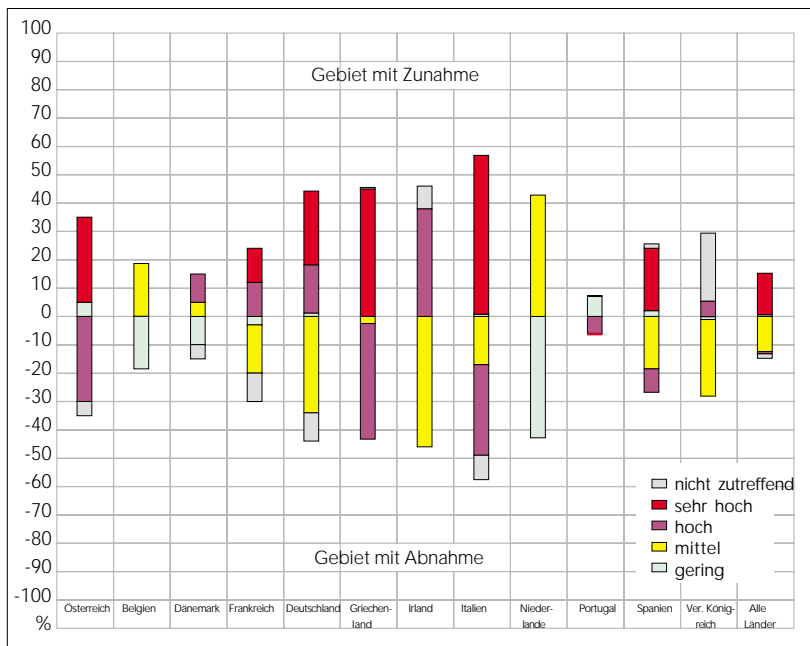
**Anmerkungen:** Die hier angegebenen Daten sind Ergebnisse des Murbandy-Projekts (Monitoring Urban Dynamics) der Europäischen Kommission, dessen Ziel es ist, derzeitige und frühere Flächennutzungen in Städten zu untersuchen, die Dynamik der Städte zu überwachen, Stadt- und Umweltindikatoren zu entwickeln und Szenarien für das Wachstum der Städte zu erarbeiten.

Um die Aussagen des Diagramms zu verdeutlichen, sei folgendes Beispiel angeführt: Im Fall von Helsinki entsprach im Zeitraum 1950-1998 der Verlust an natürlicher Landschaft aufgrund der weiteren Urbanisierung etwa 30 % jener Flächen, welche 1950 noch die natürlichen Flächen eingenommen hatten. Der Verlust an landwirtschaftlichen Nutzflächen betrug ungefähr 35 % der landwirtschaftlichen Gesamtnutzfläche des Jahres 1950. Im selben Zeitraum nahmen die künstlichen Oberflächen um mehr als 140 % der künstlichen Flächen des Jahres 1950 zu, wobei es sich beim größten Teil des Flächenzuwachses (fast 130 % der künstlichen Flächen des Jahres 1950) um versiegelte (wasserundurchlässige) Gebiete handelte.

**Verstädterung und industrieller Entwicklung zu verzeichnen. Einige Regionen in den Neuen Unabhängigen Staaten sind jedoch derart von Bergbau und Schwerindustrie in Mitleidenschaft gezogen, dass hier der Begriff**

Abbildung 3

Voraussichtliche Änderungen des Wassererosionsrisikos in landwirtschaftlich genutzten Gebieten im Zeitraum 1990-2050 als Anteil an der Gesamtfläche



Quellen: Europäische Kommission, 2000a; von der EUA erarbeitete Daten.

„Industriewüstenbildung“ angebracht ist. In der Ukraine trifft dieses Phänomen beispielsweise auf 3 % der Gesamtfläche zu (Nationaler Bericht über den Zustand der Umwelt in der Ukraine 1997).

Besonders augenfällig ist die Bodenversiegelung in den städtischen Ballungsräumen Europas (siehe Abbildung 2). In den vergangenen 50 Jahren haben sich die künstlichen Flächen in Setubal (240 %), Palermo (210 %) und Bratislava (200 %) mehr als verdoppelt. Im Ruhrgebiet, wo die künstlichen Oberflächen mehr als 78 % der Landschaft ausmachen, ist die Zunahme bescheiden ausgefallen. Im selben Zeitraum verzeichneten manche Städte gleichbleibende Gesamtverluste an Agrar- und Naturflächen aufgrund der Zunahme künstlicher Flächen, wobei Heraklion mit 41 % und Mailand und Nicosia mit 37 % an der Spitze lagen.

Auf die Standortverteilung der Flächen, die vom Standpunkt der Bodenversiegelung problematisch sind, wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

Das Brachflächenrecycling, d. h. die Wiederverwendung stillgelegter Industrieflächen für neue Stadtentwicklungsvorhaben, ist eine Reaktion auf den zunehmenden Flächenbedarf. Einige EU-Staaten, unter ihnen Belgien, Deutschland, Italien, die Niederlande und Großbritannien, haben derartige Recyclingvorhaben in die Wege geleitet, andere ihre Absicht dazu bekundet. Die Böden an Standorten früherer Industriebetriebe können jedoch stark verunreinigt sein, und unter Umständen erweist sich ihre Sanierung als wirtschaftlich oder technisch nicht machbar (siehe Abschnitt zur Kontamination).

<sup>3</sup> Das Grundszenario gilt für die EU in ihrer derzeitigen Zusammensetzung und berücksichtigt sowohl die bereits laufenden Projekte als auch solche, die bis August 1997 geplant waren. Die Annahmen sind dem auf unveränderten Rahmenbedingungen basierenden Szenario vor Kyoto entnommen.

## Verlust von Boden durch Erosion

Die Erosion des Bodens durch Wasser und Wind ist vor allem in Südeuropa ein schwerwiegendes Problem, ausgelöst durch eine Kombination aus widrigem Klima, steilen Hanglagen, einer dünnen Vegetationsdecke und einer mangelhaften landwirtschaftlichen Praxis. Als Gebiete mit dem gravierendsten Bodenverlust durch Wind- und Wassererosion gelten der Mittelmeerraum, die Balkanhalbinsel und die Anrainerstaaten des Schwarzen Meeres. In der Ukraine waren beispielsweise 41 % (17 Mio. ha) der landwirtschaftlichen Nutzflächen 1996 Wasser- und Winderosion ausgesetzt (Nationaler Bericht über den Zustand der Umwelt in der Ukraine 1997). In Russland sind 57 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen, darunter 65 % Ackerland, von starker Erosion betroffen (SKRFU 1998). Die Wassererosion spielt inzwischen auch im nördlichen Lößgürtel eine zunehmende Rolle.

Auf die Standortverteilung der Flächen, die vom Standpunkt der Bodenerosion problematisch sind, wird im nächsten Abschnitt eingegangen.

Das EG-Grundszenario<sup>1</sup> beruht auf der Annahme, dass als Folge der Klimaänderungen die Gefahr der Wassererosion bei etwa 80 % der Ackerlandflächen der EU bis 2050 zunimmt. Der Anstieg wird hauptsächlich in den Regionen stattfinden, in denen die Bodenerosion bereits heute gravierend ist (EUA 1999a). Abbildung 3 macht deutlich, in welche Richtung die Veränderungen in den einzelnen Ländern gehen.

Die Bodenerosion zieht Auswirkungen sowohl flächenintern (Beispiel: Verlust von organischer Substanz und Verlust von Bodenfunktionen) als auch flächenextern (Beispiel: Kontamination und Verlust der Fähigkeit des Bodens zur Bindung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre) nach sich. Beispielsweise verzeichnen derzeit viele Gebiete Europas, in denen die Böden seit langer Zeit landwirtschaftlich bestellt werden und einschneidenden Degradationsprozessen ausgesetzt waren, einen niedrigen bzw. sehr niedrigen Gehalt an organischer Substanz. Vor allem für Südeuropa liegen Schätzungen vor, wonach nahezu 75 % aller untersuchten Bodenflächen, also mehr als 100 Millionen Hektar Land, in der Krume einen niedrigen bis sehr niedrigen Gehalt an organischem Kohlenstoff aufweisen (Europäische Kommission, 2000b). Die möglichen Auswirkungen des Verlusts organischer Substanz auf Klimaänderungen (ausgehend von den Veränderungen im organischen Kohlenstoffgehalt des Bodens) sind in Kasten 4 beschrieben.

## Veränderungen der Hangstabilität

Eine wichtige Rolle spielt der Boden bei der Aufrechterhaltung der Hangstabilität. Die Degradation des Bodens und insbesondere dessen Erosion und Versiegelung können zu direkten oder indirekten Auslösern von Katastrophen werden. Überschwemmungen und umfangreiche Bodenbewegungen können in einem komplexen Kausalzusammenhang zu Erosion, Verschmutzung

und zum Verlust von Bodenressourcen führen. Es kann zu einschneidenden Auswirkungen für die Bevölkerung, die Aktivitäten des Menschen und die Bodenressourcen durch den Verlust von Menschenleben, die notgedrungene Umsiedlung der Bevölkerung, Schäden an Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen sowie den Verlust landwirtschaftlicher Nutzflächen kommen.

Zu Naturereignissen kommt es häufiger in Gebieten mit Hochrelief und steilen Hanglagen, starken Niederschlägen und widrigem Klima wie etwa in den Alpen oder im Mittelmeerraum. In Italien wurden beispielsweise mehr als 50 % des Landes als Flächen mit hohem bzw. sehr hohem hydrogeologischen Risiko eingestuft, wovon 60 % der Bevölkerung, das entspricht 34 Millionen Einwohnern, betroffen sind. Mehr als 15 % des Territoriums und 26 % der Bevölkerung sind einem sehr hohen Risiko ausgesetzt (italienisches Umweltministerium, 1999). Die Auswirkungen auf die Bevölkerung und die wirtschaftlichen Schäden sind erheblich. In den vergangenen 20 Jahren waren mehr als 70 000 Personen von Überschwemmungen und Erdbeben betroffen, die wirtschaftliche Schäden in Höhe von nahezu 11 Mrd. Euro verursachten (siehe Abbildung 4). Die tatsächlichen Auswirkungen werden unterschätzt, da nur für sehr wenige Ereignisse Daten vorliegen.

Schäden durch Überschwemmungen treten auch im Flachland auf. In Großbritannien war beispielsweise in den letzten drei Jahren eine Zunahme der Überschwemmungen zu verzeichnen (EA, 2000d). Das letzte Hochwasser (Herbst 2000) gilt als das schlimmste seit Menschengedenken: Die überschwemmten Flächen in Nordostengland waren größer als der Lake Windermere, das größte natürliche Gewässer Englands (EA 2000b). Die tatsächlichen Kosten sind noch gar nicht ermittelt (siehe Kasten 3).

### Bodenkontamination durch Ausbreitung von Chemikalien

Von der Versauerung abgesehen, liegt keine weit verbreitete diffuse Verschmutzung<sup>1</sup> der Böden Europas vor; eine hohe Kontamination herrscht jedoch in räumlich begrenzten Gebieten (Gefahrenpunkte, sog. „hot spots“), bei denen es sich in der Regel um Ortschaften und Flächen im Umkreis von Industrieanlagen handelt (Bak u. a. 1997, Gzyl 1999, Horvath 1996; Eriksson u. a. 1997).

Die lokale Kontamination (Altlasten) gewinnt als Thema zunehmend an Bedeutung. Sie betrifft meist Gebiete mit hohem städtischen Verdichtungsgrad und einer langen Tradition als Standort der Schwerindustrie; das Problem ist auch in der Nähe ehemaliger Militärstandorte anzutreffen. Wie ernst das Problem ist, ist aus den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Ökosysteme sowie aus seinem irreversiblen Charakter ersichtlich. Als gravierendste Folge kommt es häufig zu Einschränkungen des Zugangs zu den Ressourcen wie beispielsweise zu sauberem Trinkwasser.

In der Regel ist es äußerst schwierig und zudem praktisch bzw. wirtschaftlich unmöglich, die

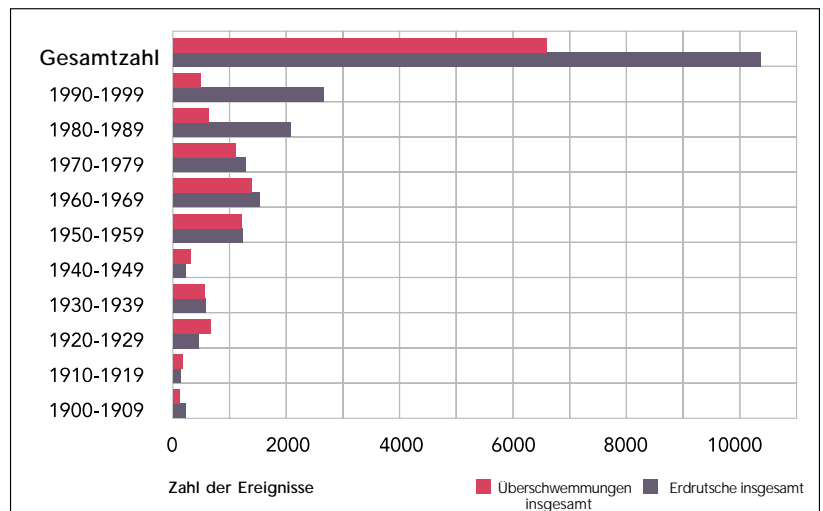
### Kasten 3: Wirtschaftliche Verluste durch Überschwemmungen in Großbritannien

Millionen von Eigenheimen in Großbritannien sollen von irgendeinem Umweltrisiko betroffen sein; etwa zwei Millionen davon laufen Gefahr, von Überschwemmungen heimgesucht zu werden (Sunday Times, 2000a). Der Wert der Grundstücke, für die das letztgenannte Risiko zutrifft, wurde auf mehr als 350 Mrd. Euro geschätzt. Weitere 3,8 Millionen neue Haushalte, die in den nächsten 20 Jahren hinzukommen sollen, könnten das Problem deutlich verschärfen\* (EA; 2000a,c). In den vergangenen Jahren bezifferten sich die Gesamtverluste durch Überschwemmungen in England und Wales auf mehr als 1 Mrd. Euro jährlich. 1999 zahlten die Versicherungsgesellschaften rund 85 Mio. Euro für Überschwemmungsschäden im Land aus, in den ersten drei Monaten des Jahres 2000 waren es allein 30 Mio. Euro (EA; 2000c). Die Schäden, die in Großbritannien durch das Hochwasser im Herbst 2000 entstanden, sind noch gar nicht voll beziffert.

\*Voraussichtlicher Anstieg der Zahl der Haushalte in England im Zeitraum 1991–2021 (DETR 1999).

### Erdbeben und Überschwemmungen in Italien in den vergangenen 100 Jahren

Abbildung 4



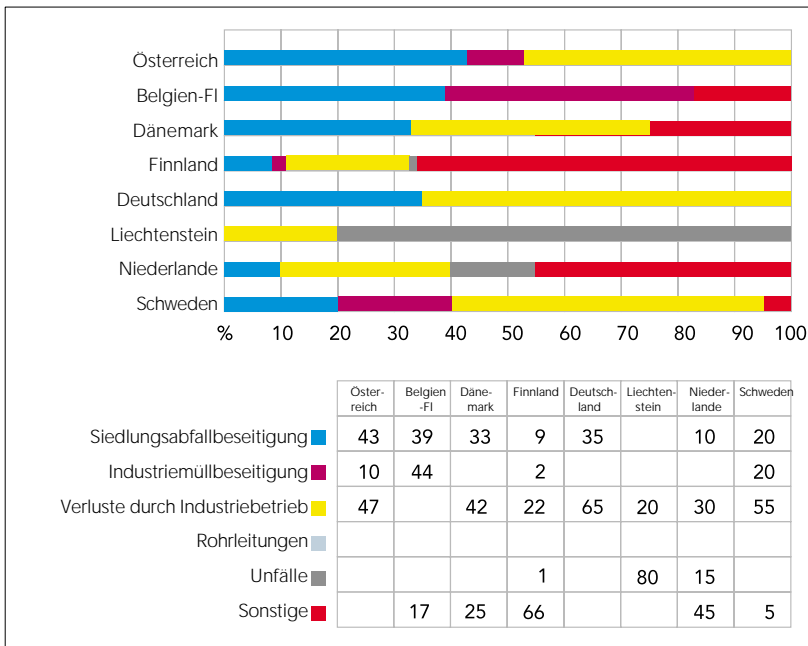
Quellen: Von der EUA erarbeitete Daten aus der AVI-Datenbank (Stand: 30.6.1999) der Abteilung Katastrophenschutz des italienischen Ministerrates und des Nationalen Forschungsrats (Gruppo Nazionale per la Difesa contro le Catastrofi Idrogeologiche, CNR-GNDICI) (<http://avi.gndici.pg.cnr.it/>).

**Mehrfachfunktion eines degradierten oder verunreinigten Bodens in vollem Maße wiederherzustellen. In einigen Ländern beschränkt man sich daher bei den Sanierungskonzepten darauf, den Boden soweit wiederherzustellen, dass er zumindest einige seiner Aufgaben erfüllen kann.**

**Hauptursachen der Bodenkontamination sind atmosphärische Einträge, übermäßiger Einsatz von Agrochemikalien, Verluste während industrieller Prozesse und eine unsachgemäße Abfallentsorgung. Zu den wichtigsten Schadstoffen zählen Schwermetalle, organische**

<sup>4</sup> Die diffuse und die lokale Kontamination werden häufig als gesonderte Bodenprobleme behandelt. Die diffuse Kontamination wird im Allgemeinen durch Schadstoffe verursacht, die über große Entfernungen transportiert werden, oft weit fort von der Schadstoffquelle. Sie schließt Schwermetalle, Versauerung, Nährstoffüberschuss (Eutrophierung) usw. ein. Die lokale Kontamination (Altlasten) ist ein Problem räumlich begrenzter Gebiete (oder Standorte) im Umfeld der Schadstoffquelle, dabei besteht eine direkte Verbindung zur Kontaminationsquelle. Diese Unterscheidung, die geschichtlichen Ursprungs ist, erfolgt hauptsächlich in Bezug auf die unterschiedlichen praktischen, rechtlichen und haftungsspezifischen Aspekte, die damit verbunden sind. Beide Degradationstypen können in ein und derselben Problemzone oder an ein und demselben Gefahrenpunkt vorkommen, wie es beispielsweise bei hochgradig kontaminierten Flächen im Umkreis von Städten der Fall ist, wo die Bodenverschmutzung sowohl auf lokalisierte Quellen (z. B. Deponien) als auch auf diffuse Quellen (Straßenverkehr) zurückgeht. In Agrarregionen dagegen stellt wahrscheinlich die diffuse Kontamination als Folge übermäßigen Düngemittelsatzes das größte Problem dar.

**Abbildung 5** Hauptursachen der lokalen Kontamination in ausgewählten Ländern Europas



Quelle: EUA

Schadstoffe (PAK, Chlorkohlenwasserstoffe, PCB und dioxinhaltige Pestizide) und künstliche Radionuklide. Abbildung 5 veranschaulicht die Hauptursachen der lokalen Kontamination in ausgewählten Ländern Westeuropas. In den meisten untersuchten Ländern fielen die durch Industriebetriebe entstandenen Verluste am stärksten als Ursache lokaler Kontamination ins Gewicht.

Die Kontamination von Böden und Grundwasser im Umkreis von Militärstandorten wirft vor allem in den baltischen Staaten, der Tschechischen Republik und Ungarn Probleme auf. In Estland, wo beispielsweise stillgelegte Militärstützpunkte ungefähr 1,8 % des Landes einnehmen; wurden noch 1996 Schadstoffe wie Mineralölprodukte und spezielle Raketentreibstoff-Komponenten im Boden und Grundwasser festgestellt (estnisches Umweltministerium 1997).

Die Fortschritte, die in einigen Ländern Westeuropas beim Nachweis von Altlasten zu verzeichnen sind, werden in Abbildung 6 zusammengefasst. Derzeit ist es nicht möglich, eine umfassendere Bewertung der Fortschritte beim Umgang mit Altlasten in der EU vorzunehmen, da die vorliegenden Informationen alles andere als vollständig sind.

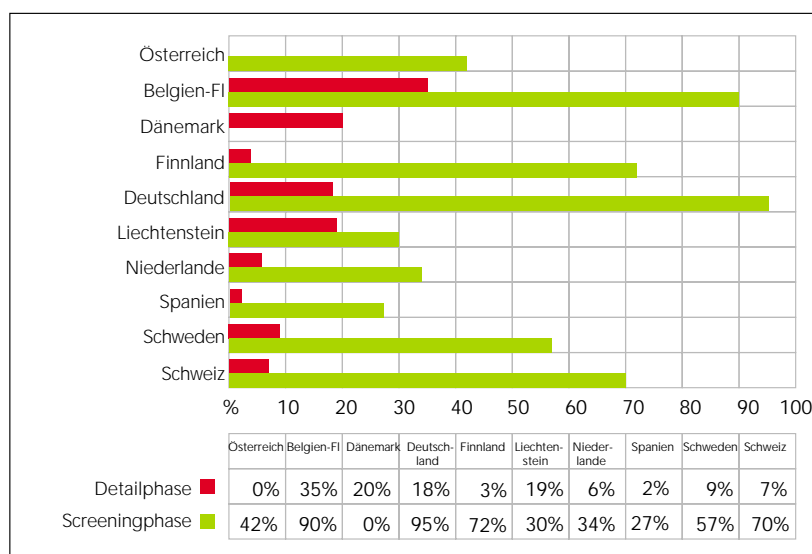
Zur Versauerung des Bodens kommt es durch Emissionen von Fahrzeugen, Industrieprozessen und natürlichen biogeochemischen Kreisläufen, bei denen versauernd wirkende Schadstoffe freigesetzt werden und eine Redeposition auf der Bodenoberfläche namentlich durch Regen und trockene Ablagerung erfolgt. Die Überschreitung der kritischen Belastungsraten der Versauerung und Eutrophierung der terrestrischen Ökosysteme ist gegenwärtig im Wesentlichen auf Stickstoffablagerungen zurückzuführen. Die Situation in Europa ist recht unterschiedlich; einige besondere Gefahrenpunkte wurden ermittelt. Überschritten werden die kritischen Belastungsraten vor allem in weiten Teilen Nord- und Mitteleuropas.

In Westeuropa wird nicht mit einer weiteren Zunahme des Säureeintrags in den Boden gerechnet, was als Erfolg der in den vergangenen 30 Jahren entwickelten Konzepte gewertet werden kann, doch könnte sich das Problem in den mittel- und osteuropäischen Ländern weiter zuspitzen, bevor schließlich auch dort eine Besserung eintritt (EUA 1999b).

Dennoch ist die Sanierung stark versauerter Böden schwierig, wenn nicht sogar unmöglich, sofern die Verschmutzung anhält. Beispielsweise liegen Schätzungen vor, wonach in der Russischen Föderation 5 Mio. ha Ackerland stark versauert sind, obwohl sie mit Kalk behandelt werden (Nationaler Bericht Russlands 1992). Eine Versauerung der Böden ist auch in Polen festzustellen, wo der pH-Wert bei fast 25 % der Böden den Wert von 4,5 unterschreitet, obwohl zunehmend gekalkt wird (Korytkowsky und Wojewódzki 1993).

Obwohl die Emissionen und der Einsatz bestimmter gefährlicher Stoffe zurückgegangen

**Abbildung 6** Fortschritte beim Umgang mit Altlasten in ausgewählten Ländern Europas



Quelle: EUA

**Anmerkung:** Der Nachweis von Altlasten setzt sich aus zwei Phasen zusammen: einer Screeningphase, in der Standorte mit hohem Kontaminationspotenzial ermittelt werden, und einer Detailphase, in der potenzielle Altlasten im Einzelnen untersucht und bewertet werden, um entscheiden zu können ob Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen. Die Schätzungen der einzelnen Länder geben Aufschluss über den prozentualen Anteil der in jeder Phase behandelten Standorte im Verhältnis zu einer Grundmenge (Gesamtzahl der Standorte, die hierbei von Interesse sind).



**Kasten 4:** Boden und Klimaänderung

Die Wechselwirkung zwischen Klimaänderung und Veränderungen in der Bodenqualität ist komplexer Natur und wird noch nicht in ihrem vollem Ausmaß erkannt. Bewertungen der Auswirkungen von Klimaänderungen auf Eigenschaften und Verhalten des Bodens sowie zum Einfluss des Bodens auf globale Klimaänderungen beruhen zumeist auf hypothetischen Szenarien und Daten, die unter kontrollierten Bedingungen gewonnen wurden. Somit sind die Voraussagen eher qualitativ als quantitativ bestimmt und könnten erhebliche systematische Fehler enthalten.

Kohlenstoff aus der Atmosphäre könnte genutzt werden, um die Treibhausgasemissionen auszugleichen, die eine Folgeerscheinung der Verbrennung fossiler Brennstoffe sind; dieses Thema wird derzeit im Zusammenhang mit dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen behandelt (UNFCCC).

Schätzungen zufolge erfolgt durch die Kohlenstoffsinken der Erde eine durchschnittliche Nettobindung von 2,3 Gt Kohlenstoff pro Jahr (die gleiche Kohlenstoffmenge wird durch die Ozeansinken gebunden); diesem Wert gegenüber stehen 6,3 Gt Emissionen durch fossile Brennstoffe und

**Tabelle 1:** Global vorhandener Kohlenstoff in Vegetations- und Bodenkohlenstoffspeichern bis zu 1 m Tiefe

Biome	Fläche (10 <sup>9</sup> ha)	Globale Kohlenstoffspeicher (Gt C)		
		Vegetation	Boden	Insgesamt
Tropenwälder	1.76	212	216	428
Wälder der gemäßigten Zone	1.04	59	100	159
Boreale Wälder	1.37	88	471	559
Tropische Savannen	2.25	66	264	330
Grünland der gemäßigten Zone	1.25	9	295	304
Wüsten und Halbwüsten	4.55	8	191	199
Tundra	0.95	6	121	127
Feuchtgebiete	0.35	15	225	240
Kulturflächen	1.60	3	128	131
<b>Insgesamt</b>	<b>15.12</b>	<b>466</b>	<b>2 011</b>	<b>2 477</b>

**Anmerkungen:** Bezüglich der genannten Zahlenwerte herrscht aufgrund der Uneindeutigkeit der Biomedefinitionen erhebliche Unsicherheit, dennoch liefert die Tabelle einen Überblick über das Ausmaß der Kohlenstoffsinken in den terrestrischen Systemen. Biome sind global gesehen die wichtigsten regionalen Pflanzen- und Tiergesellschaften. Sie zeichnen sich durch ähnliche Lebensformen und Umweltbedingungen aus und werden nach dem vorherrschenden Lebensform-Typ benannt. In der Welt gibt es nur 8-10 Biome, von Tundras und Wäldern (boreale Wälder, Wälder der gemäßigten Zone, Tropenwälder) bis hin zu Grünland, Savannen und Buschwäldern und Wüsten. Es existiert jedoch kein einheitliches Biomverzeichnis.

**Quelle:** IPCC, 2000.

Viele Veränderungen des Bodens vollziehen sich langsam und über einen langen Zeitraum hinweg, manche hingegen wie etwa das Verschwinden des organischen Bodenkohlenstoffs sehr rasch. Der Verlust an organischem Bodenkohlenstoff führt zu einer rasanten Verschlechterung vieler Bodeneigenschaften wie Bodenstruktur und Artenvielfalt. Die weltweit vorhandene Menge an organischem Bodenkohlenstoff hat unmittelbare Auswirkungen auf den Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre. Die geringsten Veränderungen beim organischen Bodenkohlenstoff, ob Zunahme oder Abnahme, können unvorhersehbare Folgen für den Kohlenstoffgehalt der Atmosphäre nach sich ziehen, dessen alljährliche Änderung lediglich einem kleinen Teil des gesamten organischen Bodenkohlenstoffs entspricht (Kimble, Lal & Grossman, 1998).

industrielle Aktivitäten, 1,6 Gt Emissionen durch Veränderungen in der Flächennutzung (hauptsächlich Abholzung von Wäldern) und 3,3 Gt Kohlenstoff, der sich jedes Jahr in der Atmosphäre ansammelt (IGBP 1998) (IPCC 2000).

Die terrestrischen Senken sind Bestandteile des aktiven Biokreislaufs, damit ein wesentlicher Teil des heute durch die terrestrischen Ökosysteme aus fossilen Brennstoffen gebundenen Kohlenstoffs in ungefähr hundert Jahren wieder an die Atmosphäre abgegeben werden kann. Die terrestrischen Senken sollten also als wichtige, aber zeitweilige Speicher angesehen werden, die einen wertvollen Zeitvorsprung herausholen können, der sich zur Drosselung der industriellen Emissionen nutzen lässt: sie können jedoch nicht für einen dauerhaften Ausgleich dieser Emissionen sorgen.

Den Auswirkungen von Klimaänderungen auf das Erosionsrisiko wird im Abschnitt „Was geschieht mit den Böden Europas?“ nachgegangen.

Der mit Abstand größere Teil der derzeitigen Kohlenstoffspeicher innerhalb der terrestrischen Ökosysteme befindet sich nicht in der Vegetation, sondern im Boden, was ganz besonders für die nicht bewaldeten Ökosysteme in mittleren und höheren Breiten zutrifft. In den borealen Wäldern sind beispielsweise die

**Der Boden als Kohlenstoffsенke**

Die Fähigkeit des Bodens zur Bindung von

**Box 4:** Boden und Klimaänderung (Forts.)

Kohlenstoffspeicher im Boden fünfmal so groß wie in der Vegetation (Tabelle 1, IPCC 2000).

Darüber hinaus vollzieht sich die unterirdische Kohlenstoffumwälzung langsamer als die oberirdische, wodurch es möglich ist, die Kohlenstoffspeicherung über einen längeren Zeitraum hinweg aufrechtzuerhalten.

Der unterirdische Kohlenstoff ist bei Bränden und anderen Vorkommnissen normalerweise besser geschützt als der oberirdische (IGBP 1998).

Die landwirtschaftliche Praxis hat großen Einfluss darauf, wie viel Kohlenstoff im Laufe der Zeit im Boden gespeichert wird. Eine Änderung der landwirtschaftlichen Praxis und der Einsatzmittel — ganz besonders eine Änderung bei den angebauten Pflanzensorten, beim Einsatz von Düngemitteln und Naturdung, den Fruchtfolge- und Bodenbearbeitungsverfahren — bestimmt mit, wie viel Kohlenstoff im Boden gespeichert bzw. aus dem Boden freigesetzt wird und wie rasch dies geschieht (Ringius 1999).

**Bindung von Kohlenstoff und Bodendegradation**  
Neben anderen positiven Effekten weisen umweltfreundliche Bodennutzungs- und Bewirtschaftungssysteme den Vorteil auf, dass Kohlenstoff im Boden und in den terrestrischen Ökosystemen gebunden werden kann; bewirkt wird

dies durch den geringeren Verlust von organischem Bodenkohlenstoff und die erhöhte Biomasseerzeugung (Lal und Kimble 1998).

Vor diesem Hintergrund besteht ein offenkundiger wirtschaftlicher Zusammenhang zwischen der Verbrennung fossiler Brennstoffe, Klimaänderungen, der Degradation der Trockengebiete und dem Kohlenstoff-Fluss. Die Bindung von Kohlenstoff kann als Schlüssel zur Umkehrung der Bodendegradation angesehen werden. Wird die Degradation rückgängig gemacht, so nimmt die Bindung von Kohlenstoff zu und umgekehrt.

Die für die kommenden fünf bis fünfzig Jahre vorausgerechneten Möglichkeiten für die Bindung von Kohlenstoff in Trockengebieten weisen darauf hin, dass die Umsetzung von Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen in den Trockengebieten der Welt eine jährliche Kohlenstoffbindung von 1,0 bis 1,3 Gt C nach sich ziehen würde (UNEP 1995, Squires 1998).

Diese Überlegungen werden eine Rolle spielen, sobald das Kyoto-Protokoll<sup>5</sup> ratifiziert ist, das den Handel mit CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten und die Zusammenarbeit zwischen Annex-I-Ländern (Industrielländern) und Annex-B-Ländern bei der Verringerung der Nettoemissionen im Rahmen des „Mechanismus für eine saubere Entwicklung“ (CDM) gestattet.

**Kasten 5:** Bodendegradation in den mittel- und osteuropäischen Ländern (MOEL) einschließlich Neue Unabhängige Staaten (NUS)

Die Bodenprobleme in den MOEL unterscheiden sich nicht grundsätzlich von denen in der EU. Dennoch hat die wirtschaftliche Krisensituation nach dem Zusammenbruch der früheren Sowjetunion dazu geführt, dass die Umwelt im Allgemeinen und der Boden im Besonderen weniger Belastungen ausgesetzt sind. Sobald diese Volkswirtschaften sich wieder erholen, ist auch mit zunehmenden Belastungen für den Boden zu rechnen; wird es versäumt, angemessene Maßnahmen zu ergreifen, so dürften hierbei ähnliche Tendenzen auftreten wie in den vergangenen Jahrzehnten in der EU. Die Folgen der falschen Bewirtschaftung der Böden in der Vergangenheit wurden jedoch nicht beseitigt und machen eine umfassende Nutzung der Ressource noch immer unmöglich.

Spezifische Aspekte der Bodendegradation in den MOEL sind:

- unkontrollierte Entsorgung giftiger Stoffe (Öl, giftige organische Verbindungen, militärische Abfallstoffe, Schwermetalle);
- geringere Verunreinigung aus landwirtschaftlichen Quellen als in der EU (niedrigerer Düngemiteleinsatz als Folge der wirtschaftlichen Verhältnisse);
- Kontamination, Erosion, Bodenversalzung, Staunässe und Zerstörung durch Ölleckagen.

In den NUS stehen die Bodenprobleme mit der Überbeanspruchung kleiner Flächen in Zusammenhang, deren Ursache die rückläufige Fruchtbarkeit und Nutzungsfähigkeit großer Flächen aufgrund von Problemen wie Wasser- und Winderosion, Bodenverdichtung, Überweidung, Versalzung und Staunässe ist. In bestimmten Gebieten hat die Bodendegradation gravierende Ausmaße angenommen und schließt die Kontamination durch Schwermetalle, schwer abbaubare organische Schadstoffe und Dioxine im Umkreis von Industriestandorten und städtischen Ballungsräumen, Ölleckagen und Kontamination durch Radionuklide ein. Die besondere Belastung kleinerer Flurstücke ist z. T. darin begründet, dass die Bewirtschaftung größerer Güter mangels wirtschaftlicher Ressourcen, technischer Einrichtungen und Arbeitskräfte eingestellt wurde.

Eine Quantifizierung des Problems ist vor allem in den NUS schwierig, da es an vergleichbaren und gesicherten Daten mangelt und die Datenerfassungs- und -bewertungsmethoden nicht mitgeteilt werden. Eine solide Beurteilung anhand der vorliegenden Informationen scheidet derzeit an diesem Umstand.

<sup>5</sup> Im Kyoto-Protokoll des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen wird die Notwendigkeit erkannt, für die Bereiche Landwirtschaftliche Nutzflächen, veränderte Bodennutzung und Forstwirtschaft im Zusammenhang mit den vom Menschen verursachten Veränderungen bei den Treibhausgasemissionen je nach deren Ursprung und Beseitigung durch Senken weitere Maßnahmen vorzusehen (UNFCCC 1998).

Seit 1990 werden bei der Steuerung der forstwirtschaftlichen Aktivitäten (Aufforstung, Wiederaufforstung und Abholzung) in den so genannten „Kyoto-Wäldern“ Fortschritte verzeichnet. Zur Zeit wird immer mehr darauf gedrängt, den Bodenschutz in das Portfolio der Projekte, die im Rahmen des Protokolls anerkannt werden und geregelt sind, aufzunehmen (Ringius 1999).

sind, was vor allem an den ergriffenen politischen Maßnahmen liegt, steht dem ein allgemeiner Anstieg der wirtschaftlichen Aktivitäten gegenüber. Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist in den meisten EU-Staaten in den vergangenen zehn Jahren leicht zurückgegangen, möglicherweise als Ergebnis der Reformen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) im Jahr 1992 (EUA 2000). In den MOEL ist der Einsatz von Agrochemikalien, der in den 70er- und 80er-Jahren in den großen Kollektivbetrieben drastisch zugenommen hatte, nach dem Zusammenbruch der zentral geplanten Volkswirtschaften derzeit rückläufig. Beispielsweise entsprach in der Russischen Föderation 1997 der Einsatz von Mineraldünger ungefähr 20 % des Standes von 1990 (OECD 1999). Für die nächsten zehn Jahre wird in der EU mit einem leichten Anstieg der Pestizidemissionen gerechnet, während aufgrund

der Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion in den Beitrittsländern von einem kräftigen Anstieg ausgegangen wird (EUA 1999a).

Wo die Gebiete angesiedelt sind, die in Bezug auf lokale diffuse Kontamination und auf Versauerung besondere Probleme aufwerfen, ist Gegenstand des folgenden Abschnitts.

**Kasten 6:** Zunehmende Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Bodenprobleme. Rolle der Medien und der neuen Informationsinstrumente

In jüngster Zeit hat das Interesse der europäischen Massenmedien an Problemen, die mit dem Boden zusammenhängen, zugenommen. Hier soll auf Beispiele aus Italien und Großbritannien eingegangen werden. Geäußerte Befürchtungen beziehen sich meist auf Einnahmeverluste bzw. den Verlust von Grundbesitz aufgrund von Kontaminationen bzw. festgestellten Umweltrisiken. Die in der Presse aufgegriffenen Fälle gehen in der Regel auf lokale Kontaminationen zurück, bei denen ein direkterer Zusammenhang zwischen der Kontaminationsquelle und der Kontamination selbst besteht, wie auch auf Vorfälle, bei denen gravierende wirtschaftliche Einbußen eine Rolle spielten (Sunday Times 2000b; Rai 2000a; Repubblica 2000a).

Dennoch werden die Gefahren und auch die wirklichen Kosten, die damit verbunden sind, in einem Risikogebiet zu leben (sei es in der Nähe einer Deponie oder einer Fabrik, die krebserregende Stoffe freisetzt, oder ein Gebiet, das natürlichen Gefahren wie Überschwemmungen, Erdbeben oder natürlicher Strahlung ausgesetzt ist), von den Menschen noch immer unterschätzt. Beispielsweise schätzt die Environment Agency of England and Wales, dass von 20 Personen, die in überschwemmungsgefährdeten Gegenden wohnen, lediglich eine diese Gefahr ausreichend ernst nimmt und schon im Vorfeld Vorkehrungen für sich selbst, die Familie und das Haus trifft. Jedes Jahr finden Informationskampagnen statt, um das Gefahrenbewusstsein der Öffentlichkeit zu schärfen (EA 2000a).

In den meisten Fällen lässt sich das mangelnde Bewusstsein vielleicht zumindest teilweise auf psychologische Ursachen und auf die Tatsache zurückführen, dass Folgeerscheinungen für die menschliche Gesundheit und für die

Ökosysteme häufig erst viel später auftreten. Wenn es zu solchen Folgeerscheinungen kommt, lässt sich meist nur schwer ein eindeutiger Kausalzusammenhang herstellen. Darüber hinaus treten die Auswirkungen der Bodendegradation häufig nur indirekt zutage, etwa über ihre Wirkung auf andere Ressourcen wie beispielsweise durch Kontamination des Grundwassers.

Dennoch nimmt das Problembewusstsein der Öffentlichkeit insgesamt zu. Katastrophen wie die Überschwemmungen in Italien und Großbritannien im Herbst 2000 haben ihren Teil dazu beigetragen, dass sich die Menschen immer stärker der Notwendigkeit bewusst werden, den Boden und den vorhandenen Flächenbestand vernünftiger zu nutzen und wirksamer zu schützen. Die Ursachen dieser Katastrophen wurden klar erkannt und in den Medien herausgestellt: Sie sind nicht einfach nur auf Naturgefahren zurückzuführen, sondern auf den Wettstreit der verschiedenen Bodennutzungsarten als Ergebnis einer hohen Konzentration von Bevölkerung und Aktivitäten<sup>6</sup> (Repubblica 2000b,c) (Rai 2000b).

Das verstärkte Problembewusstsein ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass die Medien den Bodenproblemen zunehmende Aufmerksamkeit widmen und dass den Behörden, den NRO und den privaten Unternehmen (Beispiel: Versicherungsgesellschaften) heute wirksamere Instrumente zur Information der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen. In Großbritannien kann beispielsweise über das Internet auf Informationen zu den Risiken für bestimmte Grundstücke zugegriffen werden. Neue Websites enthalten Aufstellungen der offiziellen Umweltdaten sogar für einzelne Häuser in England und Wales. Von dieser Information verspricht man sich erhebliche Auswirkungen auf die Immobilienpreise (Sunday Times 2000c) (EA 2000c).

<sup>6</sup> In Italien, wo es immer wieder zu Überschwemmungen und Berggrutschen kommt, lag beispielsweise 1997 die Bevölkerungsdichte mehr als 60 % über dem EU-Durchschnitt, wobei in manchen Regionen Spitzenwerte von über 300 % erreicht wurden. Großbritannien verzeichnet eine der höchsten Bevölkerungsdichten Europas: Sie ist doppelt so hoch wie im EU-Durchschnitt (Daten: New-Cronos-Datenbank von Eurostat).

# Wo liegen die „besonderen Gefahrenpunkte“ der Bodendegradation in Europa?

## Maßnahmen und Prioritäten

Wie in den vorangegangenen Abschnitten bereits erwähnt, kann in Europa wahrscheinlich noch nicht die Rede davon sein, dass schwere Bodendegradation (und insbesondere die Kontamination der Böden) weit verbreitet ist, doch gibt es viele Gebiete, in denen die Degradation bereits weit vorangeschritten ist (besondere Gefahrenpunkte). Der Charakter dieses Problems aufgrund des unvollständigen Datenbestandes bisher nicht besonders gut bestimmt werden. Eine erste Beurteilung wurde vorgenommen, bei der auf die verfügbaren Informationen zu den verschiedenen Formen von Degradation (Beispiel: Altlastenverdachtsflächen und aktuelle Erosionsraten) und auf sozioökonomische Angaben (Beispiel: räumliche Verteilung der Bevölkerung und der industriellen Aktivitäten) zurückgegriffen wurde. Sofern keine Informationen über die aktuelle Degradation vorlagen, kamen Ersatzdatensätze zum Einsatz.

Wegen der derzeit begrenzten Verfügbarkeit von Daten können die hier präsentierten Ergebnisse lediglich einen Überblick vermitteln und Hinweise dazu geben, wo die wichtigsten Probleme zu suchen sein dürften und welches diese Probleme sind. Darüber hinaus können sie auch den Wettstreit der verschiedenen Nutzungsarten und die größten Gefahren vor Augen führen, die diese für den Boden und die Umwelt mit sich bringen (Auswirkungen). Das genaue Ausmaß der von Degradation betroffenen Flächen lässt sich jedoch auf den zu diesem Abschnitt gehörenden Karten nicht so einfach darstellen; vielmehr geben sie Aufschluss darüber, wo Probleme auftreten und über ihr mögliches Ausmaß.

Ein künftiges europäisches Überwachungsprogramm könnte diese „Gefahrenpunkte“ bei der Bestimmung der Überwachungsschwerpunkte, die einer eingehenderen Bewertung bedürfen, als Ausgangspunkt benutzen.

### Bodenversiegelung

Karte 1 zeigt die Gebiete, in denen als Folgeerscheinung der Verstädterung und des Baus von Infrastrukturanlagen eine hoher Grad der Bodenversiegelung besteht und mit den größten Belastungen gerechnet werden muss.

Bei der Bewertung wurden für die Bodenbelastungen Ersatzdatensätze verwendet. Das trifft auch auf die Bereiche zu, die in EU-15 als „Stadtgebiete“ und „Stadttrandzonen“ eingestuft werden, auf das Tempo der Stadterweiterung in ausgewählten Städten Europas in den

vergangenen 50 Jahren und die Zunahme künstlicher Flächen in den Küstenzonen im Zeitraum 1975-1990.

Die für die Zukunft angenommenen Änderungen der Stadtbevölkerung auf Länderbasis sind ebenfalls dargestellt (UN-Bevölkerungsabteilung, 1996). Zwischen Bevölkerungswachstum und Bodenversiegelung besteht jedoch ein komplizierter Zusammenhang. Die Zunahme der künstlichen Flächen in Europa in den vergangenen Jahrzehnten war in den meisten Ländern nicht auf einen Bevölkerungsanstieg zurückzuführen, sondern eher auf Änderungen in den Verhaltensmustern der Bevölkerung (Verschiebung von intensiver zu extensiver städtebaulicher Grundform: Abwanderung in Stadtrandlagen)<sup>1</sup>. Probleme durch anhaltende Bodenversiegelung sind heute in den Ländern anzutreffen, in denen der Anstieg der Stadtbevölkerung in den nächsten 25 Jahren aller Wahrscheinlichkeit nach weniger als 10 % betragen wird, so dass die Probleme vor allem durch die ausgeprägte Abwanderung in Stadtrandlagen verursacht werden.

In den Benelux-Staaten und im westlichen Teil Deutschlands liegen bereits eine hochgradige Verstädterung und Suburbanisierung vor. Obwohl für diese Länder für die Zukunft mit einer prozentual niedrigen weiteren Verstädterungsrate gerechnet wird, dürfte der tatsächliche Flächenbedarf aufgrund der sich vollziehenden Änderungen beträchtlich sein. Der größte Teil der Zunahme wird wahrscheinlich in den Stadtrandgebieten bzw. an diese angrenzend erfolgen, wofür es sowohl logistische (Beispiel: Fehlen verfügbarer Flächen im Stadttinnern, was die verhältnismäßig geringen Urbanisierungsprozesse in verschiedenen Innenstädten dieser Gebiete in der Vergangenheit belegen) als auch sozioökonomische Gründe gibt (Beispiel: Vorliebe der Menschen für das Wohnen außerhalb des Stadtkerns). Am höchsten ist der voraussichtliche Anteil der Veränderungen andererseits in Ländern mit bisher verhältnismäßig geringer Verstädterung wie etwa Portugal, Finnland und Irland, wo in den vergangenen 50 Jahren in den von der Stichprobe erfassten Städten auch eine hohe Urbanisierungsrate festzustellen war. Obwohl absolut gemessen die Flächen, die für die vorausgesagten Zunahmen in diesen Ländern benötigt werden, nicht sehr groß sein mögen, besteht relativ gesehen die Gefahr, dass die Auswirkungen auf die Naturflächen größer sind als in den Ländern, die bereits hochgradig (sub)-urbanisiert sind. Im Mittelmeerraum ist die Verstädterung in den

<sup>6</sup> Im globalen Maßstab bleibt das Bevölkerungswachstum ein bedeutender Faktor.

Küstenzonen Südspaniens, auf den Mittelmeerinseln und im Süden Frankreichs und Italiens besonders rasch erfolgt. Dieser Prozess steht in diesen Gebieten mit der Entwicklung des Tourismus in Zusammenhang, dessen weitere Zunahme diese Belastungen in den nächsten Jahren fortbestehen bzw. noch weiter anwachsen lassen wird.

**Bodenerosion**

Karte 2 zeigt die Standorte in Europa, an denen den veröffentlichten Beobachtungen und Feldmessungen zufolge Bodenerosionsprobleme auftreten. Auf der Karte sind die Regionen mit weitgehend ähnlichem Charakter der Bodenerosion (Ursache und Wirkung), die Standorte der „Gefahrenpunkte“ innerhalb der Regionen und die entsprechenden Erosionsraten dargestellt; letztere wurden an den einzelnen Standorten innerhalb der „Gefahrenzonen“, für die Daten vorliegen, gemessen. Hier sei festgehalten, dass die Qualität der für die Bewertung verwendeten Daten große Unterschiede aufweist.

Es gibt drei große Erosionszonen in Europa: die südliche Zone, die nördliche Lößzone und die östliche Zone. Ein großes Problem stellt die Erosion auch in Island dar.

In der südlichen Zone ziehen starke saisonbedingte Niederschläge eine ernst zu nehmende Wassererosion nach sich. Parallel dazu findet oft Überweidung statt, und es wird von traditionellen Agrarerzeugnissen abgegangen. Hier ist die Erosion wahrscheinlich schon seit langem wirksam. Die wichtigste Auswirkung macht sich flächenintern bemerkbar: rückläufige Ertragsfähigkeit des Bodens als Folge seiner Ausdünnung.

Die nördliche Lößzone weist gemäßigte Wassererosionsraten auf. Das liegt vor allem an den weniger intensiven Niederschlägen auf gesättigte, leicht zu erodierende Böden. Ebenfalls festzustellen ist lokale Winderosion auf leichten Böden. In dieser Zone sind Auswirkungen hauptsächlich flächenextern, da Agrochemikalien der intensiveren Landwirtschaftssysteme des Nordens mit den Erosionsablagerungen in die Gewässer eingetragen werden.

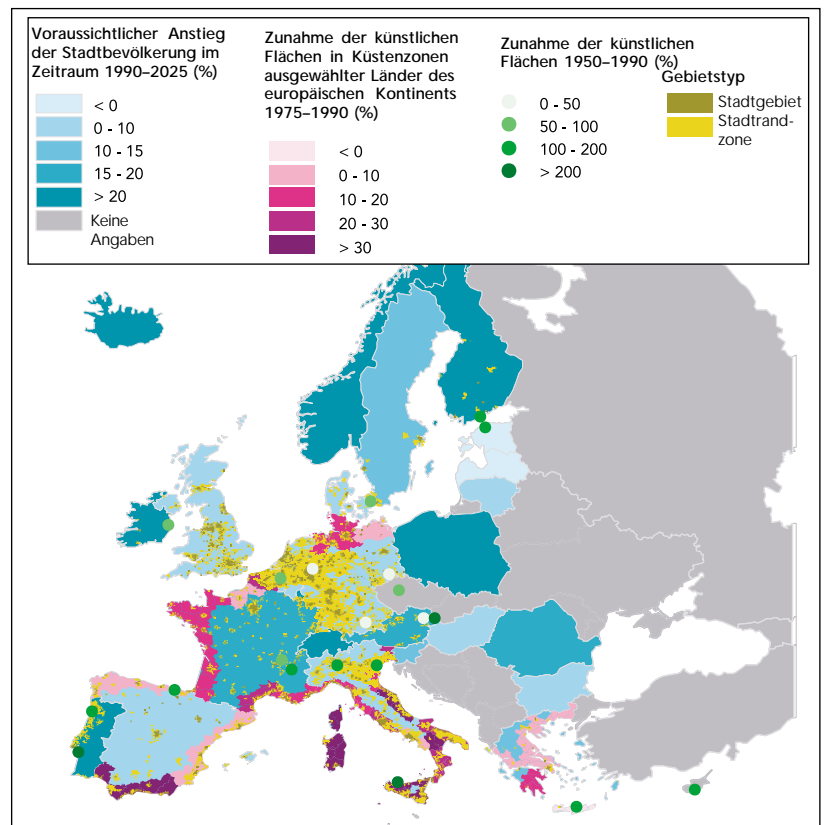
Teilweise überlagert werden diese beiden Zonen durch die östliche Zone, wo die unter Kontrolle des Staates stehenden früheren großen Landwirtschaftsbetriebe erhebliche Erosionsprobleme verursachten. Die

Erosionsablagerungen können hier auch durch frühere Industrieaktivitäten kontaminiert sein.

Außerhalb dieser Zonen gibt es weitere, verhältnismäßig kleine Erosionsgebiete. In allen drei Zonen sind „Gefahrenpunkt-bereiche“ anzutreffen, in denen die Erosion verstärkt auftritt. Jedoch ist sie zeitlich und räumlich ungleichmäßig ausgeprägt, so dass selbst in den als Gefahrenpunkte eingestuften Gebieten erosionsgeschädigte und unberührte Flächen nebeneinander bestehen können.

Die Erfassungsbreite der zuverlässigen Erosionsmessungen schwankt sehr und spiegelt gewissermaßen eher die Aktivitäten einzelner Forscher als die Schwere des Problems wider.

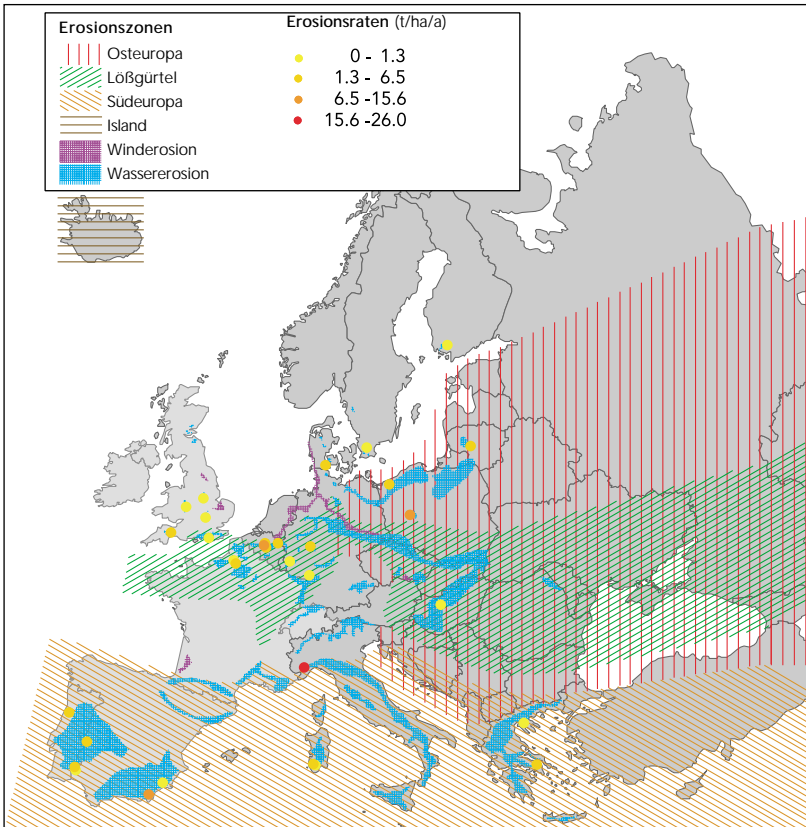
Mögliche Problemgebiete aufgrund von Bodenversiegelung in Europa Karte 1



Quellen: Europäische Kommission (Eurostat, Gemeinsame Forschungsstelle); UN-Bevölkerungsabteilung

Karte 2

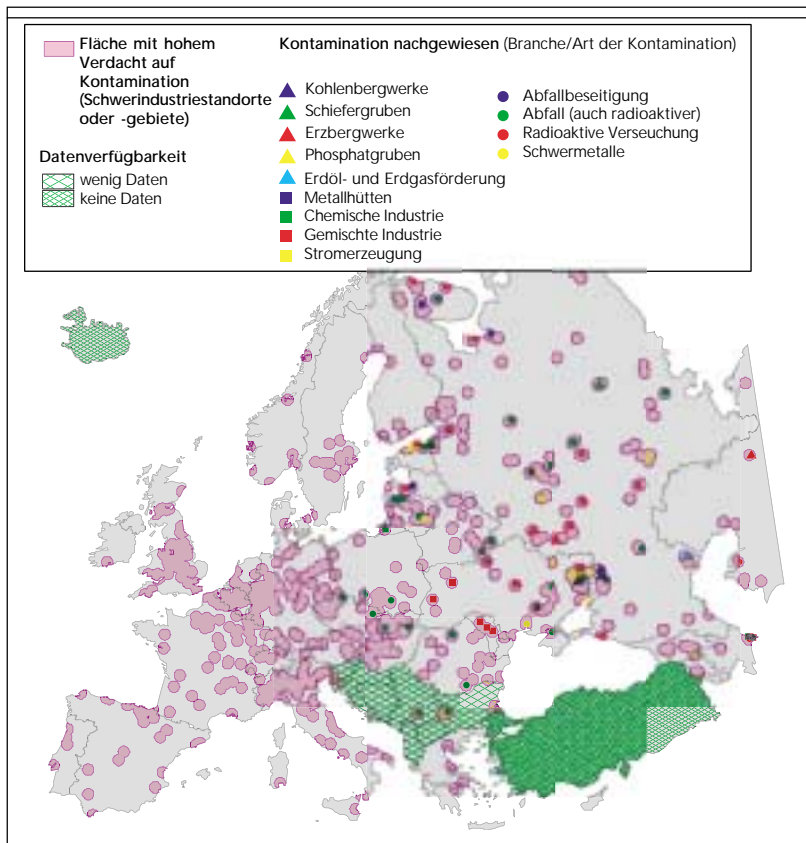
Mögliche Problemgebiete aufgrund von Bodenerosion in Europa



Quelle: Von der EUA verarbeitete Daten aus verschiedenen Quellen

Karte 3

Mögliche Problemgebiete aufgrund lokaler Kontamination in Europa



Lokale Kontamination

Karte 3 zeigt die Zonen, bei denen mit hoher Wahrscheinlichkeit von Bodenkontamination (durch die Schwerindustrie) auszugehen ist, sowie die Zonen, in denen eine solche bereits nachgewiesen ist. Mit den vorliegenden Daten werden nicht alle Länder erfasst, und auch für Gebiete, die untersucht worden sind, sind die Daten möglicherweise unvollständig. Da es keine harmonisierte Überwachung der Bodenkontamination in Europa gibt und viele Länder noch keine Bestandsaufnahmen vornehmen (siehe Abschnitt zur Kontamination), wurde für diese Karte als Ersatzdatensatz die Standortverteilung der Gebiete mit Schwerindustrie verwendet.

Gebiete mit hohem Verdacht auf Kontamination befinden sich in Nordwesteuropa, von der Region Nord-Pas-de-Calais in Frankreich bis zum Rhein-Ruhr-Gebiet in Deutschland, quer durch Belgien und die Niederlande. Weitere Beispiele sind das Saargebiet in Deutschland, Norditalien, der Raum nördlich des Po von Mailand bis Padua, die Region am Zusammenstoß Polens, der Tschechischen und der Slowakischen Republik mit Kraków und Katowice im Mittelpunkt (das so genannte Schwarze Dreieck) und die Gebiete im Umkreis aller großen städtischen Ballungsräume in Europa.

Diffuse Kontamination

Karte 4 zeigt die Gebiete, in denen mit hoher Wahrscheinlichkeit diffuse Bodenkontamination besteht, und die Zonen, für die die Kontamination bereits nachgewiesen ist. Für die EU-Mitgliedstaaten wurden die Daten zum Chemikalieneinsatz in der Landwirtschaft als Ersatzdaten für die diffuse Kontamination in Agrarregionen verwendet, für die mittel- und osteuropäischen Länder hingegen die Prioritätsstufen für die Bodenkontamination beurteilt und dabei eine subjektive Klassifizierung anhand der Länderberichte zum Zustand der Umwelt zugrunde gelegt (Denisov u. a. 1997). Vielleicht sind dadurch nicht alle „Gefahrenpunkte“ erfasst worden.

Der intensivste Einsatz von Agrochemikalien ist in den Tiefebene Westeuropas festzustellen: in Dänemark, den Niederlanden, Belgien, Luxemburg und Nordfrankreich. Die Gebiete mit der höchsten Dungerzeugung tierischer Herkunft sind ungleichmäßiger verteilt, doch auch hier liegt Nordwesteuropa an der Spitze. In Osteuropa wirft die diffuse Bodenkontamination in Aserbaidschan, Belarus, der Republik Moldau, Russland und der Ukraine die größten Probleme auf.

Versauerung und Eutrophierung

Karte 5 zeigt die Gebiete, in denen der

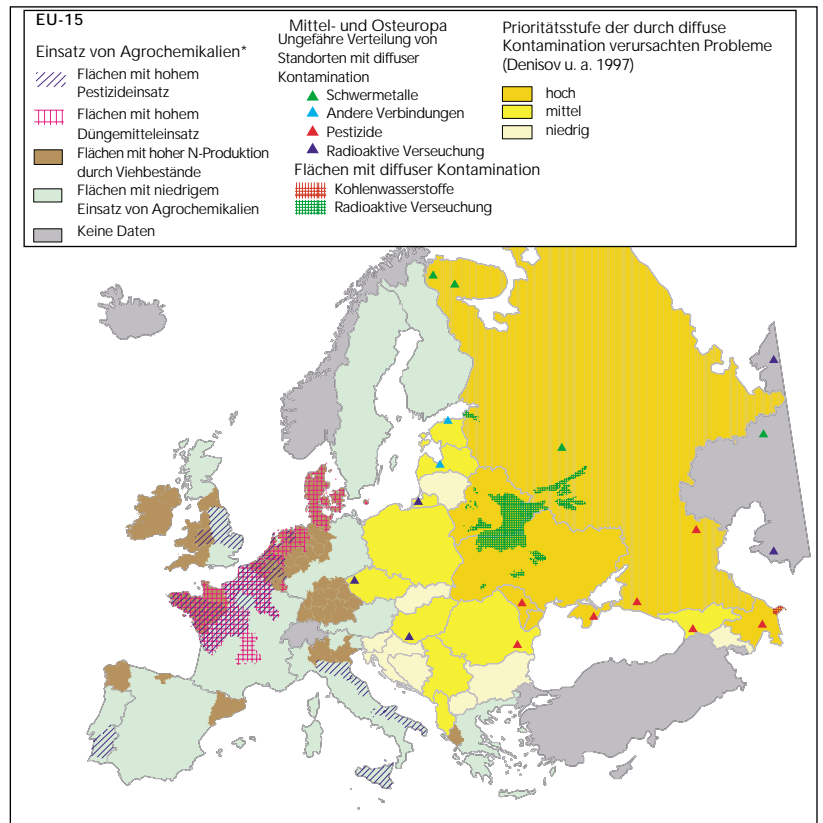
Quellen: Für EU-15: Metal Bulletin Books 1994. Für Osteuropa: Denisov u. a. 1997; Mnatsakanian 1992.

atmosphärische Eintrag von versauernd wirkender Stickstoff und Schwefel und eutrophierendem Stickstoff 1996 die Belastungsgrenzen für terrestrische Ökosysteme überschritt.

Zur Versauerung und Eutrophierung durch Einträge aus der Luft kommt es vor allem in Nordwest- und Mitteleuropa. Weiter südlich und östlich und im Hohen Norden ist das weniger ein Problem. In weiten Teilen Nordeuropas werden die Belastungsgrenzen für Versauerung und Eutrophierung überschritten. Es gibt nur sehr wenige Gebiete, in denen keine einzige Belastungsgrenze überschritten wird, vielfach sind es sogar alle drei (für versauernd wirkenden Stickstoff, Schwefel und für eutrophierenden Stickstoff).

Mögliche Problemgebiete aufgrund diffuser Kontamination in Europa

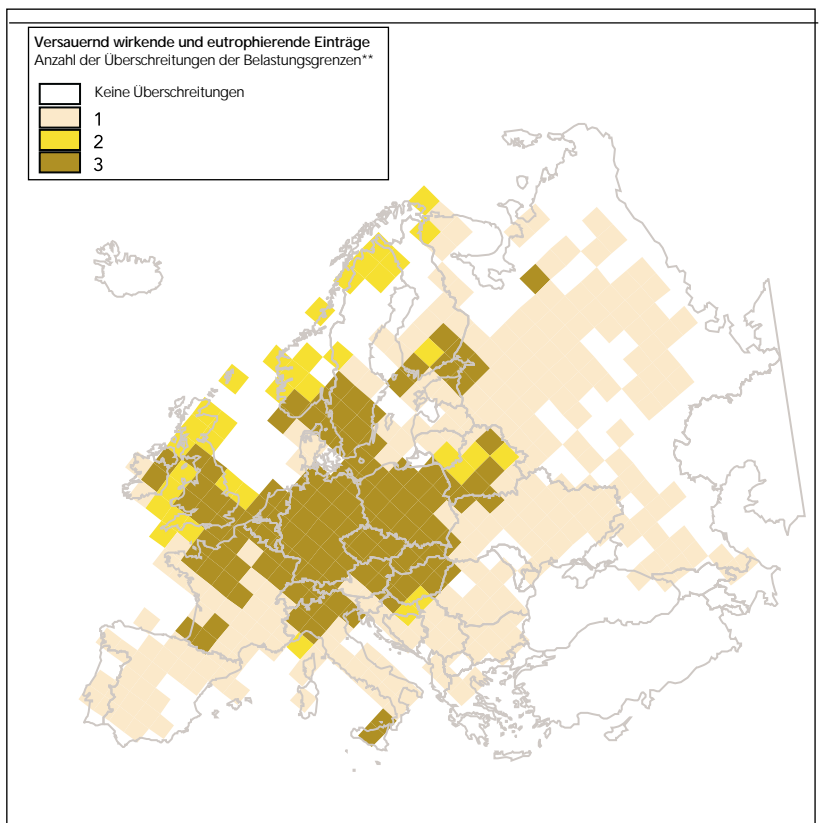
Karte 4



Quellen: Für EU-15: Datenbanken New Cronos und Regio, EK (1997), FAO (1997). Für Osteuropa: Denisov u. a. 1997, Mnatsakanian (1992).

Problemgebiete aufgrund Versauerung in Europa

Karte 5



\* Einstufung der Intensität des Agrochemikalleneinsatzes für EU-15. Durchschnittswerte für regionale Gebiete (keine tatsächlichen Ausbringungsmengen)

Chemikalie	„niedrig“	„mittel“	„hoch“
Düngemittel	< 50 kg/ha	50 – 100 kg/ha	> 100 kg/ha
Pestizide	< 1 kg/ha	1 – 2 kg/ha	> 2 kg/ha
Stickstoffproduktion	< 50 kg/ha	50 – 100 kg/ha	> 100 kg/ha

\*\* Die Belastungsgrenzen sind definiert als die Eintragungsmengen einer Substanz, die Änderungen in den natürlichen Ökosystemen nach sich ziehen. Die Mengen, bei denen die Belastungsgrenzen überschritten werden, weisen zwar von Gebiet zu Gebiet starke Abweichungen auf, doch hängen die Auswirkungen solcher Überschreitungen sehr stark vom jeweiligen Ökosystem ab. Daher wurde nicht der Versuch unternommen, die Auswirkungen der Überschreitung von Belastungsgrenzen mengenmäßig zu bestimmen, das Auftreten von Überschreitungen jedoch für den Nachweis der Flächen genutzt, auf denen Auswirkungen sichtbar sind. Um einschätzen zu können, auf welchen Flächen diese Überschreitungen wahrscheinlich die größten Auswirkungen haben, muss man die Besonderheiten der betroffenen Ökosysteme und das Ausmaß der Überschreitung kennen.

Quellen: Von der EUA verarbeitete EMEP-Daten von 1996

# Was wird getan?

## Derzeitige Bodenschutzinitiativen

### Bodenschutz in der Europäischen Union

Die nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens, der wie Luft und Wasser zu den Naturressourcen zählt, gehört zu den im

5. Umweltaktionsprogramm (5. UAP) genannten Herausforderungen und Prioritäten (EG 1993). Anders als Luft und Wasser ist der Boden üblicherweise nicht Gegenstand konkreter Schutz-Zielsetzungen und -Vorgaben; vielmehr wird auf ihn indirekt in Verbindung mit Maßnahmen eingegangen, die auf den Schutz von Luft und Wasser abzielen oder im Rahmen von Sektorpolitiken (sekundärer Schutz) konzipiert werden. Darüber hinaus können Maßnahmen, die für spezielle Sektoren erarbeitet werden, ohne die möglichen Auswirkungen auf den Boden zu berücksichtigen, zu seiner weiteren Schädigung führen (EUA 1999a).

Auf EU-Ebene gibt es unterhalb des breit angelegten Rahmens des 5. Umweltaktionsprogramms keine Rechtsvorschriften oder Finanzierungsinstrumente, die den Schutz des Bodens direkt betreffen (primärer Schutz). Das liegt zum Teil daran, dass der EU-Vertrag keine gesonderte Rechtsgrundlage für eine Bodenpolitik vorsieht, zum Teil aber auch am komplexen Charakter des Bodens selbst.

Allerdings ist der Schutz des Bodens indirekt (jedoch nicht explizit) Gegenstand von EU-Vorschriften. Dazu gehören die Richtlinien über Nitrat (91/676/EWG) und Klärschlamm (82/278/EWG und 91/271/EWG). Die bestehenden



Maßnahmen betreffen größtenteils die allgemeine Bodendegradation und -kontamination infolge landwirtschaftlicher Tätigkeit und die lokale Kontamination des Bodens durch industrielle Aktivitäten oder Abfallbeseitigung. Darüber hinaus fließt der Bodenschutz in die gute landwirtschaftliche Praxis ein und wird auch in der Verordnung über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums (1257/99/EG, Kapitel Agrarumweltmaßnahmen) und der Verordnung zur Festlegung von Gemeinschaftsregeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (1259/99/EG, Artikel 3: Erfordernisse des Umweltschutzes) erwähnt, von denen man sich in den kommenden Jahren positive Auswirkungen auf den Boden verspricht.

Zahlreiche Generaldirektionen (GD) der Europäischen Kommission sind somit mit Bodenthemen befasst, vor allem die GD Umwelt, die GD Landwirtschaft und die GD Regionalpolitik, was auf den Querschnittscharakter des Bodens zurückzuführen ist.

Auf einzelstaatlicher Ebene bestehen in vielen EU-Mitgliedstaaten Rechtsvorschriften, Strategien und Leitlinien, die auf die Verbesserung des Zustands der Böden oder die Verhinderung weiterer Degradation gerichtet sind (EUA 1999a).

Die jüngste gemeinsame Initiative der GD Umwelt und der Mitgliedstaaten zur Bildung eines Europäischen Bodenforums (EBF) mit dem Ziel, den Informationsaustausch zu fördern, das Problembewusstsein zu schärfen und eine gemeinsame Plattform für den Bodenschutz in Europa zu errichten, kann als erster wichtiger Fortschritt angesehen werden. Dem EBF gehören Mitgliedstaaten der EU, mittel- und osteuropäische Länder und die Schweiz an.



Wassererosion in Nordeuropa (Wicklow Mountains, Irland)



## Internationale Initiativen und Rechtsinstrumente für den Bodenschutz

Von den mehr als 200 multilateralen Verträgen, Abkommen, Übereinkommen und Protokollen, die es für den Bereich Umwelt gibt und die der Erhaltung der Flora und Fauna, der Bekämpfung der Umweltverschmutzung, dem Schutz der regionalen Umwelterhaltung, dem Schutz des Kultur- und Naturerbes der Welt, dem Landschaftsschutz und vielen anderen Themen gewidmet sind (UNEP 1996), haben nur einige wenige den Bodenschutz zum Gegenstand (Hannam und Boer, 1999).

Besondere Erwähnung verdienen die Europäische Bodencharta (1972), die Bodencharta der Welt (1972) und die World Soil Policy (1982). Diese Instrumente haben dazu beigetragen, den Bodenschutz stärker als eines der wichtigsten Themen des internationalen Umweltmanagements zu profilieren, sie hatten jedoch keine auf die Praxis ausgerichteten Bodenschutzprogramme zur Folge.

In den einzelnen Kapiteln der Agenda 21 der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (UNCED) wird der Boden nicht explizit als besonders wichtige natürliche Ressource erwähnt. Allerdings werden Bodenfragen in der Agenda 21 in verschiedenen Kapiteln zu den Bodenressourcen indirekt angesprochen, beispielsweise im Zusammenhang mit Landwirtschaft, nachhaltiger Flächennutzung, Wüstenbildung und Artenvielfalt.

Darüber hinaus sind seit der Rio-Deklaration über Umwelt und Entwicklung von 1992 mehrere internationale Übereinkommen ratifiziert worden, in denen Bodenfragen angesprochen werden. Sie beziehen sich auf Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention, UNFCCC), die Artenvielfalt (UNCBD), die Wüstenbildung (UNCCD) sowie das Internationale Waldforum mit seinen internationalen Waldprinzipien (IFF) und den Globalen Aktionsplan zur Verschmutzung von Land (Global Plan of Action on Land Based Pollution, GPA).

Vor allem das Übereinkommen der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Wüstenbildung (1994) befasst sich mit den Auswirkungen der Bodendegradation in ariden, semiariden und subhumiden Gebieten sowie in den von Dürre schwer betroffenen Regionen. Anhang IV des Übereinkommens enthält Bestimmungen für die betroffenen Länder des nördlichen Mittelmeerraums, wobei derzeit Verhandlungen über einen weiteren Anhang zu diesem Übereinkommen (Anhang V) laufen, der die mittel- und osteuropäischen Länder einbeziehen soll (UNCCD 1997).

In dem Übereinkommen werden die Länder aufgefordert, nationale Aktionsprogramme (NAP) sowie ein regionales Aktionsprogramm zur

Bekämpfung der Wüstenbildung in der betreffenden Region zu erarbeiten. Griechenland, Italien, Portugal, Spanien und die Türkei haben Anhang IV unterzeichnet, jedoch lediglich Portugal und Italien bisher einzelstaatliche Aktionsprogramme vorgelegt.



Der Boden dient als Grundlage der Biomasseproduktion und damit der Erhaltung des Lebens von Mensch und Tier (Ackerflächen in der Nähe von Montalcino, Val d'Orcia — Toskana)

# Voraussetzungen für die Bewältigung der Bodenprobleme

## Der Weg in die Zukunft

### Für eine europäische Bodenschutzpolitik

Die Entwicklung eines politischen Rahmens, der die Bedeutung des Bodens anerkennt, die Probleme berücksichtigt, die der Wettstreit zwischen seinen verschiedenen Nutzungsarten (ökologisch und sozioökonomisch) mit sich bringt, und die Aufrechterhaltung der Multifunktionalität des Bodens anstrebt, könnte eine Vielzahl positiver Ergebnisse und stetige Verbesserungen der europäischen Umwelt insgesamt bewirken.

Auf allen Verwaltungsebenen gilt es angemessene Maßnahmen zu ergreifen, von der Raumordnung auf lokaler und subnationaler Ebene über die Erarbeitung von Umwelt- und Sektorkonzepten auf einzelstaatlicher und europäischer Ebene bis hin zur Anbahnung von globalen Initiativen.

Obwohl Raumordnung und Bodenbewirtschaftung nicht in den politischen Themenkatalog eingeflossen sind, für den die Europäische Union dem Subsidiaritätsprinzip gemäß zuständig ist, kommt es doch darauf an, diese Zuständigkeitsgrenze zu überschreiten, denn in der Tat bedarf die Lösung von globalen Problemen eines weiter gefassten Ansatzes.

### Bessere Informationen für die Politik

Bodendaten sind von verschiedenen Organisationen für die unterschiedlichsten Zwecke eingeholt worden (der Boden hat viele Nutzer). Allerdings sind die Daten zu einem großen Teil unvollständig und der Zugang zu ihnen und entsprechenden Informationen gestaltet sich schwierig. Nur wenige der vorliegenden Daten lassen sich direkt für politische Zwecke nutzen, zudem betreffen sie meistens kleine, geografisch begrenzte Gebiete. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass zu den meisten Bodenaspekten auf einzelstaatlicher und

europäischer Ebene keine Rechtsvorschriften existieren, die die Datenerhebung, Überwachung und Berichtspflicht regeln.

Die spezifische Situation im Bereich der europäischen Bodendaten lässt sich folgendermaßen zusammenfassen:

- auf lokaler Ebene gibt es eine Fülle von Daten, von denen sich jedoch nur wenige direkt nutzen lassen, auf regionaler Ebene sind die Daten unvollständig;
- es fehlt an einer Harmonisierung der Aktivitäten zur Überwachung und Datensammlung auf einzelstaatlicher und regionaler Ebene;
- weder auf einzelstaatlicher noch auf europäischer Ebene gibt es Datenflüsse zwischen den Datenerhebenden und den für die Berichterstattung zuständigen Einrichtungen.

Voraussetzung für eine Verbesserung der Daten und Informationen über den Zustand der Böden Europas und die Tendenzen in diesem Bereich wären:

- ein abgestimmter Rahmen für die Überwachung und Bewertung des Bodens in Europa einschließlich Aufbau eines Datenfluss- und Berichtsmechanismus für die europäischen Böden, mit dem sich der Kenntnisstand zu den politisch relevanten Fragen auf EU-Ebene erweitern lässt;
- die Straffung der bestehenden Aktivitäten und Zusammenarbeit zwischen den relevanten Interessengruppen (Wer unternimmt was? Wie kann durch die Zusammenarbeit der bestehenden Einrichtungen und Organisationen der Zustand der Böden in Europa verbessert werden?). Hierin eingeschlossen sollte die Entwicklung eines Arbeitsprogramms für die kommenden Jahre sein, in dem das Thema Boden angesprochen wird.

Was die Schließung von Datenlücken und die Erstellung besserer Informationen als Grundlage für die politische Entscheidungsfindung angeht, so waren einige Fortschritte zu verzeichnen. Zu diesem Zwecke entwickelt die EUA derzeit in Zusammenarbeit mit ihren EIONET-Partnern und mit Unterstützung von EU-Einrichtungen wie der Gemeinsamen Forschungsstelle und Eurostat einen Rahmen für den Übergang „von der einzelstaatlichen Überwachung hin zur europäischen Berichterstattung“.



# Fazit

Der Verlust und die Verschlechterung der Böden werden andauern und wahrscheinlich weiter zunehmen, wenn nicht rasch angemessene Maßnahmen ergriffen werden, die über eine Integrierung von Bodenschutzmaßnahmen in die Sektorpolitiken den Fortschritt in den einzelnen Wirtschaftssektoren von den Belastungen abkoppeln, die von ihnen auf den Boden ausgehen.

Da der Schutz des Bodens ein Querschnittsthema darstellt, müssen die Bodenbewertungsansätze und Bodenschutzstrategien von einer umfassenden Sichtweise ausgehen. Dementsprechend bedarf es der Integration der Bewertung und der entsprechenden Reaktionen auf administrativer (von der globalen über die europäische bis hin zur lokalen Ebene), sektoraler (Wirtschaftssektoren und andere Umweltthemen) und geografischer Ebene (Landschaften, städtischer und ländlicher Raum, Gebirgs- und Küstenregionen) (Abbildung 7).

Die Auswirkungen der Umsetzung bestehender Maßnahmen auf den Boden müssen analysiert und überwacht werden. Im Idealfall könnten die Ergebnisse regelmäßig weitergegeben werden, beispielsweise über einen Bodenberichtsmechanismus auf der Grundlage eines europäischen Bodenüberwachungs- und -bewertungsrahmens. Das setzt eine engere

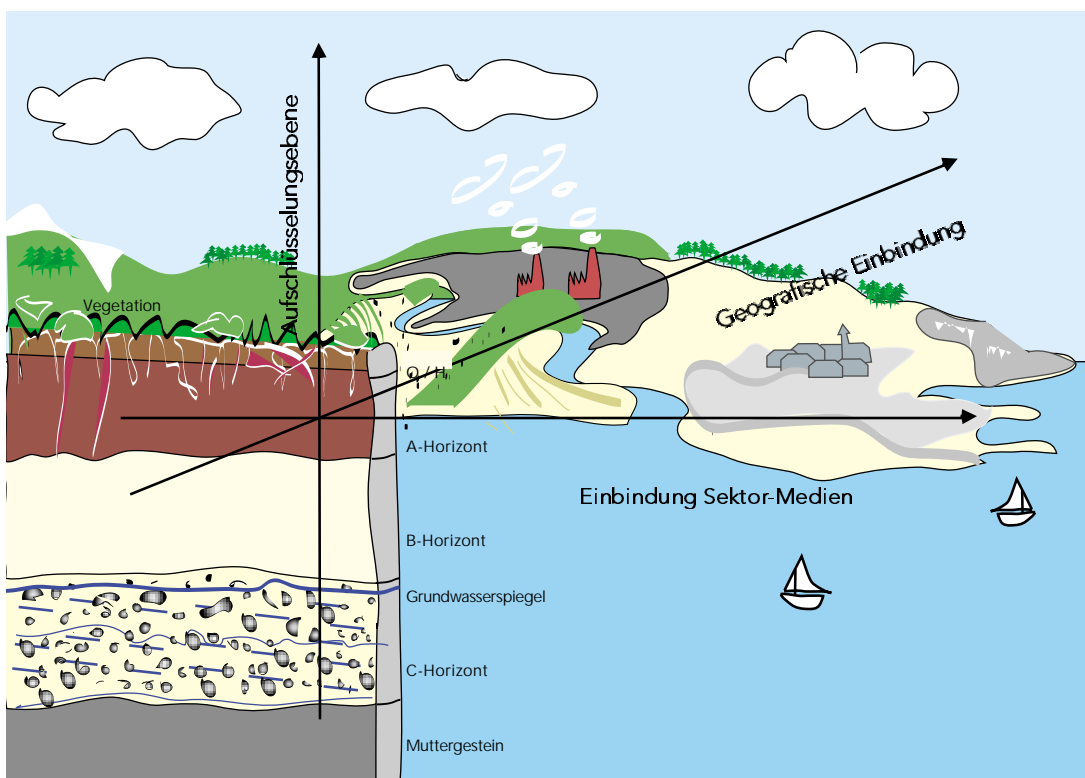
Zusammenarbeit auf Verwaltungsebene voraus, um den Zugriff auf Daten und deren Vergleichbarkeit zu verbessern und Doppelarbeit zu vermeiden.

Bewertungen dieser Art wären darüber hinaus bei der Beantwortung der Frage hilfreich, was außerdem noch notwendig sein könnte, aber nicht durch die vorhandenen Rechtsvorschriften erfasst ist. Das Aufdecken bestehender politischer Lücken trägt dazu bei, die Bedeutung des Bodenschutzes im Rahmen der Sektorpolitiken stärker ins Bewusstsein zu rücken, und führt vielleicht zur Erarbeitung eines politischen Rahmens, der der maßgeblichen Rolle des Bodens für die Umwelt Europas Rechnung trägt.

Die nachhaltige Bodennutzung wird in den kommenden Jahrzehnten eine große Herausforderung darstellen; sie steht in engem Zusammenhang mit der Frage der Klimaänderung und der Veränderungen der Artenvielfalt und ist mit dieser durchaus vergleichbar. Daher kommt es darauf an, die notwendigen Maßnahmen zu ergreifen und sich bereits heute den unterschiedlichen, potenziell gegensätzlichen Anforderungen an den Boden zu stellen, ohne seine Nutzung und Verfügbarkeit für künftige Generationen zu gefährden.

Einbindung von Bodenthemen in die Umwelt- und Sektorpolitik

Abbildung 7



Quelle: EUA 1999

# Quellen

- Bak, J., Jensen, J., Larsen, M.M., Pritzl, G. und Scott-Fordsmand, J. 1997. A heavy metal monitoring-programme in Dänemark in: *The Science of the Total Environment*. 207 Seiten, S. 179-186. Elsevier.
- Blum, W.E.H. 1998. Soil degradation caused by industrialization and urbanization. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Hrsg.): *Towards Sustainable Land Use, Vol. I, 755-766, Advances in Geocology 31*, Catena Verlag, Reiskirchen.
- Denisov, N.B., Mnatsakanian, R.A. und Semichaevsky, A.V. 1997. Environmental reporting in Central and Eastern Europa: a review of selected publications and frameworks. UNEP and Central European University.
- DETR 1999. New projections of households to 2021. Press release 29.03.99. UK Department of the Environment, Transport and the Regions, London. Zitiert nach: Environment Agency of England and Wales. *The State of the Environment of England and Wales: The Land*. February 2000. The Stationery Office, London.
- Europäischer Rat 1993. Entschließung des Rates vom 1. Februar 1993 über ein Programm der Europäischen Gemeinschaft für Umweltpolitik und Maßnahmen im Hinblick auf eine dauerhafte und umweltgerechte Entwicklung (5. UAP) (93/C 138/01).
- EA 2000a. Press release: Nearly two million properties face flood risk in England and Wales says Environment Agency – Environment Agency of England and Wales, September 2000 (URL: [http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press\\_4.htm](http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press_4.htm)).
- EA 2000b. News release: Selby 'Lake' now bigger than Windermere – Environment Agency of England and Wales, 9/11/200 – Doc. Reference 206/00).
- EA 2000c. Press release: Nine out of ten who live in a flood risk area underestimate the true cost of flooding – Environment Agency of England and Wales, September 2000 (URL: [http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press\\_5.htm](http://www.environment-agency.gov.uk/flood/press_5.htm)).
- EA 2000d. Map: 30 floods in 30 months. Environment Agency of England and Wales (URL: [http://www.environment-agency.gov.uk/flood/flood\\_map.htm](http://www.environment-agency.gov.uk/flood/flood_map.htm)).
- EUA 1998. *Die Umwelt in Europa: Der zweite Lagebericht*. Europäische Umweltagentur. Elsevier, UK, 293 Seiten.
- EUA 1999a. *Europas Umwelt: Einige Erfolge, aber die Umwelt ist weiter unter Druck*. Europäische Umweltagentur.
- EUA 1999b. *Zustand und Belastung der Meeres- und Küstenumwelt des Mittelmeers*. Europäische Umweltagentur, Kopenhagen, Dänemark.
- EUA 2000. *Umweltsignale 2000 – Regelmäßiger Indikator-Bericht der Europäischen Umweltagentur*. Europäische Umweltagentur.
- Ministerium für Umwelt Estlands 1997. *Estonian Environmental Monitoring in 1996*. Tallinn.
- Eriksson, J., Andersson, A. und Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark (Der derzeitige Zustand der schwedischen Ackerflächen). Rapport 4778. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Europäische Kommission 2000a (erscheint in Kürze). *Economic Assessment of Priorities for a European Environmental Policy Plan* (Arbeitstitel). Report prepared by RIVM, EFTEC, NTUA and IIASA for Directorate General for the Environment.
- Europäische Kommission 2000b. *Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission – Europäisches Bodenbüro: Organic Matter in the Soils of Southern Europa*. Zdruli P., Jones R. and Montanarella L., Expert Report prepared for DG ENV/E3. Brüssel. Entwurf, März 2000.
- Gzyl, J. 1999. Soil protection in Central and

- Eastern Europa in *Journal of Geochemical exploration* 66, S. 333-337. Elsevier.
- Hannam I. and Boer B. 1999 . Land degradation and international environmental law. Manuscript.(perscom W.E.H Blum).
- Horvath A. 1996. Soil Lead Content in Hungary in: *From Science to Action: the Lead Hazard in Ungarn*. Eds Z. Fuzesi, B. Leavy, C. Levenstain. Budapest, Molnar Press, S. 174-194. Zitiert nach: Gzyl, 1999.
- IGBP 1998. The Terrestrial Carbon Cycle: Implications for the Kyoto Protocol International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) Terrestrial Carbon Working Group in *Science* Vol. 280, 29. Mai 1998, S. 1313-1492.
- IPCC 2000. Intergovernmental Panel on Climate Change Special Report: Land use, land-use change and forestry. Summary for policymakers. (URL: <http://www.ipcc.ch>).
- Ministerium für Umwelt Italiens 1999. Ministero dell'Ambiente, Ufficio del Consigliere Ministeriale per la Difesa del Suolo, Segreteria Tecnica per la Difesa del Suolo. *Classificazione dei Comuni Italiani in Base al Livello di Attenzione per il Rischio Idrogeologico (Classification of Italian municipalities based on level of hydrogeological risk)* [ITALIENISCH].
- Kimble, J.M., Lal, R. und Grossman, R.B. 1998. Alteration of soil properties caused by climate change. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Eds.): *Towards Sustainable Land Use*, Vol. I, 175-184, *Advances in Geoecology* 31, Catena Verlag, Reiskirchen.
- Korytkowski und Wojewódzki 1993. Soil protection in Poland. In: *Symposium mit osteuropäischen Staaten, Untersuchungsmethoden, Bewertungsmaßstäbe und staatliche Regelungen für den Bodenschutz*, Schmollenberg, Proc., S. 1333-151. Zitiert nach: Gzyl 1999.
- Lal, R. und Kimble J.M. 1998. Soil Conservation for Mitigating the Greenhouse Effect. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Eds.): *Towards Sustainable Land Use*, Vol. I, 185-192, *Advances in Geoecology* 31, Catena Verlag, Reiskirchen.
- Metal Bulletin Books 1994. *Iron and Steel Works of the World*. Metal Bulletin Books Ltd, 111. Ausgabe, Surrey, UK.
- Mnatsakanian, R.A. 1992. *Environmental legacy of the former Soviet republics*. Centre for Human Ecology, University of Edinburgh, UK.
- National Report of Russia 1992. *Status of the Environment in 1991: „Eurasia – monitoring“* Nr. 5.
- National Report on the State of Environment in Ukraine 1997. (URL: <http://www.freenet.kiev.ua/ciesin/envinfo/nd/index.htm>).
- OECD, 1999. *Environment in the Transition to a Market Economy. Progress in Central and Eastern Europa and New Independent States*. Paris, 245 S.
- Rai 2000a. Sciuscià. Nero di vongole (Schwarz wie Kammmuscheln) – Vom italienischen Fernsehsender Raidue am 27.7.2000 und 21.9.2000 ausgestrahlte Sendung (URL: <http://www.raiuno.rai.it/raiuno/schede/2017/201701.htm>) [ITALIENISCH].
- Rai 2000b. Il raggio verde. Abusivismo edilizio (Illegale Bautätigkeit) – Vom italienischen Fernsehsender Raidue am 17.11.2000 ausgestrahlte Sendung (URL: <http://www.ilraggioverde.rai.it/puntate/archivio/2000/novembre/17/index.asp>) [ITALIENISCH].
- Repubblica 2000a. Brindisi, 68 indagati per i morti del petrolchimico (Ermittlungen in Brindisi gegen 68 Personen wegen Todesfällen in petrochemischer Anlage) – 9.11.2000 [ITALIENISCH].
- Repubblica 2000b. Troppo petrolio e cemento è un disastro annunciato (Zu viel Öl und Beton: eine angekündigte Katastrophe) – 16.10.2000 [ITALIENISCH].

Repubblica 2000c. Piogge da record nei prossimi 10 anni (Für die nächsten 10 Jahre Niederschläge in Rekordhöhe vorausgesagt) – 18.10.2000 [ITALIENISCH].

Ringius, L. (1999). Soil carbon sequestration and the CDM: Opportunities and challenges for Africa. CICERO Report 1999: 7. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment (UCCEE) – Centre for International Climate and Environmental research (CICERO). Oslo.

SKRFU, 1998. Staatliches Komitee der Russischen Föderation für Umweltschutz. Bericht über den Zustand der Umwelt in der Russischen Föderation 1997. Moskau [RUSSISCH].

Squires, V.R. 1998. Dryland soils: their potential as a sink for carbon and as an agent in mitigating climate change. In: Blume H.-P., H. Eger, E. Fleischhauer, A. Hebel, C. Reij, K.G. Steiner (Eds.): Towards Sustainable Land Use, Vol. I, 209-215, Advances in Geoecology 31, Catena Verlag, Reiskirchen.

Sunday Times 2000a. Is your home on environment blacklist? – 17.09.2000.

Sunday Times 2000b. The scandal of the dome is only now being understood – 17.09.2000.

Sunday Times 2000c. New danger hits 500,000 house prices – 17.09.2000.

UNCCD 1997. Übereinkommen der Vereinten Nationen zur Bekämpfung der Wüstenbildung in den von Dürre und/oder Wüstenbildung schwer betroffenen Ländern, insbesondere in Afrika. Text mit Anlagen. Genf, Schweiz.

UNEP 1995. Combating global climate change by combating land degradation. Desertification Control Bulletin Nr. 29; 79-82. Zitiert nach: Squires, 1998.

UNEP 1996. Register of international treaties and other agreements in the field of the environment 1996.

UNEP-UNCHS 1999. The Kosovo Conflict. Consequences for the Environment & Human Settlements (URL: <http://www.grid.unep.ch/btf>).

UNFCCC 1998. Kyoto protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change (Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen). FCCC/CP/1997/L.7/ Add.1, Dezember 1997.

UN 2000. UN Secretary General's report A/544/2000 Chapter C. "Defending the Soil".

UN Population Division 1996. World Urbanisation Prospects – Revision 1996.

# Danksagung

Der zur Veröffentlichung vorliegende Text wurde erarbeitet von Anna Rita Gentile, EUA, die Projektleitung lag bei David Stanners, EUA und Ron Witt, UNEP.

Endredaktion und Überprüfung: Winfried Blum, Anna Rita Gentile, Gordon McInnes, David Stanners, Chris Steenmans, Ronan Uhel (EUA); Françoise Belmont, Timo Maukonen, Ron Witt (UNEP).

Unterstützung bei der Erfassung und Bewertung der Daten bzw. der Erarbeitung dieses Berichts leisteten:

Sheila Cryan, EUA

Hester Lyons und Simon Turner, ADAS International

Gundula Prokop und Martin Schamann, Umweltbundesamt Wien

Winfried Blum, IGG und Wissenschaftsausschuss der EUA

Luca Demicheli und Carlo Lavalle, Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission – Ispra

Ruben Mnatsakanian, Central European University

David Favis-Mortlock und John Boardman, University of Oxford

Hintergrundinformationen für den Bericht wurde bereitgestellt von:

Timo Maukonen, UNEP

Monica Pasca, Ministerium für Umwelt Italiens - Segreteria tecnica per la difesa del suolo

Richard Annels, Eurogeosurveys

Angelo Aru, Universität Cagliari

Manfred Birke, Olaf Düwel und Uwe Rauch, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Nicola Colonna und Francesco Zarlenga, ENEA

Irene Edelgaard, Dänisches Umweltamt

Vibeke Ernstsén, Geological Survey of Greenland and Denmark

Robert Evans, University of East Anglia

Riva Mäkelä-Kurtto, Finnisches Zentrum für Landwirtschaftsforschung

Peter Strauss, Institut für Kulturtechnik Wien

Gert Jan van den Born, RIVM

Nicholas Yassoglou, Landwirtschaftshochschule Athen

Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission – Ispra

Gruppe Nationale Anlaufstellen/EIONET der EUA

EMEP

WWF Europa

Besonderer Dank für wertvolle Hinweise gilt Philippe Bourdeau, dem Vorsitzenden des Wissenschaftsausschusses der EUA, Michael Hamell, GD Umwelt der Europäischen Kommission sowie Mitarbeitern von Eurogeosurveys und der Gruppe Nationale Anlaufstellen/EIONET der EUA.

Europäische Umweltagentur

**Bodendegradation und nachhaltige Entwicklung in Europa**  
Umweltthemen-Serie Nr. 16

2002 - 32 Seiten - 21 x 29,7 cm