

## Boden und Umwelt

BERND FRITZSCHE, Erfurt

Böden sind bekanntlich unter dem Einfluß der Umweltfaktoren umgewandelte Teile der Lithosphäre und zwar ihrer obersten Zone, der Verwitterungszone. Die Verwitterungszone entsteht unter dem Angriff der an der Erdoberfläche wirkenden physikalischen und chemischen Kräfte und ist sozusagen eine Anpassung der Lithosphäre an die Bedingungen der Erdoberfläche. Die Böden bilden aber auch zusammen mit der Vegetation und der sie bewohnenden Tierwelt sowie den von ihnen umschlossenen Teilen der Atmosphäre den Kern der Biosphäre auf den Festländern. Die Eigenschaften der Böden werden einerseits bestimmt durch erhalten gebliebene Eigenschaften des Ausgangsmaterials — die lithogenen Eigenschaften — und andererseits durch Merkmale, die sie im Laufe der Bodenbildung angenommen haben — die pedogenen Eigenschaften. Die Bedeutung der lithogenen Kennzeichen ist folglich in jungen, wenig entwickelten, sich vom Ausgangsgestein noch wenig unterscheidenden Böden groß, und in alten, stark veränderten Böden gering. In unserem kleinen und klimatisch relativ einheitlichen Gebiet mit dominant jungen Bodenbildungen tritt die Bedeutung der lithogenen Eigenschaften häufig stark hervor. Die Bodenprozesse sind das unmittelbare oder auch mittelbare Ergebnis des Wirkens von Außenfaktoren wie Sonnenenergie, Niederschläge, Vegetation und Grundwasser. Diese ändern sich jedoch während der langen Zeiträume der Bodenentwicklung mehrfach und nicht selten erheblich und mit ihnen selbstverständlich auch die Bodenprozesse bzw. deren Kombination. Da viele Merkmale, die auf diese Prozesse zurückgehen nicht nur lange Ausbildungszeiten sondern auch lange „Löschzeiten“ erfordern, d. h. relativ stabil sind, stehen die Bodenparameter nur zum Teil mit den gegenwärtigen Außenbedingungen im Gleichgewicht. Sie sind vielmehr „fossiler“ Natur und haben sich als Relikte aus früheren Entwicklungsstadien unter völlig anderen oder ähnlichen Umweltbedingungen erhalten. Ökologisch können „fossile“ Bodenmerkmale durchaus auch gegenwärtig noch wirksam sein, müssen es aber nicht. So bleiben nach einer Grundwasserabsenkung die rostfarbenen Eisenausscheidungen im Unterboden noch längere Zeit erhalten und markieren den früheren Grundwasserschwankungsbereich.

So ist das Gebiet der Verbreitung von Schwarzerden identisch mit der sogenannten Ackerebene, d. h. den zum Mitteldeutschen Trockengebiet gehörenden inneren Teil des Thüringer Beckens. Es wird durch die Grenze des Ausstriches

von Muschelkalk und Keuper markiert. Über verschiedenartigen Ausgangsgesteinen sind Schwarzerden entwickelt. Obwohl beispielsweise die lithologisch-petrographische Beschaffenheit des Gesamtkeupers außerordentlich mannigfaltig ist, überwiegen bestimmte Gesteine von gleicher bzw. ähnlicher Zusammensetzung in weiten Gebieten, so daß auch deren Verwitterungsböden gewisse Gemeinsamkeiten erkennen lassen.

Die Randbereiche des Thüringer Beckens sowie Südwestthüringen liegen im Ausstrichbereich von Buntsandstein und Muschelkalk. Im Verbreitungsgebiet des Unteren und Mittleren Buntsandsteins dominieren podsolige Bodenbildungen sowie Rost- und Braunerden. Im Ausstrichbereich von Buntsandstein und Muschelkalk komplizieren Verwitterungsvorgänge zusätzlich die Bodenentwicklung.

Hauptflächenbildner ist neben Unteren und Mittleren Keuper, sowie Unteren und Mittleren Buntsandstein der Obere Muschelkalk. Die relativ gleichförmig ausgebildeten Tonböden des Muschelkalkes bilden meist die mit wenigen Grad geneigten flachwelligen Hochflächen. Sie gelten als die tonreichsten Standorte innerhalb der thüringischen Trias. Erst seit Beginn des Postglazials haben sich in Thüringen die heutigen Oberflächenformen herausgebildet. Damals begann die „rezente“ Bodenentwicklung. Dabei muß jedoch beachtet werden, daß im Verlauf der letzten Kaltzeit die präweichselglazialen Bodenbildungen weitgehend abgetragen, umgelagert oder überschüttet wurden.

Im Verlauf des letzten Glazials erfolgte im Inneren des Thüringer Beckens und in seinen Übergangsbereichen die Ablagerung von Löß. Dagegen kam es in den lößfreien Gebieten zur flächenhaften Ablagerung und Umlagerung von solifluidalem Periglazialmaterial.

Auf den landwirtschaftlich genutzten Standorten sind bei allgemein bewegtem Relief die „ungestörten“ Böden flächenmäßig recht unbedeutend verbreitet. Häufiger sind abgetragene oder akkumulativ überprägte Bildungen, die insbesondere an den Hanglagen dominieren. Durch die Tätigkeit des Menschen ist das ursprünglich relativ homogene Bodenmosaik beginnend mit dem frühen Mittelalter entscheidend verändert worden.

Daß die Bodenverhältnisse innerhalb der Regionalgebiete Thüringens so sehr differenziert sind, liegt einerseits an der Vielfalt der geologischen Bedingungen und andererseits an der starken orographischen und klimatischen Gliederung.

Auf Grund der besonderen Stellung und Funktion der Böden in unserer Umwelt, ihres äußerst komplexen Charakters und schließlich ihrer unterschiedlichen Ausbildung sind die bodengeologischen Probleme in Bezug auf Umweltnutzung, Umweltgestaltung und Umweltschutz sehr differenziert und diffizil. Böden stehen als Teilsysteme von Ökosystemen und Geosystemen mit anderen Komponenten der Umwelt in Wechselwirkung. Jedoch stehen selbst die verschiedenartigen Böden einer Landschaft miteinander in ständiger Wechselbeziehung. Folglich werden viele umweltbeeinflussende Faktoren und Abläufe durch Bodeneigenschaften und Bodenvorgänge modifiziert, unterliegen die Böden selbst verschiedenartigen Einwirkungen aus anderen Bereichen ihrer Umwelt, wirken sich auf den Boden gerichtete Maßnahmen oft in anderen Teilen unserer Umwelt aus.

Jedoch wird das Erkennen, Bewerten und Berücksichtigen dieser Auswirkungen durch die Unterschiedlichkeit der Böden erschwert. Die Bedeutung der Böden in ihrer natürlichen Umwelt ergibt sich aus ihren Funktionen:

- Hauptproduktionsmittel der Land- und Forstwirtschaft
- Baugrund und Baumaterial
- Wasserspeicher und Wasserfilter
- Schadhlose Beseitigung durch Um- und Abbau von Abfallstoffen, insbesondere organischer Art

Da die angeführten Funktionen oftmals mehr oder weniger gut miteinander vereinbar sind, erlauben sie eine weitgehende Mehrfachnutzung der Böden. So ergänzen sich die Funktionen Hauptproduktionsmittel der Land- und Forstwirtschaft einerseits und Wasserspeicher und Wasserfilter andererseits doch weitgehend. Jedoch schließen sich die gleichzeitige Funktionsfähigkeit eines Bodens sowohl als Pflanzenstandort als auch Lieferant für Baumaterial bzw. Baugrund einander aus. Daneben gibt es durchaus auch gesellschaftlich unerwünschte Funktionen, beispielsweise fungiert der Boden als Infektionsquelle für bestimmte Krankheiten und ist im begrenzten Umfang auch Ort der Bildung und Akkumulation toxikologisch bedenklicher Stoffe.

Auf Grund der großen Bedeutung die insbesondere den oben erwähnten vier Hauptfunktionen zukommt; ist es Aufgabe der Gesellschaft, unsere Böden vor Zerstörung und Minderung ihrer Funktionsfähigkeit zu schützen. Ebenso ist eine volkswirtschaftlich unzweckmäßige Nutzung zu verhindern. Im Zeitraum von 1950 bis 1980 ist die landwirtschaftliche Nutzfläche in der DDR um 267 000 ha zurückgegangen. Dies entspricht in etwa der landwirtschaftlich genutzten Fläche des Bezirkes Leipzig. Selbstverständlich ist die aufgezeigte Entwicklung regional unterschiedlich. So sind die Verluste an land- und forstwirtschaftlicher Nutzfläche in industriellen Ballungsgebieten sowie in Gebieten mit Braunkohlenabbau, also vorrangig in den Bezirken Cottbus, Halle und Leipzig besonders hoch. Im Bezirk Erfurt sind in den Jahren zwischen 1970 und 1981 jährlich im Durchschnitt etwa 600 ha der landwirtschaftlichen Nutzung entzogen worden. Dies sind beachtliche Zahlen, die nachdenklich stimmen sollten.

Die bei der Wiederurbarmachung und Rekultivierung auftretenden bodengeologischen, meliorativen und forstlichen bzw. ackerbaulichen Probleme können als in ausreichendem Umfang gelöst angesehen werden (WÜNSCHE 1969).

Ein gelungenes Beispiel für die Wiederurbarmachung und Nachfolgenutzung eines bergbaulich genutzten Gebietes im Bezirk Erfurt ist das frühere Kiesabbaugebiet des VEB Baustoffkombinates Sömmerda im Nordosten der Stadt Erfurt, das heutige Naherholungsgebiet „Nordstrand“ (RAU 1972). Bereits während des Abbaues wurde die heutige Böschung gestaltet und die künftige Strandzone vorbereitet. Selbst die Anlage von Untiefen war geplant. Dazu waren unter anderem Berechnungen notwendig in welcher Höhe sich nach Einstellen der Grundwasser-

absenkung<sup>1)</sup> der ungefähre Wasserstand einpegeln würde. Zwecks Rekultivierung ausgesuchter Areale, die sich zwar innerhalb des einstigen bergbaulich genutzten Gebietes aber außerhalb der heutigen Wasser- und Strandzone befanden, wurde kulturfähiger Boden aufgetragen.

Noch wesentlich größere Bedeutung als der Schutz des Bodens vor volkswirtschaftlich unzweckmäßiger Nutzung hat jedoch die richtige Behandlung des land- und forstwirtschaftlich genutzten Bodens. Wenn wir heute als Gebrauchswert des Bodens in der Land- und Forstwirtschaft die Bodenfruchtbarkeit definieren, dann sind damit die früheren ausschließlich auf die Eignung des Bodens als Pflanzenstandort ausgerichteten Definitionen überholt. Heute verstehen wir darunter die Eignung des Bodens für die Durchführung einer dem jeweiligen Stand der Produktionsverhältnisse und der Produktivität entsprechenden Land- bzw. Forstwirtschaft. Dies kann heute und in der Zukunft nur eine Feld- und Forstwirtschaft unter industriemäßigen Bedingungen sein. Somit wirken sich auch Eigenschaften und Vorgänge, die den Einsatz von Maschinen beeinflussen, hemmend oder fördernd auf die Bodenfruchtbarkeit aus.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß der Einsatz von Maschinen bzw. von Maschinenkomplexen, wie die Durchführung einer industriemäßig betriebenen Großflächenfeldwirtschaft überhaupt nicht nur von Einzeleigenschaften, wie Verdichtungsneigung und Steingehalt sondern von der Heterogenität des Bodenmosaiks und natürlich vom Mesorelief ganz erheblich abhängen kann. Nach SCHMIDT 1972 sind etwa 30 % der Ackerfläche der DDR nach Oberflächenbeschaffenheit und Struktur der Bodendecke für die Bildung von Großschlägen und die Durchführung einer industriemäßigen Pflanzenproduktion gut geeignet, auf etwa 50 % sind neben Schlägen mittlerer Größe einzelne Großschläge ohne Schwierigkeiten möglich, während auf etwa 25 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche eine industriemäßige Feldwirtschaft durch ungünstige Reliefgestaltung aber auch heterogenes Bodenmosaik zumindest stark beeinträchtigt ist. Die Oberflächengestaltung ist neben der Korngrößenzusammensetzung (z. B. Ton-Schluff-Verhältnis) eine der Hauptfaktoren für die Erosionsgefährdung bzw. das Ausmaß der Bodenerosion durch fließendes Wasser. Gerade für Gebiete mit mehr oder weniger stark bewegtem Relief ist ein Nebeneinander von Böden mit unterschiedlich starkem Auf- und Abtrag charakteristisch. Bei der Erosionsgefährdung ist der jeweilige Feuchtigkeitsgehalt des Standortes oftmals entscheidend. So sind Lehm- und Tonböden im trockenen Zustand relativ unempfindlich, im überfeuchteten Zustand ebenso wie Lößböden dagegen sehr gefährdet (WERNER 1967). Besonders anfällig sind beispielsweise die Sandlößstandorte im Buntsandsteingebiet des Eichsfeldes. Da Starkregen bei uns recht selten auftreten, andererseits die Bewirtschaftung der Flächen recht intensiv ist, tritt die tiefreichende Graben- bzw. Rinnenerosion nur lokal auf. Oftmals ist sie eine Folge von schematisch durchgeführten Meliorationsmaßnahmen (Verlegen oder

<sup>1)</sup> eine notwendige Maßnahme bei Lagerstätten die sich im Grundwasserbereich befinden und im Tagebauverfahren abgebaut werden sollen

Verrohren von Vorflutern ohne Berücksichtigung der Umweltfaktoren). Dagegen ist die schleichende, Millimeter um Millimeter abtragende Flächenerosion recht bedeutend. Die Winderosion spielt insbesondere auf Löß- und Sandböden eine Rolle.

Aus der Sicht der Umweltforschung ist die Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit Umweltgestaltung, denn Maßnahmen der Entwässerung, Beregnung, Düngung, Bodenbearbeitung, Flurgestaltung u. ä. dienen, vorausgesetzt, daß sie eine Verbesserung der Bodeneigenschaften beinhalten, der Erhaltung und Erhöhung der Funktionsfähigkeit eines wichtigen Teiles unserer natürlichen Umwelt. An dieser grundsätzlichen Beurteilung ändern auch unbeabsichtigte und unerwünschte Nebenwirkungen auf andere Umweltfaktoren, wie beispielsweise das Grund- und Oberflächenwasser nichts.

Sehr eng mit der Bewirtschaftung und dem Schutz des Bodens ist die Frage verbunden, ob die Filterwirkung des Bodens bei intensiver Düngung mit Mineraldüngern und organischen Stoffen (einschließlich Gülle, Jauche, Silosickersaft) sowie Einsatz von Unkraut- und Schädlingsbekämpfungsmitteln ausreicht, um Anreicherungen des Grundwassers sowie des Oberflächenwassers mit Wasserschadstoffen zu verhindern. So wird die Eutrophierung der Oberflächengewässer in der Regel mit intensiven Düngungsmaßnahmen in Verbindung gebracht. Wenn man die Filterwirkung des Bodens (FINK 1972) beurteilen will, muß man davon ausgehen, daß der Boden nicht nur als oberflächenaktives, polydisperses Filtersystem wirkt, dessen Leistungsfähigkeit mit seiner spezifischen Oberfläche zunimmt, sondern, daß im Boden als belebtem also biologisch aktiven System verschiedenartige durch Mikroorganismen ausgelöste Umwandlungsvorgänge ablaufen. Dabei darf nicht vergessen werden, daß der Boden im Stoffaustausch mit der Vegetation steht. Folglich filtert Lehmboden besser als Sandboden, Boden mit Vegetation besser als vegetationsloser Boden und Boden mit üppig wachsender Pflanzendecke besser als Boden mit geringwüchsigem Pflanzenbestand.

Dies trifft allerdings nur zu, soweit es sich dabei um Stoffe handelt, die von den Pflanzen aufgenommen werden, insbesondere Hauptnährstoffe. Es gibt Holzarten, wie beispielsweise die Schwarzpappel, die verbunden mit einer hohen Zuwachsrate eine hohe Aufnahmefähigkeit für Stickstoff besitzen, oder die Teichsimse, die Phenole umbauen und entgiften kann usw. Zur Verdeutlichung der Leistungsfähigkeit eines Bodens, bezogen auf das Filter- und Austauschverhalten — die spezifische Oberfläche ( $m^2/g$ ) einer Substanz ist umso größer, je geringer die Korngröße ist. Sie schwankt zwischen wenigen  $m^2$  und etwa  $500 m^2$ . Beispielsweise beträgt sie bei der Tonfraktion ca.  $400 m^2/g$ . Dies ist jedoch ein Durchschnittswert, da zwischen den hier vorkommenden Mineralen sehr große Unterschiede bestehen. Diese ergeben sich aus der unterschiedlichen Aufweitbarkeit der Schichtsilikate und der daraus resultierenden Zugänglichkeit der innerkristallinen Oberflächen. Die in Form von Mull vorhandene humifizierte organische Substanz unserer Böden hat eine spezifische Oberfläche, die zwischen  $800$  und  $1\ 000 m^2/g$  schwankt.

Als Wasserschadstoff spielen Stickstoff und Phosphor die wichtigste Rolle. Diese Problematik soll entsprechend der Themenstellung jedoch nur angedeutet werden (FRITZSCHE 1981).

So spielt Stickstoff unter den Grundwasserkontaminanten in Form des Nitrations eine besondere Rolle. Der Stickstoff unterliegt im Boden vielfältigen, insbesondere mikrobiellen Umwandlungen, die in den meisten Fällen dazu führen, daß im Boden vorhandener sowie mit Ernterückständen oder organischen Düngern zugeführter organisch gebundener Stickstoff ebenso wie Kunstdünger, der in Form von Ammoniak, Ammoniumsalzen oder Harnstoff in den Boden eingebracht wird, in der hochbeweglichen Nitratform vorliegt. Ein Teil des Düngerstickstoffs wird zudem unmittelbar dem Boden als Nitrat zugeführt. Auf Grund des zumeist geringen Filtrationsvermögens der Böden in Karstgebieten (in Thüringen sind dies die Ausstrichbereiche der geologischen Formationen Zechstein und Muschelkalk) ist die Gefahr des Eintrags dieses Wasserschadstoffes in das Grundwasser hier besonders gegeben. So werden die Nitrationen als einwertige Anionen von den überwiegend negativ geladenen Bodenkolloiden unserer thüringischen Böden kaum sorbiert. Dadurch entstehen erhebliche Auswaschungsverluste, die auch in der Landwirtschaft selbst aus ökonomischen Gründen höchst unerwünscht sind. Auch bei fehlender bzw. geringer Stickstoffdüngung werden aus Ernterückständen, aus Waldstreu, permanent absterbenden Bodenorganismen, Pflanzenwurzeln sowie aus dem umsetzungsfähigen Teil des Humusvorrates ständig beachtliche Mengen an Stickstoff frei und in Nitrate umgewandelt. Besonders in milden, feuchten Wintern wird ein Teil dieser dem Boden bzw. den Pflanzen entstammenden Nitrate ausgewaschen. Andererseits werden während der Vegetationsperiode bei intensivem Pflanzenwachstum kombiniert mit intensiver Zusatzdüngung, sowohl die gebildeten als auch die zugeführten Nitrate weitestgehend ausgenutzt. Als kritisch muß demzufolge die vegetationsarme bzw. vegetationsfreie Zeit angesehen werden (deshalb u. a. Zwischenfruchtanbau günstig).

Eine spezielle Problematik, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll, ergibt sich in Bezug auf die Auswaschung von Nitraten und anderen Nährstoffen im Grundwasser einschließlich bestimmter Bodenveränderungen bei der Gülledüngung. Ebenso gilt dies für die Abwasserverrieselung und -verregnung hier insbesondere unter dem Gesichtspunkt einer möglichen Anreicherung toxischer pflanzenaufnahme-fähiger Stoffe. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist die hohe Selbstregulationskraft des Systems Boden sowie Boden – Vegetation.

Entscheidend in allen Fällen, die die Sanierungsfunktion des Ökosystems Boden betreffen, ist die Frage, ob bzw. in welchen Relationen die zufällig oder absichtlich zugeführten Fremdstoffe im Boden abgebaut, gespeichert und akkumuliert oder ausgewaschen werden und schließlich, ob und in welchem Maße die angereicherten Stoffe pflanzenverfügbar sind. Eminent wichtig ist beispielsweise das Schicksal von organischen Verbindungen, die als Detergentien, Biozide sowie mit Industrie- und Kommunalmüll oder Industrieemissionen in den Boden gelangen. Jedoch würde eine Darstellung der Wechselbeziehungen Deponiekörper – Boden

den Rahmen dieser Publikation sprengen. Daher seien nur einige Grundsätze angemerkt.

Die Filterwirkung, die bei der Perkolation von Schmutzwasser in horizontaler und vertikaler Ebene die Wasserbeschaffenheit im Sinne einer Reinigung verändert und Pollutanten aus dem Sickerwasser eliminiert, basiert auf physikalischen, chemischen und biologischen Mechanismen. Die abschließende Darstellung soll diese Vorgänge verdeutlichen:

a) mechanisch

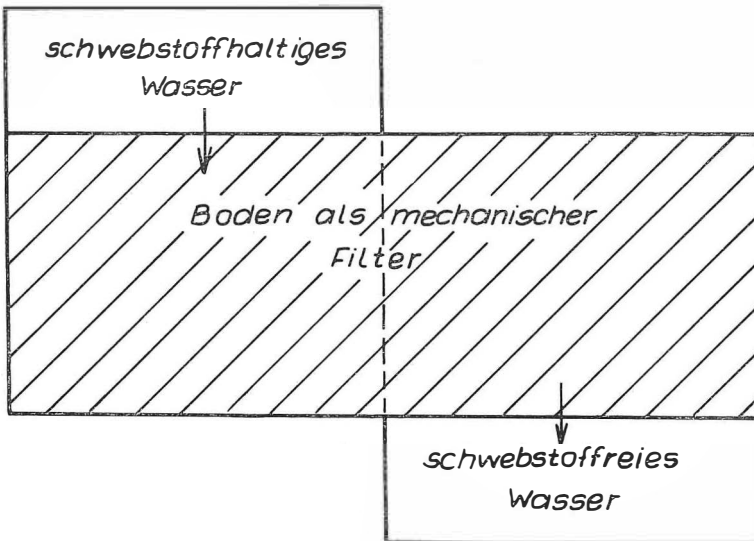


Abb. 1

Dieser kurze und sicher unvollständige Überblick über einige Wechselbeziehungen zwischen Boden und Umwelt sollte einen Einblick in die komplizierten Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Bodeneigenschaften und den daraus resultierenden Bodenprozessen einerseits und den differenzierten Einwirkungen der Umwelt auf dieses Ökosystem andererseits geben. Es ist selbstverständlich, daß viele Probleme in diesem Rahmen nur angedeutet werden können. Viele noch offene Fragen schließlich müssen in Zusammenarbeit mit den Nachbardisziplinen noch beantwortet werden.

b) physikochemisch

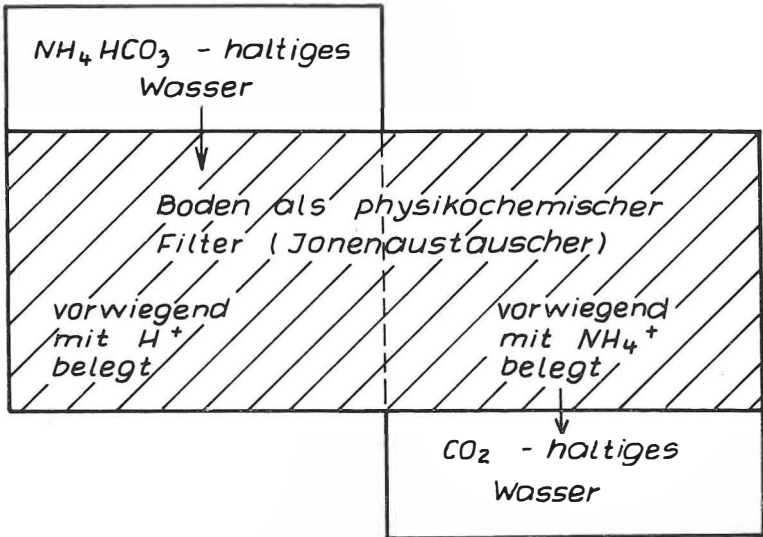


Abb. 2

c) chemisch

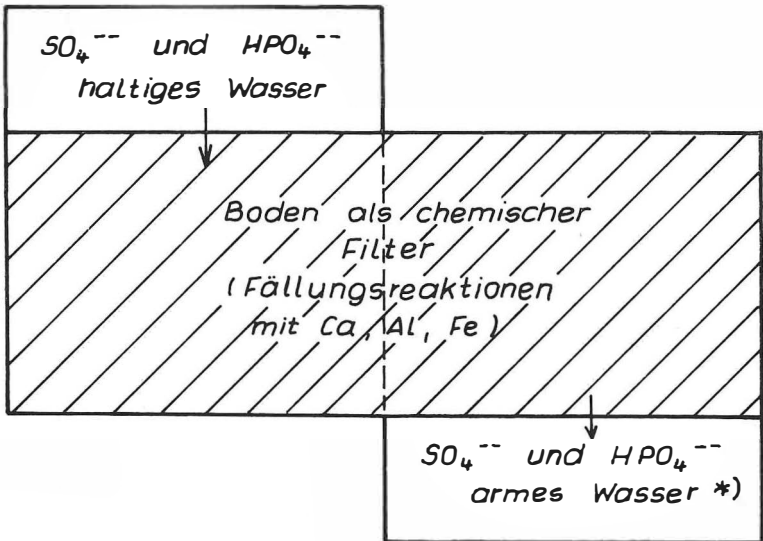


Abb. 3

\* je nach Löslichkeitsgrad in Abhängigkeit vom CO<sub>2</sub> - Gehalt des Wassers



d) biologisch

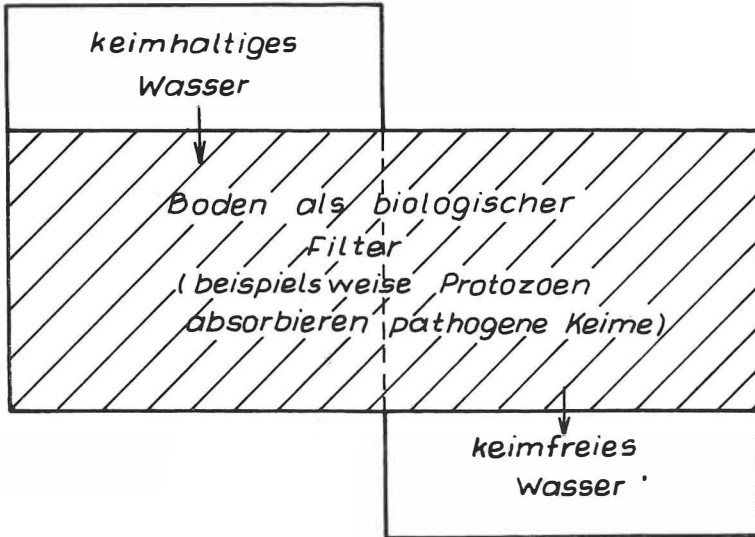


Abb. 4

## Literaturauswahl

FINK, A. (1972):

Filterfunktion und Produktivität von Böden. Mitt. Dtsch. bodenkundl. Ges. 16

FRITZSCHE, B. (1981):

„Probleme des Grundwasserschutzes in landwirtschaftlich genutzten Karstgebieten Thüringens“. In: Nutzung und Veränderung der Natur. Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR 15, 143–153 Gotha/Leipzig 1981

RAU, D.:

Bodengeol. Gutachten zur Wiederurbarmachung des ehemaligen Kieswerkes I Erfurt Jena 1972

SCHMIDT, R. (1972):

Standörtliche Heterogenität und Großflächennutzung in der Deutschen Demokratischen Republik. Wiss. Abh. geogr. Ges. DDR 9

WERNER, D. (1967):

Untersuchung der Denudationsdisposition in Thüringen verbreiteter Bodenformen und von Maßnahmen zu ihrer Veränderung. In: Arb. Inst. Meliorationswes. Grünland Univ. Jena

WÜNSCHE, M.; LORENZ, W.-D.; SCHUBERT, A. u. a. (1969):

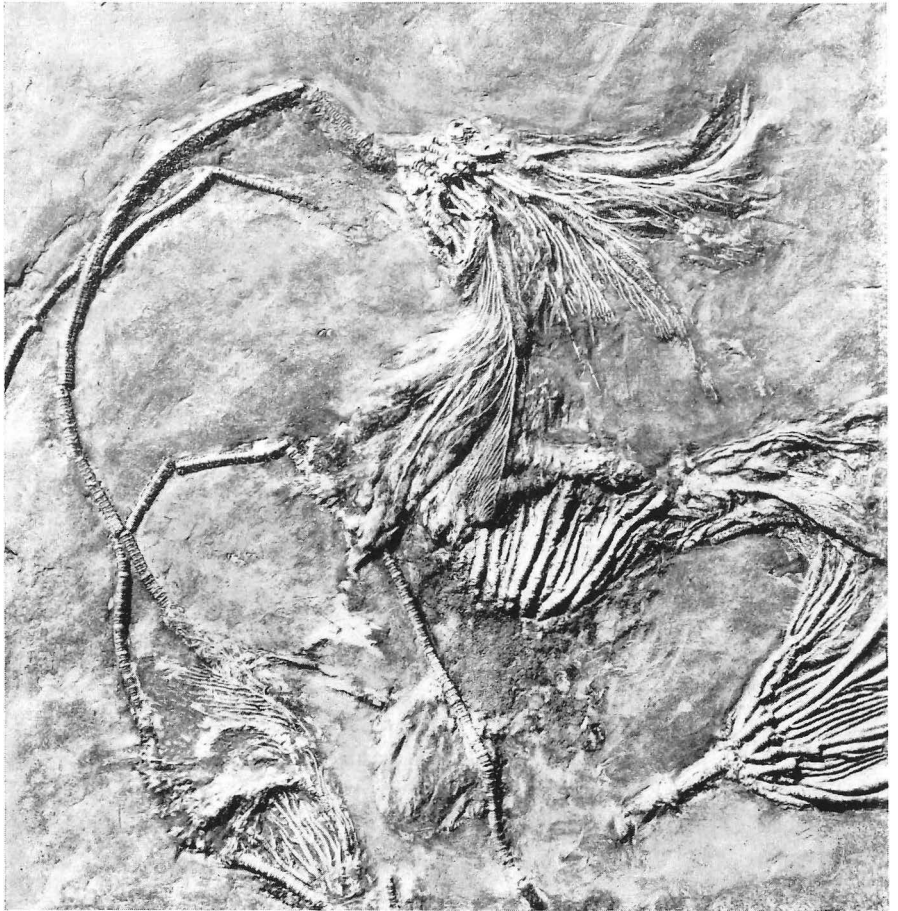
Die Bodenformen der Kippen und Halden im Braunkohlengebiet südlich von Leipzig. Schr.-R. Veröff. Landschaftspflege und Landschaftsplanung Berlin, Humboldt-Uni., 1969/I

Anschrift des Verfassers:

Dr. Bernd Fritzsche

5023 Erfurt

Hogelstraße 6



Seelilie *Seirocrinus subangularis* MILLER  
Lias epsilon (Posidonienschiefer)  
Holmaden/Württemberg  
Größe der Platte: 57 × 52 cm  
Sammlung Naturkundemuseum Erfurt  
Foto: Th.-M. Franke

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Veröffentlichungen des Naturkundemuseums Erfurt \(in Folge VERNATE\)](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Fritzsche Bernd

Artikel/Article: [Boden und Umwelt 45-53](#)