©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen
Band 26, S. 139–152, 2000

Nachhaltige Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz

Rainer Ehrnsberger

Kurzfassung: Es werden aus bodenbiologischer Sicht die Funktion, Bedeutung und Gefährdung unserer Böden dargestellt und die Ziele einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung angesichts der allgemeinen Diskussion um „Sustainable Development“ erläutert. Die Neuerungen des Bundes-Bodenschutzgesetzes von 1998 werden diskutiert und anhand der Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie zum Thema „Erlebnisbereich Boden“ dargelegt, wie die Ziele einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung gerade in einer neuen Dauerausstellung im Museum am Schölerberg, Natur und Umwelt – Planetarium in Osnabrück umgesetzt werden.

Abstract: The paper addresses with soil biological aspects of the function, importance and contamination of our soils. Additionally, the objectives of sustainable land use are explained in view of the general discussion of „Sustainable Development“. The alterations of the 1998 German Federal Law on Protection of Soil are discussed, and on the basis of the results obtained from an observational pilot study concerning the „Soil Adventure Park“, it is explained how the objectives of sustainable land use are being presented in a new permanent exhibition in the „Museum am Schölerberg, Nature and Environment – Planetarium“ in Osnabrück.

Keywords: sustainable land use, soil protection, Law on Protection of Soil, observational pilot study, soil adventure park, soil exhibition

Autor:
Prof. Dr. R. Ehrnsberger, Hochschule Vechta, Institut für Naturschutz und Umweltbildung, D-49364 Vechta, Bundesrepublik Deutschland. E-mail: rainer@ehrnsberger.de

Inhalt

1 Einleitung 140
2 Was bedeutet Nachhaltigkeit? 140
3 Was ist Boden? 142
4 Leben im Boden 142
4.1 Tiere im Boden 143
5 Nutzung des Bodens 144
6 Gefährdung des Bodens 145
6.1 Erosion 145
7 Bodenschutzgesetz 146
8 Nachhaltige Bodenbewirtschaftung 147
9 Erlebnisbereich Boden 149
9.1 Das Vorhaben 149
9.2 Das Ausstellungskonzept 150
9.3 Ziele und Botschaften der Ausstellung 150
9.4 Ausstellungsbereich: Bodenhöhle 151
Dank 152
Literatur 152

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

1 Einleitung

Der Boden spielt bei vielen Mitbürgern im Bewußtsein nur eine untergeordnete Rolle. Boden und Bodenschutz werden in der Öffentlichkeit nur wenig diskutiert. Sie sind allerdings im Hinblick auf Umweltschutz und Zukunftssicherung von größter Bedeutung. Der Boden ist in allen terrestrischen Ökosystemen für die Aufrechterhaltung des Stoffkreislaufs unabdingbar nötig und stellt somit eine entscheidende Voraussetzung für den Erhalt des gesamten Lebens terrestrischer Ökosysteme dar. Durch den Nutzungskonflikt und der Konkurrenzsituation bei der Inanspruchnahme des Bodens für unterschiedliche Zwecke und durch verschiedene Nutzer entsteht für den Boden und seine Ressourcen ein großes Gefahrenpotential. Hier seien kurz erwähnt der Bodenabbau, die Bodenversiegelung und die Auswirkungen von landwirtschaftlichen Bodenbearbeitungsmaßnahmen. Nur durch eine nachhaltige und integrierte Bodenbewirtschaftung ist sicherzustellen, daß auch in Zukunft die Nutzungsansprüche des Menschen erfüllt werden können. Die Umsetzung der Ziele der Agenda 21, die auf der Konferenz „Umwelt und Entwicklung“ 1992 in Rio de Janeiro formuliert wurden, soll helfen, eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung zu fördern, die auch zukünftigen Generationen die Lebensgrundlage des Menschen sichert.

2 Was bedeutet Nachhaltigkeit?

Die Idee der Nachhaltigkeit ist in der Vergangenheit und in der modernen Ausprägung stets nutzungsorientiert. Im deutschen Sprachraum ist dieser Begriff wohl erstmalig 1713 geprägt worden und zwar von Berghauptmann Hanns von Carlowitz aus dem sächsischen Freiberg. Unter Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft verstand er die Balance zwischen Holzentnahme und Holzzuwachs. 1795 erläuterte Georg Ludwig Hartig in seiner „Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste“ das Prinzip der nachhaltigen Nutzung. Die Nutzung des Waldes soll „so hoch als möglich (sein), doch so (gestaltet werden), daß die Nachkommenschaft eben so viel Vorteil daraus ziehen kann, als sich die jetzt lebende zueignet“ (Kurth 1994).

Dieses Prinzip der Nachhaltigkeit war rein quantitativ orientiert. Vor der erst später als Energiequelle genutzten Kohle stellte der Wald die wesentliche Energiequelle dar. Artenvielfalt und Diversität waren nicht gefragt, nur der Holzzuwachs. Deshalb paßte der Altersklassen-Wald mit reinem Fichtenbestand und regelmäßigem Kahlschlag zu diesem quantitativ geprägten Begriff von Nachhaltigkeit.

Wozu nicht nachhaltige Waldnutzung führt, kann man sehr deutlich auf dem Apennin an der Mittelmeerküste beobachten. Ursprünglich war dieser Bereich mit Wald bewachsen. Doch seit der Zeit der Römer wurde über Jahrhunderte mehr Holz entnommen als nachwachsen konnte. Das Holz diente zum Bau von Schiffen, Häusern, Brücken und als Fundament für die Stadt Venedig und außerdem als Energiequelle.

Die Zerstörung der Vegetation und die Übernutzung des Waldes hat zu einer Entwaldung im Mittelmeerraum geführt. Der freigelegte Boden wurde durch Wind- und Wassererosion zunehmend abgetragen. Die Niederschläge wurden nicht mehr im Boden gespeichert und versickerten im Kalkboden. Aufgrund des Kohlendioxidgehaltes der Luft sind die Niederschläge schwach sauer und lösen das kalkhaltige Gestein. Hierdurch entstehen Spalten und Höhlen und eine Verkarstung setzte ein. Das Niederschlagswasser konnte nicht mehr gespeichert werden und Wasser wurde knapp.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Auf der ersten Internationalen Umweltkonferenz in Stockholm diskutierten die Vereinten Nationen weltweit zu ergreifende Umweltmaßnahmen.

Die neuere Diskussion und Begriffsbestimmung zum Themenbereich Nachhaltigkeit geht auf das Jahr 1980 zurück, als die IUCN (World Conservation Union), UNEP (UN Environment Programme) und WWF (World Wildlife Fund for Nature) ihre Weltnaturschutzstrategie präsentierten (IUCN 1980) und eine nachhaltige Nutzung („Sustainable Use") der Naturressourcen forderten. 1983 richtete die UNO eine Kommission ein, die die Integration von Umwelt und Entwicklung und auch die Versöhnung von Ökologie und Ökonomie untersuchen sollte. In dem von der Brundtland-Kommission vorgelegten Bericht mit dem Titel „Our Common Future" – oder zu deutsch „Unsere Gemeinsame Zukunft" wird Nachhaltigkeit als eine Entwicklung beschrieben, die die Bedürfnisse der heute lebenden Menschen befriedigt, ohne zu riskieren, daß künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können (Hauff 1987, zitiert nach Loske 1999).

Der Begriff „Sustainable Development" meint damit eine Entwicklung, bei der wirtschaftlich-gesellschaftliche Ziele in der Ökonomie, Ökologie und im sozialen Bereich in Einklang gebracht werden. Auf der UN-Konferenz über Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro wurde 1992 die Nachhaltigkeitsdebatte fortgesetzt und verschiedene Dokumente verabschiedet wie z. B. die Klimarahmenkonvention, die Konvention über biologische Vielfalt, die Walderklärung und die Agenda für das 21. Jahrhundert. Diese Erklärung wurde von über 150 Regierungen unterschrieben und in der Zwischenzeit auch von der Enquète-Kommission des Bundestages und vom Rat der Sachverständigen für Umweltfragen (SRU 1994) als Leitbild anerkannt. Ferner wurde beschlossen, daß in den Städten sich Bürger im Rahmen einer „Lokalen Agenda 21" mit Fragen der Nachhaltigkeit befassen sollen und Lösungsvorschläge für die Bereiche Verkehr, Energie, Abfall, Ausgleich mit der „Dritten Welt" usw. erarbeiten. In Osnabrück wurde sogar im Kulturamt der Stadt eine Planstelle zur Umsetzung der Lokalen Agenda 21 eingerichtet, von der aus alle Maßnahmen koordiniert werden. Zur Erreichung des Zieles „Nachhaltigkeit" werden nach Loske (1999) folgende Regeln formuliert. Der Natur dürfen

- keine erneuerbaren Rohstoffe oberhalb ihrer Neubildungsrate entnommen werden (Holznutzung – Zuwachs)
- nicht erneuerbare Rohstoffe nur in dem Maße entnommen werden, wie Ersatzkapazitäten für erneuerbare Ressourcen geschaffen werden (Kohle – Windkraft)
- Emissionen nur in einem Maß aufgebürdet werden, die sie verkraften bzw. verarbeiten kann (CO_2 – Pflanzen)
- Veränderungen nur in einem angemessenen Zeitraum abverlangt werden (natürliche Aussterberate nicht übersteigen)

Zur Erreichung dieser Ziele müßten die Industrieländer ihren Energie- und Ressourcenverbrauch sowie die Emissionen um 80 % senken. Es läßt sich leicht erahnen, wie weit wir von diesem Ziel entfernt sind. Außerdem ist nicht verständlich, warum die Ozon-Killer wie FCKW nur schrittweise weniger eingesetzt werden dürfen, wenn doch Ersatzstoffe vorhanden sind. Es ist wohl so, daß kurzfristige wirtschaftliche Interessen schwerer wiegen als Verantwortungsbewußtsein und das tatsächliche Streben nach Nachhaltigkeit.

Im deutschen Sprachraum gibt es für den Begriff „Sustainable Development" neben dem Begriff Nachhaltigkeit auch Übersetzungen wie „dauerhafte Entwicklung" (Hauff 1987), „tragfähige" oder „zukunftsfähige Entwicklung" (Simonis 1991) oder „Zu-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

kunftsfähigkeit“. Der ursprüngliche Begriff Nachhaltigkeit ist rein quantitativ gemeint gewesen (Holzzuwachs und -verbrauch), während die neueren Übersetzungen ein Ziel beinhalten.

Selbst wenn die Ziele der Nachhaltigkeit für jeden der zur Zeit lebenden Menschen erreicht werden sollten, wären wir vom Gesamtziel immer noch weit entfernt. Denn angesichts der sich rasant, fast exponentiell vergrößernden Menschheit müßte außerdem auch noch die Auswirkung der Bevölkerungsexplosion kompensiert werden.

3 Was ist Boden?

Von den drei lebenswichtigen Ressourcen Wasser, Boden und Luft ist der Boden in der Vergangenheit am wenigsten beachtet worden, obwohl er am komplexesten aufgebaut ist und genau so gefährdet ist wie die beiden anderen. Im Gegensatz zum Boden können Wasser und Luft verhältnismäßig leicht gereinigt werden. Im Extremfall können beide sogar synthetisiert werden. Der Taucher kann flüssigen Sauerstoff mitnehmen und einatmen. Wasser kann durch Verbrennung von Wasserstoff erzeugt werden, einige Mineralien sind noch zuzusetzen. Im Weltall wurde in Raumstationen aus Harn durch Umkehrosmose wieder Trinkwasser erzeugt.

Was ist dagegen mit dem Boden los? Verunreinigter Boden läßt sich weder physikalisch noch chemisch einfach reinigen, säubern und erst recht nicht künstlich herstellen. Dennoch verbindet viele Menschen nicht viel mehr als die Schwerkraft mit dem Boden. Vielleicht spielt der Boden bei unserem Denken eine so geringe Rolle, weil der Kopf so weit von den Füßen weg ist.

Der Boden ist keine amorphe Masse, sondern strukturiert und besteht aus einzelnen Horizonten mit den jeweiligen Bodenschichten. Die Entstehung der Böden ist ein langwieriger Prozeß, bei dem physikalische, chemische und biologische Verwitterungsprozesse ablaufen. Je nach den klimatischen Verhältnissen, der Exposition, dem vorhandenen Wasser und dem Ausgangsgestein können verschiedene Bodentypen entstehen, wobei auch noch die Verwitterungsdauer und der Einfluß des Menschen eine Rolle spielen (Ehrnsberger 1993).

Eine weitergehende Definition geben Schroeder und Blum (1992). „Der Boden ist das mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzte, unter dem Einfluß der Umweltfaktoren an der Erdoberfläche entstandene und im Ablauf der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt organischer und mineralischer Substanzen mit eigener morphologischer Organisation, das in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen, und die Lebensgrundlage für Tiere und Menschen bildet“.

4 Leben im Boden

Der Boden ist Vermischungssystem aus festen, flüssigen und gasförmigen Substanzen, das von lebenden Organismen bewohnt wird, die dieses System weitgehend aufgebaut haben, es erhalten und weiterentwikkeln. Die quantitative und qualitative Zusammensetzung der Böden variiert je nach Ausgangsgestein, Alter, Klima, Nutzung usw. In einem frischen Laub-Mischwald können die festen mineralischen Bestandteile 45 %, Wasser 32 %, Luft 25 % und die organischen Stoffe 7 % ausmachen. 85 % der organischen Substanz sind abgestorben und bestehen aus Bestandsabfall, Abbauprodukten und Humus. Die restlichen 15 % werden je zur Hälfte von lebenden Wurzeln und Bodenorganismen gebildet, so daß letztere somit einen Anteil von 1 % am Bodengewicht

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

haben. Die Hälfte der Bodenorganismen besteht aus Bakterien und Strahlenpilzen, ein Viertel aus Pilzen und das letzte Viertel aus Bodentieren.

Die Bodentiere wirken direkt und ganz wesentlich indirekt bei Abbau der organischen Substanzen im Boden mit. Sie sind etwa zu 10 % direkt an der Dekomposition und Energiefreisetzung beteiligt. Ihre Bedeutung aufgrund ihrer Steuerfunktion beim Abbau der organischen Substanzen über Mikroorganismen ist dagegen weitaus größer, indem sie durch selektives Beweiden bestimmter Mikrobenstämme regulativ in die Abbauprozesse im Boden eingreifen. Außerdem tragen zum Beispiel Milben und Springschwänze ganz wesentlich zur Verbreitung der Sporen der Mikroorganismen bei. Damit kommt ihnen bei der Entstehung des Humus und der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit eine ganz wesentliche Rolle zu.

Unter Bodenfruchtbarkeit kann die Fähigkeit des Bodens verstanden werden, die auf ihm wachsenden Pflanzen mit Mineralsalzen und Wasser zu versorgen und günstige physikalische, chemische und biologische Bedingungen vorzuhalten, sowie den Boden gegenüber schädigenden Umwelteinflüssen abzupuffern. Hieraus resultiert, daß die Bodenfruchtbarkeit Voraussetzungen schafft, auf lange Zeit gesunde Pflanzen und deren Früchte ernten zu können (Ehrnsberger 1989). Bodenfruchtbarkeit ist keine meßbare Größe des Bodens, jedoch können Bodentiere als Bioindikatoren komplexe Zustände signalisieren, die sonst nur mit großem Apparaten Aufwand (quantitative chemische Analysen) oder erst viel später erkannt werden können. Da Bodenfruchtbarkeit kein handelbares Gut ist, findet es wohl auch nur so wenig Beachtung.

4.1 Tiere im Boden

Fast jeder weiß, daß im Boden Regenwürmer leben und unter Steinen und loser Rinde Asseln und Tausendfüßer vorkommen. Die Riesenzahl von Bodentieren ist jedoch den meisten Menschen völlig unbekannt. Auf einem Quadratmeter können im Wald 200.000 Milben und 100.000 Springschwänze vorkommen. Im Grünland sind es weniger, aber selbst im Ackerboden kann man noch 40.000 Milben und 20.000 Springschwänze finden. Die Vertreter der eben genannten Tiergruppen sind etwa 0,2 bis 1 mm lang und nehmen im Boden sehr verschiedene und zum Teil hoch spezialisierte Aufgaben wahr. Die Gesamtaufgabe der Bodenorganismen ist, die Bestandsabfälle (herabgefallene Blätter, Pflanzenreste, Äste usw.), Kot und Aas abzubauen.

Dieser Abbau findet in Schritten und stufenweise statt. Die Erstzersetzer können direkt das organische Material fressen. Hierdurch verschaffen sie auch den Mikroorganismen den Zutritt zu den abzubauenden Substanzen. Die Erstzersetzer (Asseln, Doppelfüßer, Schnecken, Regenwürmer) bauen die organischen Substanzen unter Energiefreisetzung zu etwa 10 bis 20 % ab, so daß die unverdauten Nahrungsbestandteile mit den Kotballen wieder abgegeben werden. Diese dienen den Folgezersetzern wie den Springschwänzen und Hornmilben als Nahrung. Bei der Darmpassage entwickeln und vermehren sich die aufgenommenen Keime der Mikroorganismen und werden mit den Kotballen der Folgezersetzer weiter verteilt. Durch den schrittweisen Abbau entstehen immer einfachere, energieärmere organische Verbindungen, die schließlich von den Mineralisierern (Pilze und Mikroorganismen) unter Energiefreisetzung zu anorganischen Verbindungen abgebaut werden.

Nur diese anorganischen Verbindungen können von den Pflanzen als Nährstoffe auf-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

genommen werden und durch den Prozeß der Photosynthese unter Energiebindung (Sonnenenergie) in energiereiche organische Verbindungen umgewandelt werden. Diese Assimilationsprodukte (Zucker, Stärke) stellen dann die Lebensgrundlage für alle Konsumenten dar (Tiere, Menschen und Pilze). Die freigesetzten anorganischen Nährsalze im Boden werden zusammen mit mineralischen Bestandteilen und unvollständig abgebauten organischen Substanzen von den Durchmischern (Regenwürmer) gefressen. In ihrem Darmtrakt entstehen die stabilen „Ton-Humuskomplexe“, die ganz wichtige Bestandteile des Humus bilden. Humus ist ein sehr heterogenes Gemisch von Huminstoffen und Nichthumuinstoffen.

Der Humus hat ungefähr 3 bis 5 % Anteil am Volumen des Bodens. Er ist aber für die Bodenfruchtbarkeit von immenser Bedeutung, weil er die Nährstoffe im Boden adsorptiv binden kann und diese den Pflanzen (Produzenten) bei Bedarf zur Verfügung stellt. Außerdem spielt er bei der Wasseraufnahme und -abgabe eine große Rolle. Er ist für die Strukturstabilität und damit für das Verhalten des Bodens gegenüber mechanischer Belastung verantwortlich. Die Struktur des Bodens wird darüber hinaus durch den Vorgang der „Lebendverbauung“ durch die Bodentiere gesichert, in dem sie mit Schleimen und Sekreten die Bodenpartikel verkleben.

Die Bodenorganismen betreiben Recycling. Ohne ihre Tätigkeit würden sich die organischen Substanzen auf dem Erdboden anhäufen und den Pflanzen langsam die Nährstoffe ausgehen. Es läßt sich zusammenfassend feststellen, daß die Bodenorganismen in allen terrestrischen Lebensräumen die unabdingbare Voraussetzung für pflanzliches, tierisches und menschliches Leben darstellen. Deshalb sollen am Ende des Beitrages Bewirtschaftungsformen diskutiert werden, die das Bodenleben fördern.

5 Nutzung des Bodens

Ein wesentliches Merkmal des Bodens ist seine Unvermehrbarkeit. Alle Flächen, die durch Eingriffe verloren gehen, sind in der Regel unwiederbringlich verloren. In der öffentlichen Diskussion spielt der Boden eine Rolle als

- Industriestandort
- bebaubare Fläche (Straßen- und Wohnungsbau)
- Ressourcenlieferant (Ton, Kies, Mergel, Torf, Braunkohle)
- Deponieflächen
- Fläche für Erholung und Sport
- land- und forstwirtschaftliche Nutzfläche.

In der Bundesrepublik Deutschland werden heute bereits fast 12 % der Flächen für Wohnen, Arbeiten und Verkehr in Anspruch genommen; die Hälfte davon ist inzwischen schon total versiegelt und selbst für Fragmente von Lebensgemeinschaften nicht mehr bewohnbar. In einigen Großstädten macht die Siedlungsfläche schon mehr als 50 % aus. Täglich werden über 70 ha zu Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt (Bergmann 1999).

Neben der Versiegelung dieser Flächen kommt noch eine Zersiedelung hinzu, wodurch zusammenhängende Lebensräume zerstückelt werden. Bei der Ausweisung von Bauland wird immer häufiger auf ökologisch wertvolle Flächen zurückgegriffen wie zum Beispiel auf natürliche Überschwemmungsbereiche der Flüsse. Wenn dann noch die Flüsse eingeengt und begradigt werden, sowie natürliche Retensionsgebiete (Feuchtwiesen, Moore, Wälder) beseitigt werden, braucht man sich nicht zu wundern, wenn „Jahrhundert-Fluten“ am Rhein und an der Oder immer häufiger auftreten.

Von den 94 % nicht versiegelten Flächen werden 88–90 % lückenlos durch den Men-

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

schen genutzt (Heydemann 1999). Nur noch die verbleibenden 4–6 % sind in einem naturnahen Zustand mit einer noch urtümlichen Bodenstruktur und den dazu gehörenden Tieren und Pflanzen. Von diesen ökologisch wertvollen Flächen stehen allerdings nur 2 % unter Naturschutz.

6 Gefährdung des Bodens

Etwa 75 % der Fläche der Bundesrepublik wird von der Land- und Forstwirtschaft genutzt. Aus diesem Grund müssen die Überlegungen zum Bodenschutz und zur Nachhaltigkeit sich ganz wesentlich auf die Landwirtschaft konzentrieren, nicht zuletzt weil sie auch in Zukunft ausreichend Lebensmittel in guter Qualität für unsere Ernährung zur Verfügung stellen soll.

Neben der Belastung der Böden in ihren lebenswichtigen Funktionen durch Überbauung und Versiegelung sind Bodenbearbeitung, Erosion, Überdüngung, Pestizideinsatz Schadstoffeintrag und Meliorationsmaßnahmen zu nennen. Es würde zu weit führen, auf alle diese Belastungen und die davon ausgehenden Gefährdungspotentiale einzugehen. Stellvertretend sei hier auf die Erosion eingegangen.

6.1 Erosion

Unter Erosion wird der seitwärtige Abtrag und Verlagerung von Bodenmaterial durch Wasser und Wind verstanden. Hierdurch werden die Böden am Abtragsort „abrasiert“ und am Ablagerungsort (Straßen, Siedlungen und Gewässer) erodiertes Material abgelagert. Neben dem Verlust der Ackerkrume kommt es also auch noch zu einer Belastung anderer Flächen. Erosion ist heute ein weltweites Problem und wird schon seit langem diskutiert.

Durch den Ackerbau wird die Erosion begünstigt, weil oft die schützende Vegetation fehlt. Beim Maisanbau mit weitem Reihenabstand ist die Bodenoberfläche bis zu sieben Monate im Jahr weitgehend unbedeckt. Durch die Bodenbearbeitung wird das Bodengefüge (siehe oben) geschwächt und Regen kann die Oberböden verschlämmen oder Wind verdriften. Wenn dann noch Wallhecken und störende Gebüsche beseitigt werden, braucht man sich über „Sandstürme“ im Herbst auch in unserer Gegend nicht zu wundern.

In Bayern werden durchschnittlich 8 Tonnen Boden pro ha im Jahr durch Wassererosion abgetragen. Das ergibt 17 Millionen Tonnen Boden pro Jahr in Bayern (Robert Bosch Stiftung 1994). Der Abtrag durch Erosion liegt für die Bundesrepublik etwa auf dem selben Niveau. Durch die Bodenerosion geht nicht nur allgemein Bodensubstanz verloren, sondern auch Humus, Feinsubstanz, Nährstoffe und Pflanzenschutzmittel sowie die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens. In die Gewässer der alten Bundesrepublik gelangten 1987 durch diffusen Eintrag 22.000 Tonnen Phosphor, die aus der Bodenerosion stammten. Diese Nährstoffe wurden größtenteils in die Nordsee abtransportiert und haben dort zur Düngung beigetragen. Die Ersatzkosten für die mit dem Boden abgetragenen Nährstoffe belaufen sich (in Bayern) auf ca. 150 DM pro ha im Jahr. Eine weitere Zahl möge die Schäden durch Erosion belegen. In Bayern belaufen sich die Kosten für die Beseitigung des Bodensediments von Verkehrswegen sowie aus Gräben und Gewässern auf 30 Millionen DM pro Jahr.

Da Boden sich nur sehr langsam neu bildet, etwa eine Tonne pro Jahr und ha, gleichzeitig aber etwa acht Tonnen abgetragen werden, sollte unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit alles unternommen werden, den Abtrag auf das Niveau der Neubildung

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

zu reduzieren. Dieses ist in der Praxis nicht möglich. Also wird der Abtrag des Bodens durch die Ackernutzung in Kauf genommen.

Es wurde allerdings eine „Abtragstoleranz“ definiert, die garantieren soll, daß die Ertragsfähigkeit des Bodens in 100 Jahren maximal 5 % sinkt. Um dieses hohe Ziel zu erreichen, müßte in Bayern der Bodenabtrag um 40 % reduziert werden. Selbst wenn dieses Ziel erreichbar sein sollte, was ist nach 1.000 Jahren? Und was ist, wenn die Menschheit weiterhin exponentiell anwächst? Je flachgründiger die Böden sind, um so größer sind die Probleme durch den Bodenabtrag. Das Beispiel „Erosion“ zeigt, wie schwierig die Zielvorstellungen zur Nachhaltigkeit erreichbar sind, aber auch wie notwendig sie sind.

Weltweit werden die Bodenverluste an produktiven, landwirtschaftlichen Flächen auf ca. 12 Millionen ha geschätzt (Brümmer 1985), wobei zu berücksichtigen ist, daß von der gesamten Bodenfläche der Welt nur ein Anteil von 3 % eine hohe Produktivität aufweist.

7 Bodenschutzgesetz

Das Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz – BbodSchG) wurde am 17. März 1998 erlassen. Anfang der 80er Jahre wurden zunehmend Stimmen laut, für den Schutz des Bodens ein Gesetz zu erlassen. Bis dahin war man allgemein davon ausgegangen, daß das Abfallgesetz von 1972 ausreichend Schutz für den Boden bot. Das Bodenschutzkonzept der Bundesregierung vom 7. März 1985 bezeichnete Bodenschutz als eine Querschnittsaufgabe des Umweltschutzes. Zentrale Aufgaben sollten die Minimierung von qualitativ oder quantitativ problematischen Stoffeinträgen und eine Trendwende im Landverbrauch sein. Als in der Mitte der 80er Jahre zunehmend Probleme bei der Altlastensanierung auftraten, die gesetzlich nicht geregelt werden konnten, wurden in einigen Bundesländern Spezialgesetze erlassen, die Teil der Abfallgesetze wurden oder eigenständig waren. Dieses führte zu einer Rechtszersplitterung und zu dem Wunsch nach einer bundeseinheitlichen Regelung.

In den beiden ersten Teilen des Gesetzes sind der Zweck und die Grundsätze (§ 1), Begriffsbestimmungen (§ 2), der Anwendungsbereich (§ 4), Pflichten zur Gefahrenabwendung (§ 4), Entsiegelung, Auf- und Einbringen von Material auf oder in den Boden (§ 6), Vorsorgepflicht (§ 7), Werte und Anforderungen (§ 8), Gefährdungsabschätzung und Untersuchungsanordnunen (§ 9) und Sonstige Anordnungen (§ 10) geregelt. Im dritten Teil befinden sich ergänzende Vorschriften für Altlasten, im vierten Teil die landwirtschaftliche Bodennutzung und im fünften Teil die Schlußvorschriften.

Das Bodenschutzgesetz ist in vielen Bereichen hinter den Erwartungen vieler Naturschützer und Bodenfachleute zurückgeblieben. Es hat fast den Charakter eines Bodensanierungsgesetzes und eines Gesetzes zur Verminderung zukünftiger schädlicher Bodenveränderung. Es fehlt eine Regelung von Stoffeinträgen von land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden (über 75 %). Außerdem wird nicht der zunehmende Bodenverbrauch durch Infrastrukturmaßnahmen geregelt. Bei der Begriffsbestimmung (§ 2) werden acht Funktionen des Bodens aufgeführt, die zwar etwas mit dem Boden zu tun haben, von denen jedoch nur drei einen umweltpolitischen Bezug haben. Hierdurch könnte der Eindruck entstehen, daß der Gesetzgeber oder die ihn beeinflussende Lobby der Meinung sei, daß Boden vielleicht doch nicht so viel mit Umweltschutz zu schaffen habe.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Die Entsiegelung von Flächen, deren ursprüngliche Nutzung nicht mehr gegeben ist (Autobahn), wird kaum stattfinden, denn sie ist nur vorgesehen, wenn ein Bebauungsplan eine Bodennutzung vorsieht. Es gibt also nicht den umgekehrten Automatismus zur Versiegelung. Es bleibt dabei: der Flächenverbrauch kann nicht gestoppt und umgekehrt werden. Daß „Entsiegelung" tatsächlich etwas ganz Besonderes ist, kann man daran ermessen, daß die OBE (Stadt Osnabrück, Landkreise Osnabrück, Grafschaft Bentheim, Emsland und Vechta) für die Expo 2000 ein Projekt angemeldet hat, bei dem gezeigt werden soll, wie in Lingen im Landkreis Emsland eine Parkplatzfläche entsiegelt wird, um einen „wirkungsvollen Beitrag zur Entlastung der Vorfluter (und) eine Verbesserung des Grundwasserhaushaltes" zu erreichen.

Der vierte Teil des Gesetzes, der nur aus § 17 besteht, regelt die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens. Der in § 7 geforderten Vorsorgepflicht, nach der Bodeneinwirkungen zu vermeiden sind, die schädliche Bodenveränderungen zur Folge haben, wird die Landwirtschaft durch die „gute fachliche Praxis" gerecht. Was „gute fachliche Praxis" ist, sollen die landwirtschaftlichen Beratungsstellen der Länder den Landwirten vermitteln. Hierzu gehört die Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und die Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource. Die Bodenbearbeitung soll unter Berücksichtigung der Witterung und grundsätzlich standortangepaßt erfolgen, um die Bodenstruktur zu erhalten oder zu verbessern.

Da die mit dem agrartechnischen Fortschritt veränderten Produktionsbedingungen jeweils dem agrarwissenschaftlichen Kenntnisstand angepaßt werden, unterliegen sie einem steten Wandel und entziehen sich einer abschließenden, allgemeinen Definition (Ehrnsberger 1989). Es liegt also ein unbestimmter Rechtsbegriff vor. In diesem Punkt gleicht das Bodenschutzgesetz dem Naturschutzgesetz, in dem festgestellt wird: „Der ordnungsgemäßen Land- und Forstwirtschaft kommt für die Erhaltung der Kultur- und Erholungslandschaft eine zentrale Bedeutung zu; sie dient in der Regel den Zielen dieses Gesetzes".

Wichtige Bereiche der Landwirtschaft bleiben ausgespart. Das Bodenschutzgesetz macht keine Angaben zum Aufbringen von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln wie zum Beispiel Gülle. Insgesamt ist das Bodenschutzgesetz zu kritisieren, weil es in vielen Punkten hinter dem Standart zurück bleibt, der bereits vorher auf Landesebene erreicht wurde (Peine 1999).

8 Nachhaltige Bodenbewirtschaftung

Zur Erlangung der Leitziele einer nachhaltigen Entwicklung werden allgemein vier Strategien diskutiert:
- Effizienz
- Konsistenz
- Suffizienz
- Substitution.

Die Effizienzstrategie setzt auf eine ökologische Optimierung von Produkten, Produktionsprozessen und Dienstleistungen. Durch Effizienzsteigerungen sollen negative Umweltauswirkungen minimiert werden und der begrenzten Tragfähigkeit der Umweltmedien (Boden) Rechnung getragen werden. Das Konzept des nachsorgenden, reparierenden Umweltschutzes (end of the pipe) soll durch vorsorgenden Umweltschutz ersetzt werden. Dieses soll erreicht werden durch weniger Einsatz von Energie und Ressourcen und die Verwertung von nachwachsenden Rohstoffen.

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Die verschiedenen Formen der alternativen Landwirtschaft kommen diesen Zielen recht nahe, in dem sie auf Pestizide, Kunstdünger und intensive Bodenbearbeitung verzichten, dafür aber einen höheren Arbeitseinsatz erbringen müssen. Die Ernteerträge pro ha sind zwar geringer, da jedoch höhere Preise – zum Teil durch Selbstvermarktung – erzielt werden können, ist das Familieneinkommen vergleichbar mit dem der konventionellen Betriebe.

Die Konsistenzstrategie zielt auf eine Vereinbarkeit von anthropogenen Stoff- und Energieströmen mit den Stoffwechselvorgängen der umgebenden Natur (Deutsches Institut für Fernstudienforschung an der Universität Tübingen 1999). Hierzu soll der ökonomische Haushalt an den ökologischen Haushalt angepaßt werden und der Natur nur soviel entnommen werden, wie als Überschuß nachwächst.

Um dieses Ziel zu erreichen müßten wir unseren Konsum einschränken. Das würde für den Bereich Ernährung bedeuten, die produzierten Nahrungsmittel wie Getreide, Kartoffeln, Soja, Rüben usw. direkt zu verzehren und nicht den Nährstoffgehalt durch „Veredlung“ auf ca. 10 % zu reduzieren. Dieses scheint aber nur möglich zu sein, wenn die nächste Strategie akzeptiert und umgesetzt wird.

Die Suffizienzstratgie geht von Selbstbegrenzung und Verzicht aus. Das Denken von der nachhaltigen Wirtschaftsweise soll auf die nachhaltige Lebensweise übertragen werden. Die Zeit- und Energieströme sollen verlangsamt werden und an die Zeitrhythmen der Natur angepaßt werden, damit die Natur die Fähigkeit erhält, mit der ihr eigenen Geschwindigkeit durch Veränderungen auf die zivilisatorischen Störungen zu reagieren.

Für den Bereich Boden wäre hier an einen ausgeglichenen Nährstoffhaushalt zu denken, bei dem keine Nährstoffe verloren gehen und zusätzlich als Belastung im Grundwasser oder in der Luft wieder auftauchen. Ferner könnte man dem Ziel dieser Strategie näher kommen, wenn nur noch Konsum- und Gebrauchsgüter mit lebenslanger Haltbarkeit benutzt werden. Aber wo bliebe dann der technische Fortschritt?

Die Substitutionsstrategie möchte Güter, Produkte und Dienstleistungen austauschen gegen solche mit geringeren negativen Umweltbelastungen. Hierbei stehen die nachwachsenden Rohstoffe weit vorne an, wodurch die Schonung fossiler Energieträger und eine ausgeglichene Kohlendioxidbilanz erreicht werden soll.

Seit Beginn des Ackerbaus vor etwa 7.000 Jahren begann der Mensch in das Gefüge und den Stoffhaushalt von Böden einzugreifen. In den Grenzbereich der Belastbarkeit von Grund und Boden geriet die Landwirtschaft aber erst durch die „Agrarische Revolution“ mit ihren Auswirkungen wie Intensivierung der Produktion durch Einsatz von Düngemitteln, Pflanzenschutzmitteln, technischem Fortschritt und vieles mehr. Der Boden wurde zum Produktionsfaktor, zum bloßen Pflanzenstandort oder zur Abfallbeseitigungsfläche degradiert. Nachlassende Bodenfruchtbarkeit und Bodenverluste durch Erosion sind seitdem zu verzeichnen.

Die Ziele der nachhaltigen Bodenbewirtschaftung werden heute schon weitgehend von der alternativen Landwirtschaft praktiziert. Angesichts der erheblichen Agrarüberschüsse in Europa, die mit ca. 70 Mrd. DM den EU-Haushaltstopf belasten und rund 40 % des Haushaltes ausmachen, sollte die Diskussion über eine nachhaltige Landwirtschaft und nachhaltige Bodenbewirtschaftung verstärkt geführt werden. Die Probleme sind seit Jahren bekannt. Auch auf dem letzten EU-Treffen (1999) zur Neuregelung des EU-Agrarmarktes sind zu viele Sonderregelungen und Ausnahmen getroffen worden,

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

weil alle Teilnehmerstaaten mit Sonderleistungen für die Landwirtschaft nach Hause gehen wollten und am liebsten mehr mitnehmen als einzahlen wollten.

Das größte Problem der europäischen Landwirtschaft besteht in der fast zollfreien Einfuhr von Futtermitteln in die EU. Diese Futtermittel entsprechen ca. 45 Millionen Tonnen Getreideeinheiten. Wollte man diese eiweiß- und stärkehaltigen Futtermittel hier produzieren, so würde man 17 Millionen ha Ackerboden benötigen, was etwa der gesamten landwirtschaftlichen Fläche in Deutschland entspräche. Durch diese Futtermittelimporte wird eine Massentierhaltung ermöglicht, die unabhängig von Produktionsflächen Fleisch, Milch, Butter und Eier erzeugen kann. Die bei der Tierhaltung anfallenden Exkrete und Exkremente (mit Wasser verdünnt als Gülle bezeichnet) müssen nun auf den vorhandenen Flächen untergebracht werden, die in manchen Landkreisen gerade so groß sind, daß auf ihnen 10 % der eingesetzten Futtermittel produziert werden kann. Es läßt sich leicht vorstellen, daß der Boden und die in ihm lebenden Organismen Schwierigkeiten bei der „Verdauung" dieser Güllefrachten bekommen und viele Nährstoffe nicht in den natürlichen Stoffkreislauf reintegriert werden können und als Belastung für die Luft (Geruch – Ammoniak) oder für das Grundwasser (Nitrat) wiedergefunden werden können.

Das Positionspapier der Arbeitsgemeinschaft bäuerlicher Landwirtschaft (Agrarpolitische Positionen) schlägt folgende ökologische Maßnahmen für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung in der Landwirtschaft vor (zitiert nach Deutsches Institut für Fernstudienforschung an der Universität Tübingen 1999):

- Verbot aller wassergefährdenden Pestizide
- Verbot aller Wachstumsregulatoren im Getreidebau
- Gestaffelte Stickstoffabgabe einführen
- Grundwasserverträgliche Landwirtschaft flächendeckend
- Flächengebundene Tierhaltung
- Dungeinheitenbegrenzung auf 2 Großvieheinheiten pro ha
- Verbot der Massentierhaltung und der Käfighaltung
- Keine Leistungsförderer in der Tiermast
- Keine Gentechnik
- Verbot des gentechnischen Rinderwachstumshormons
- Keine Patentierung von Pflanzen und Tieren
- Reduzierung von Futtermittelimporten.

9 Erlebnisbereich Boden

9.1 Das Vorhaben

Im „Museum am Schölerberg, Natur und Umwelt, Planetarium" der Stadt Osnabrück wurde 1997/98 eine Ausstellung zum Thema Boden mit dem Arbeitstitel „Erlebnisbereich Boden" geplant, in der der Besucher in leicht verständlicher Form an die besondere Problematik herangeführt werden soll. Der Besucher soll nicht belehrt werden, sondern selbst in den Boden hineingehen, die Lebenswelt der faszinierenden Bodentiere erkunden, sich spielend und forschend die Bedeutung des Bodens für uns Menschen erschließen und den Boden als schützenswertes Gut erfahren.

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt hat dem Institut für Naturschutz und Umweltbildung der Hochschule Vechta für die Erstellung einer Machbarkeitsstudie und des Ausstellungskonzeptes Fördermittel zur Verfügung gestellt (Ehrnsberger et al. 1999).

Mit dem Thema „Boden" wird ein wichtiges Thema aufgegriffen, das im Hinblick auf

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

die Versorgung künftiger Generationen von größter Bedeutung ist. Bodenbelastungen und Bodenverbrauch werden erst seit jüngster Zeit als Umweltproblem wahrgenommen; in die regelmäßige Bildungsarbeit hat Bodenschutz noch keinen Eingang gefunden. In der neuen Ausstellung „Erlebnisbereich Boden“ wird dieser Stoff für den Besucher interaktiv und emotional entsprechend aufbereitet. Eine derart umfassende und erlebnisreiche Ausstellung über das Umweltmedium Boden ist bisher in der Bundesrepublik nicht realisiert worden.

9.2 Das Ausstellungskonzept

Kern der Machbarkeitsstudie ist das Konzept der Ausstellung „Erlebnisbereich Boden“. Als besucherorientierte Erlebnisausstellung angelegt, wird der Besucher emotional berührt und spielerisch entdeckend in die Welt des Bodens eingeführt. Außerdem soll die Ausstellung soziale Interaktionen der Besucher untereinander anregen. Im Zentrum der Ausstellung steht der Bereich „Bodenhöhlen“, der die Besucher in die unbekannte Welt der Bodenlebewesen einführt.

Die Ausstellung gliedert sich in acht Bereiche, von denen jeder einen eigenen inhaltlichen Schwerpunkt hat:

1. Einführung: Definitionen des Bodens, Bodenentstehung
2. Bodenhöhlen: Leben im Boden aus der Sicht eines Bodentieres
3. Wald: Bodenorganismen, Stoffkreisläufe
4. Wiese: Grundwasser, Regenwürmer
5. Acker: Bodengefährdungen, Boden als Umweltressource
6. Stadt: Versiegelung
7. Forschungsstation: Selber Boden und Bodenleben untersuchen
8. Kino: Videofilme über die Organismenwelt des Bodens

9.3 Ziele und Botschaften der Ausstellung

Die Ausstellung soll dazu beitragen, daß Besucher Boden wertschätzen lernen und ein (stärkeres) Bewußtsein für einen nachhaltigen Umgang mit der begrenzten Umweltressource Boden entwickeln.

Die Formulierung dieser Ziele allein ergibt noch keine Anhaltspunkte dafür, wie eine Ausstellung gestaltet werden kann, damit diese Ziele auch erreicht werden. Als Hilfestellung dazu soll die Formulierung von „Botschaften“ dienen, d. h. von Grundsätzen, die die Besucher aus der Ausstellung mitnehmen sollen. Botschaften übersetzen die übergeordneten Ziele in konkretere Aussagen.

Die Botschaften, die die Ausstellung „Erlebnisbereich Boden“ transportieren soll, sind nachfolgend entsprechend ihrer Gewichtung aufgelistet:

1. Boden ist Lebensraum
2. Boden ist eine dünne, verletzliche Haut, die geschädigt und zerstört werden kann
3. Boden ist lebenswichtige Umweltressource
4. Im Boden finden wesentliche Teile der Stoffkreisläufe statt
5. Boden entwickelt sich während sehr langer Zeiträume
6. Boden wirkt als Filter und Puffer
7. Boden ist Archiv der Kultur- und Naturgeschichte
8. Boden ist mir wichtig / macht Spaß / ist attraktiv

Ein besonders starkes Gewicht hat die letzte Botschaft, die einzige mit affektiv-emotionaler Dimension: Darin drückt sich das übergeordnete Ziel, „Wertschätzen des Bodens“ anzuregen, aus.

Den höchsten Stellenwert bei den Inhalten haben die Botschaften, die sich auf Boden

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

als Lebensraum sowie auf Bodenschutz/-gefährdung beziehen.

Das Hauptziel der Ausstellung ist, den Besucher für das Umweltmedium Boden, seine Bedeutung als Lebensgrundlage in allen terrestrischen Lebensräumen und seine Gefährdung zu sensibilisieren und ihn anzuregen, eigenverantwortlich in seinem eigenen Wirkungskreis nach Möglichkeiten zu suchen, dem Ziel einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung näher zu kommen.

Den Besuchern werden die Informationen mittels eines breiten Spektrums verschiedenartiger Medien und Umsetzungsformen angeboten. Auf diese Weise wird das Interesse wach gehalten und den unterschiedlichen Vorlieben der Besucher Rechnung getragen. Gleichzeitig werden die aktive Auseinandersetzung mit der Ausstellung und die Kommunikation der Besucher untereinander angeregt.

9.4 Ausstellungsbereich: Bodenhöhlen

In diesem Teil der Ausstellung soll sich der Besucher im wahrsten Sinne des Wortes in die Unterwelt des Bodens hineinbegeben und sich dort wie ein Bodentier in der Erde fühlen. Während ihm zu Beginn noch Vieles vertraut ist, entdeckt er im tieferen Teil der Bodenhöhle gänzlich unbekannte Seiten dieser Unterwelt.

Durch einen Tunnel gelangt man in den „Höhleneinstieg“. Der Besucher betritt die dunkle Welt des Bodens mit dessen fremdartigen Geräuschen und Gerüchen. Durch ein Loch in der Decke sieht der Besucher, mit seinem Blickwinkel von unten und somit aus ungewohnter Perspektive, zurück in die vertraute Welt: Blätter fallen auf den Boden – fast fallen sie auf den Kopf des Besuchers; sie werden weggefegt. Regen prasselt herunter, ein Hund schnüffelt, ein Auto fährt über dem Besucher hinweg, dann sieht er Menschen. Der Besucher erhält bereits die erste Andeutung darauf, daß menschliches Handeln sich unmittelbar auf den Boden und die Lebewesen darin auswirkt: Wenn ein Traktor über den Boden fährt – zu erkennen an den Geräuschen – drückt sich die Decke der Bodenhöhle über dem Besucher ein, der Raum wird enger: Bodenverdichtung hautnah, so inszeniert, daß der Besucher sich nicht etwa unwohl fühlt, sondern – erstaunt oder irritiert – seine Aufmerksamkeit auf diese Form der Bodenbelastung richtet.

Beim Weitergehen kommt der Besucher in eine Erweiterung der Höhle, das „Maulwurfsreich“. Um ihn herum ist alles fünfmal so groß – oder ist er auf ein Fünftel seiner Größe geschrumpft? Es mag bei ihm ein Aha-Erlebnis auslösen, wenn er hier auf Bekanntes, nun aber durch den anderen Maßstab und die andere Perspektive Verfremdetes, stößt, wie z. B. auf eine Maus, einen Kronenkorken oder eine Assel: So etwa könnte ein Maulwurf leben.

Im weiteren Verlauf der Höhle wird der Maßstab noch einmal verändert, die Umgebung des Besuches wird um den Faktor 500 vergrößert, er ist im „Milbenreich“. Damit gelangt der Besucher in eine völlig fremde Welt. Hineinversetzt in die Perspektive eines 1 mm großen Bodentieres entdeckt er das Hohlraumsystem des Bodens mit seinen Bestandteilen und Bewohnern. Nicht alles erschließt sich auf den ersten Blick, einiges ist versteckt in Nischen und Kammern und kann mit Hilfe fest montierter Taschenlampen aufgestöbert werden. Leise Geräusche und gedämpftes Licht regen die Neugierde an: War das Geräusch ein Wassertropfen, ein Tier oder der Schritt eines Menschen auf der Erdoberfläche? Anschließend gelangt man zum Höhlenausgang, zur Erdoberfläche – oder man wagt sich in das Labyrinth, ein Gangsystem, in dem man sich wie die blinden

©Naturwissenschaftlicher Verein Osnabrück e.V.

Bodentiere nur tastend vorwärts bewegen kann. Auch hier gibt es einen Ausgang – man soll sich ja nur zeitweise wie ein Bodentier fühlen.

Anfang des Jahres 1999 wurde ein Antrag an die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gestellt mit dem Ziel, auf diese Weise die Finanzierung der Ausstellung zu sichern. Die Umbauarbeiten im Innenbereich des Museums wurden im Frühjahr 2000 begonnen und ein „Grundstein“ für die Ausstellung gelegt. Die endgültige Fertigstellung ist für Ende 2001 geplant.

Dank

Der Deutschen Bundesstiftung Umwelt in Osnabrück danke ich für die Finanzierung der Machbarkeitsstudie zur Errichtung eines „Erlebnisbereichs Boden“.

Literatur

Bergmann, E. (1999): Preisliche Anreize zur Verringerung der Neuinanapruchnahme von Flächen. – Jahrbuch f. Naturschutz u. Landschaftspflege 50: 131-136.

Brümmer, G. (1985): Bodenfunktionen und Bodenschutz. – In: Striegnitz, M. (Hrsg.), Loccumer Protokolle: Schutz des Umweltmediums Boden, Evangelische Akademie Loccum.

Deutsches Institut für Fernstudienforschung an der Universität Tübingen (Hrsg.) (1999): Veränderung von Böden durch anthropogene Einflüsse. – Springer: Berlin.

Ehrnsberger, R. (1989): Extensivierung der Agrarproduktion und Flächenstillegung. Was bringen sie wirklich für den Naturschutz? – In: Windhorst, H. (Hrsg.): Alternativen in der Agrarproduktion – Ein Ausweg aus den Problemen? – Die Violette Reihe, Cloppenburg 10: 59-108.

Ehrnsberger, R. (1993): Bodenzoologie und Agrarökosysteme. – In: Ehrnsberger, R. (Hrsg.), Bodenmesofauna und Naturschutz, Verlag Runge, Cloppenburg.

Ehrnsberger, R., Beckmann, M. & M. Weyer (1999): Machbarkeitsstudie zur Einrichtung eines „Erlebnisbereichs Boden“ im Museum am Schölerberg – Natur und Umwelt, Planetarium. – Museum am Schölerberg, Osnabrück, 309 S.

IUNC (1980): World Conservation Strategy. Living Resource Conservation for sustainable Development. – Geneva.

Heydemann, B. (1999): Braucht der Naturschutz die Landwirtschaft? – Jahrbuch f. Naturschutz u. Landschaftspflege 50: 113-125.

Kurth, H. (1994): Forsteinrichtung. Nachhaltige Regelung des Waldes. – Deutscher Landschaftsverlag, Berlin.

Loske, R. (1999): Naturschutz oder Nachhaltigkeit. – Jahrbuch f. Naturschutz und Landschaftspflege 50: 81-97.

Robert Bosch Stiftung (Hrsg.) (1994): Für eine umweltfreundliche Bodennutzung in der Landwirtschaft. - Bleicher Verlag.

Peine, F.-J. (1999): Das Bundes-Bodenschutzgesetz. – Natur und Recht 3: 121-127.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: 26

Autor(en)/Author(s): Ehrnsberger Rainer

Artikel/Article: Nachhaltige Bodenbewirtschaftung und Bodenschutz 139-152