

Aus der Bundesanstalt für Bodenkultur, Wien

DER BODEN ALS FILTER

O.H. DANNEBERG

Der Boden und seine Funktionen

Der Boden ist jener Teil der obersten Erdkruste, der sich zwischen der Atmosphäre und dem mehr oder weniger festen Gestein als eine besondere Schichte ausgebildet hat.

Unter dem Einfluß von Sonneneinstrahlung und Wärmeenergie, von Wasser, Säuren, Sauerstoff und Kohlendioxid aus der Atmosphäre und nicht zuletzt - unter dem Einfluß des Lebens, verändern sich die primären Mineralien des bodenbildenden Gesteins. Sowohl zerkleinerte Primärminerale als auch sekundäre, mineralische Neubildungen bauen den Boden auf; dazu kommen als Reste und Umwandlungsprodukte lebender Organismen organische Stoffe, der Humus. Beide, anorganische und organische feste Teilchen sind räumlich so angeordnet, daß ein Gefüge mit Poren unterschiedlicher Größe und Form entsteht. Diese Poren sind mit Wasser und den darin gelösten Stoffen, der Bodenlösung, und mit Luft gefüllt. Der Prozeß der Bodenbildung ist ein in Jahrtausenden fortschreitender und in der Gegenwart noch weiterwirkender Vorgang (SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL, 1982).

In der Natur und in der menschlichen Bodenbewirtschaftung übt der Boden mehrere wesentliche Funktionen aus:

Eine Produktionsfunktion zur Erzeugung von Biomasse, die land- und forstwirtschaftlich nutzbar ist;

- eine Filter-, Puffer- und Transformationsfunktion für umweltbelastende Stoffe; der Boden wirkt dabei als Schutz für die empfindlicheren Umweltmedien Wasser und Luft; von dieser Funktion soll im folgenden ausführlicher die Rede sein;
- eine Infrastrukturfunktion zur Bereitstellung von Flächen für Siedlung, gewerbliche und industrielle Wirtschaftsanlagen, Verkehr, Entsorgung, Erholung etc. (BLUM, 1985).

Neben den genannten drei Hauptfunktionen werden noch die Funktion als Genreserve und als Lagerstätte für oberflächennahe Rohstoffe gesondert angeführt (BLUM, 1988).

Die gegenseitige Konkurrenz der Funktionen

Es ist wesentlich, darauf hinzuweisen, daß sich die genannten Bodenfunktionen gegenseitig konkurrenzieren und Mehrfachnutzungen nur beschränkt möglich sind. Bei Inanspruchnahme der Infrastrukturfunktion und der damit verbundenen Bodenversiegelung etwa fallen beide anderen Funktionen gänzlich aus. Ebenso gefährdet eine übermäßige Inanspruchnahme der Filterfunktion die Produktionsfunktion von Böden (BECK, 1987; DANNEBERG, 1987; BLUM, 1988). Zu den Aufgaben des Bodenschutzes gehört also ein gegenseitiges Abwägen der Nutzungsansprüche. In der Schweiz spricht man in diesem Zusammenhang von "haushälterischer Nutzung des Bodens", der Schweizer Bundesrat interpretiert den Begriff mit folgenden Zielen:

- langfristige Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens
- Verringerung der Verluste an gewachsenem Boden
- bessere Verteilung der Bodennutzung (HÄBERLI, 1985).

Zu durchaus ähnlichen Überlegungen hinsichtlich des Bodenschutzes in der Bundesrepublik Deutschland und in Österreich siehe DIETERICH u. SIX (1987), BECK (1987) und HANCVENCL (1987).

Der Eintrag von Schadstoffen in den Boden

In allen Ländern gilt der Eintrag von Schadstoffen in den Boden als eine mindestens potentielle Gefährdung, die die Produktionsfunktion ernstlich in Frage stellen kann. Als Schadstoffe gelten dabei Stoffe mit gesicherter oder vermuteter ökotoxischer Wirkung, insbesondere Schwermetalle, schwer abbaubare organische Stoffe, Säuren und Säurebildner und radioaktive Stoffe (HÄNI u. Ma., 1984; HAUNOLD u. Ma., 1982; BLUM, 1988). Während bei organischen Schadstoffen ein Abbau durch Bodenorganismen wenn auch bei manchen Verbindungsklassen erst nach langen Verweilzeiten - prinzipiell erwartet werden kann, erfolgt dieser bei vielen anorganischen Verbindungen nicht. Sie können wohl in nicht unmittelbar toxische Bindungsformen umgewandelt werden; werden diese jedoch wieder rückgewandelt, mobilisiert, so gewinnen sie ihre ursprüngliche Toxizität in vollem Umfang zurück. Im folgenden soll vorwiegend von diesen anorganischen Schadstoffen die Rede sein; sowohl in der öffentlichen Diskussion als auch in einschlägigen gesetzlichen Normen (z.B. NÖ KLÄRSCHLAMM- UND MÜLLKOMPOST-VERORDNUNG, 1989; STEIERMÄRKISCHE KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG, 1987) wird in diesem Zusammenhang von "Schwermetallen" gesprochen.

Abbildung 1 (nach BLUM, 1988) zeigt den Weg der Schadstoffe aus besonderen, in tieferen Schichten der Erde gelegenen Lagerstätten an die Erdoberfläche und ihre Verteilung über Industrie, Siedlung, Verkehr und Abfallwirtschaft. Der Weg führt entweder direkt oder indirekt über Luft und Wasser in

den Boden. Die auf diese Weise entstehenden Schadstoffflüsse zum Boden stellt Abbildung 2 (nach HÄNI u. Ma., 1984) schematisch dar.

Einträge in den Boden erfolgen aus der Atmosphäre durch Deposition auf der Oberfläche des Bodens oder auf der von Pflanzen; aus dem Wasser durch Einwaschung sowie direkt durch landwirtschaftlichen Eintrag; in diesem eingeschlossen ist der Beitrag der Abfallwirtschaft im Zuge der landwirtschaftlichen Unterbringung von Siedlungsabfällen. An Austrägen sind die Auswaschung und der Entzug durch Nutzpflanzen zu nennen; vom letzteren gelangt jedoch ein wesentlicher Teil in den Boden zurück. Meist wird nur ein kleiner Teil tatsächlich exportiert und dann an Nutztiere und schließlich an den Menschen weitergegeben. Da die Landwirtschaft den größten Teil der von Nutztieren konsumierten Schadstoffe in Form von Wirtschaftsdüngern wieder in den Boden bringt (KELLER, zit. nach HÄNI, 1984 pag. 42; HAUNOLD u. Ma., 1982) und auch ein Teil der menschlichen Konsumationsrückstände in Form von Siedlungsabfällen wieder dem Boden zufließt, verbleibt der bei weitem größte Teil aller Schadstoffe endgültig im Boden. Dort stellt sich eine Schadstoffdynamik in Form eines Gleichgewichtes zwischen Schadstofffestlegung und Schadstoffmobilisierung ein.

Das Verhalten von Schwermetallen im Boden

Für die aus der Verwitterung von Primärmineralien stammenden Grundgehalte der Böden liegen in Österreich noch keine flächendeckenden Untersuchungen vor. Einige Bundesländer haben jedoch bereits Bodeninventuren durchgeführt oder planen solche Maßnahmen. Die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft hat für die Durchführung solcher höchst aufwendiger Programme Grundlagen erarbeitet, die die Ver-

gleichbarkeit der Ergebnisse sicherstellen sollen (BLUM u. Ma., 1989).

Regionale Daten für Oberösterreich liegen von AICHBERGER u. Ma. (1981, 1989) und für das Marchfeld von KÖCHL (1987) vor. Tabelle 1 gibt diese Ergebnisse wieder. Zum Vergleich mit anderen Autoren siehe z.B. HÄNI u. Ma. (1984). Schwermetalle können in Böden in einer Reihe von Bindungsformen sehr verschiedener Löslichkeit vorliegen.

Schematisch lassen sich unterscheiden:

in Bodenwasser gelöste Anteile

- an oberflächenaktive Bodenbestandteile (Ton, Humus, Oxidhydrate) austauschbar gebundene Anteile
- anorganische Stoffe nicht austauschbar, hauptsächlich als komplexe gebundene Anteile
- als schwerlösliche Stoffe (Oxide, Sulfide, Sulfate, Phosphate, Carbonate) gefällte Anteile
- in Kristallgitter von Mineralien eingebaute Anteile.

Zwischen diesen Bindungsformen stellen sich jeweils thermodynamische Gleichgewichte ein; sie werden u.a. stark durch den pH-Wert beeinflusst (SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL, 1982; STUMM u. KELLER, 1984; HÄNI u. Ma., 1984; v.ZEJSCHWITZ, 1986).

Die Filtereigenschaften von Böden werden somit stark durch den Anteil an oberflächenaktiven Stoffen und durch ihre Natur bestimmt. Tabelle 2 zeigt die spezifische Oberfläche und Austauschkapazität der wichtigsten Tonmineralien sowie eines durchschnittlichen Huminsäurepräparates (nach SCHEFFER-SCHACHTSCHABEL, 1982).

Die Abhängigkeit der Löslichkeit von vier Schwermetallen vom pH-Wert zeigt Abbildung 3 (nach Swedish Ministry of Agriculture, 1982, zit. nach BLUM, 1988).

Die bedenkliche Entwicklung in vielen Waldböden ist die Folge von niedrigen Gehalten an oberflächenaktiven Bodenbestandteilen, insbesondere an Tonen und von niederen pH-Werten; sie ist zusätzlich noch mit wesentlich höheren Einträgen an Schwermetallen und Säuren oder Säurebildnern durch Ausfilterung dieser Stoffe aus der Luft durch die Waldvegetation (Interzeption) verbunden. Als Folge dieses Zusammenwirkens ungünstiger Umstände stellt ULLRICH (1984) bereits Austräge aus Waldböden in das Grundwasser fest, die die Summe der Einträge beträchtlich übersteigen; die Filterwirkung dieser Böden ist demnach bereits erschöpft.

Die Bewertung der Filterwirkung von Böden, die Bodenbelastbarkeit

Die Filterwirkung und die von ihr ableitbare Belastbarkeit von Böden durch den Eintrag von Schadstoffen ist also je nach Ausstattung der Böden mit oberflächenaktiven und pufferungswirksamen Stoffen sehr verschieden; daneben sind noch andere Faktoren, wie die Mächtigkeit des Profils, der Grobstoffgehalt, die Tiefe des Grundwasserspiegels und die sonstigen Wasserverhältnisse des Standortes von Bedeutung. Alle diese Boden- und Standortsverhältnisse können schon auf engem Raum in sehr weiten Grenzen schwanken. Die Feststellung ihrer Anordnung im Raum ist Aufgabe der Bodenkartierung. Eine Bewertung der Bodenbelastbarkeit muß daher von den durch die Bodenkartierung bereitgestellten Unterlagen ausgehen.

In Österreich hat die Bodenkartierung nach über 30jähriger Arbeit mehr als 90% der landwirtschaftlichen Nutzfläche im

Feld aufgenommen (KRABICHLER, 1984; DANNEBERG, 1986). Nach einem von NELHIEBEL (1985) und NELHIEBEL u. EISENHUT (1986) ausgearbeiteten Schema können diese Unterlagen zur Abschätzung der Filtereigenschaften und der Bodenbelastbarkeit mit Schwermetallen ausgewertet werden. Das Schema wird in Abbildung 4 wiedergegeben. Es kann zur Herstellung einer Bodenempfindlichkeitskarte benützt werden, die die Böden nach den Qualitäten "weitgehend tolerant", "minder empfindlich" und "empfindlich" unterscheidet und ausweist. Abbildung 5 gibt ein Beispiel einer solchen Karte (siehe dazu auch DANNEBERG, 1988).

Auf der in der Bundesrepublik Deutschland gültigen Kartieranleitung (AG BODENKUNDE, 1982) beruht ein von BLUME u. Ma. (1987) vorgelegter Beurteilungsansatz. Er legt zunächst für jedes der wichtigen Schwermetalle getrennt relative Bindungsstärken entsprechend dem pH-Wert fest. Diese werden dann nach Ton- und Humusgehalt, dem Gehalt an Eisenoxid, den Unterbodeneigenschaften und der klimatischen Wasserbilanz weiter modifiziert. Die Grundwassergefährdung wird danach in ein 5stufiges Schema (sehr gering, gering, mittel, stark, sehr stark) eingestuft.

Das Klärschlammkonzept der Bundesanstalt für Bodenwirtschaft

In der unkontrollierten Aufbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Flächen wird, neben dem atmosphärischen Eintrag, die derzeit bedenklichste Quelle des Schadstoffeintrags in Böden gesehen. Die gesetzlichen Regelungen aller Länder versuchen daher vordringlich diesen Eintrag zu kontrollieren. Das von der Bundesanstalt für Bodenwirtschaft erstellte Konzept ist in wesentlichen Punkten in zwei österreichische Landesverordnungen (NÖ KLÄRSCHLAMM- u.

MÜLLKOMPOST-VERORDNUNG, 1989; STEIERMÄRKISCHE KLÄRSCHLAMM-ORDNUNG, 1987) eingegangen. Das Konzept sieht vor:

1. Wiederholte Untersuchung des Schlammes und Feststellung seiner Brauchbarkeit für die landwirtschaftliche Verwertung. Dies geschieht hauptsächlich durch Untersuchung des Schadstoffgehaltes und Bewertung desselben durch ein Grenzwerteschema. Gleichzeitig damit wird auch der Nährstoffinhalt des Klärschlammes analytisch festgehalten, diese Ergebnisse werden später für die Düngeberatung benützt.

2. Erstellung einer Bodenempfindlichkeitskarte der für die Beschlämmung in Aussicht genommenen Flächen durch die Bundesanstalt für Bodenkunde. Mit Hilfe dieser Karte kann der Kläranlagenbetreiber mit den Besitzern "weitgehend toleranter" Flächen direkt verhandeln, um zu ermitteln, welche Grundbesitzer Flächen zur Beschlämmung zur Verfügung stellen wollen.

3. Begehung der so ermittelten Grundstücke durch bodenkundlich geschulte Personen, zum Beispiel Mitarbeiter der Bundesanstalt, unter Anwesenheit des jeweiligen Grundbesitzers. Im Zuge dieser Begehung werden Proben für die Erstuntersuchung der Flächen sachkundig entnommen. Der anwesende Grundbesitzer wird über die bei weiteren Probenahmen einzuhaltende Vorgangsweise genauestens unterrichtet, um die für die Folgeuntersuchung notwendigen Proben selbständig entnehmen zu können.

4. Durchführung einer einmaligen, relativ umfangreichen Erstuntersuchung an dem so gezogenen Probenmaterial. Diese Untersuchung umfaßt bodenkundliche Grundparameter, Größen zur Charakterisierung des Nährstoffgehaltes der betreffenden Fläche sowie vor allem den Grundgehalt der Fläche an den wesentlichsten Schadstoffen; in den landesgesetzlichen

Regelungen ist der Umfang der Untersuchung festgelegt. Sie dient damit sowohl als Grundlage für die spätere Düngeberatung als auch nicht zuletzt für die Beweissicherung eines Bodenzustandes vor durchgeführter Beschlämmung. Dadurch wird der Grundbesitzer in die Lage versetzt, die Wirkung seiner Maßnahmen nicht nur selbst abzulesen, sondern auch rechtswirksam zu dokumentieren. Aus eben diesem Grund erscheint es wesentlich, daß diese Untersuchung von einer öffentlichen Stelle durchgeführt wird, vor allem von einer Stelle die vom Betreiber der Kläranlage völlig unabhängig ist. Die Bundesanstalt für Bodenwirtschaft ist in der Lage, die meisten der hiezu notwendigen Untersuchungen durchzuführen.

5. Aufnahme der nach 4. erhobenen Daten in einer Schlagkartei. In dieser Kartei finden neben den nur einmal analysierten Parametern der Erstuntersuchung auch die Ergebnisse der Klärschlammuntersuchung nach Punkt 1. sowie die Ergebnisse späterer Folgeuntersuchungen am Boden der jeweiligen Fläche sowie am Schlamm Aufnahme. Die Schlagkartei dient als Grundlage zur rechtsverbindlichen Dokumentation sowie zur laufenden Beratung des Grundbesitzers über die durch die Beschlämmung manchmal stark veränderten Düngemaßnahmen. Die Bundesanstalt für Bodenwirtschaft ist in der Lage, mit Zustimmung des Grundbesitzers eine derartige Schlagkartei EDV-gestützt zu führen.

6. Folgeuntersuchungen an der beschlämmten Fläche in einem gegenüber der Erstuntersuchung wesentlich reduzierten Umfang werden in einem Abstand von 3 bis 5 Jahren, jedenfalls aber nach jeder weiteren Beschlämmung empfohlen. Ihre Ergebnisse werden in der Schlagkartei nach Punkt 5, aufgenommen. Ebenso wird auch der jeweils verwendete Klärschlamm

regelmäßig zu untersuchen sein, auch diese Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Mit Hilfe der oben beschriebenen Vorgangsweise ist nach Meinung des Autors das mit der Ausbringung von Klärschlamm verbundene Risiko für unsere Böden auf das geringstmögliche Maß zurückgenommen. Die Vorgangsweise ergibt die Möglichkeit, den Besitzern der betroffenen Flächen jederzeit das Abbrechen der Beschlämmung zu empfehlen, wenn sich Anzeichen einer zu starken Anreicherung gefährlicher Schlamminhaltsstoffe in ihren Flächen feststellen lassen. Durch die laufende, rechtsverbindliche Dokumentation der Kontrolle ist der Grundbesitzer auch in allfälligen Haftungsfragen weitgehend geschützt.

Die landesgesetzlichen Regelungen in Niederösterreich und in der Steiermark gehen bereits von der Verwendung dieses Konzeptes aus, sehen also eine Berücksichtigung von Bodenqualitäten vor.

Die folgende Übersicht gibt ein Beispiel für eine aufgrund der oben genannten Schlagkartei erstellte Einzelberatung:

KARTIERUNGS- UND UNTERSÜCHUNGSERGEBNIS

ERLÄUTERUNG

Flächenbezeichnung, Grundbesitzer, Probenummer,
Ortsgemeinde

kalkfreie Lockersediment-Braunerde weitgehend tolerant
mittelgründig

bis 20 cm geringer, von 20-60/70 cm mäßiger, darunter
vorherrschender Grobanteil

gut mit Wasser versorgt

leicht bis mittelschwer

stark humos

schwach sauer

kalkfrei

niedrige Versorgung des Oberbodens mit verfügbarem P_2O_5 und K_2O ; hohe Wasserlöslichkeit des P_2O_5 , sehr niedrige Versorgung des Unterbodens mit P_2O_5 und K_2O

normaler Gesamt-P-Gehalt

mittlere Fixierung im Oberboden

elektrische Leitfähigkeit: nicht gemessen

austauschbare Kationen: zu niedrige K-Anteile, sonst alle Werte im Normalbereich; Magnesiumversorgung ausreichend; K:Mg etwa 1:3-4

Austauschkapazität (T-Wert): mittel bis hoch

Mikronährstoffe (Cu u. Zn in EDTA): mittlere Gehalte

Schwermetalle (Königswasser): As-Gehalte sehr nahe am "Kloke-Wert" (20 ppm), alle anderen Gehalte deutlich unter den Grenzwerten.

INTERPRETATION

Klärschlammgaben in erlaubter Höhe (2,5 t TS/ha alle 2 Jahre für Grünland) möglich

Düngewirkung bei N und P (2,5 t TS/ha): etwa 75 kg N und 75 kg P_2O_5 , wobei eine verzögerte Wirkung bei N zu erwarten ist

zusätzlicher Düngebedarf: N nach Bestandeszustand und Nutzungsart

P_2O_5 1/2 Entzug

K_2O Entzug + 20%

Tab. 1: Schwermetallgehalte in Böden Oberösterreichs und des Marchfeldes (nach AICHBERGER et al., 1981, 1989 und KÖCHL, 1987)

Element	gemessene Werte in mg/kg Trockenmasse									
	M a r c h f e l d (Lit.Köchl)					O b e r ö s t e r r e i c h (Lit.Aichberger)				
	Mittelwert X	Median	Min.	Max.		Mittelwert X	häufigster Wert	Min.	Max.	
As	9,3	9,5	4,4 bis	14,2		6,0	6,2	1,2 bis	39,4	
Cd	0,23	0,23	0,08 bis	0,41		0,28	0,2	0,07 bis	2,4	
Co	6,2	8,0	3,7 bis	14						
Cr	38	36,7	17 bis	81		32	30	5 bis	128	
Cu	22	20,5	5,1 bis	75		19	20	4 bis	82	
Hg	0,16	0,07	0,04 bis	2,74		0,1	0,10	0,04 bis	1,8	
Mo	0,28	0,29	0,07 bis	0,51						
Ni	25,	25,3	9 bis	58		23	21	2 bis	117	
Pb	20	17,3	8,4 bis	130		26	25	5 bis	131	
Se	0,22	0,20	0,1 bis	1,37		0,21	0,2	0,02 bis	1,2	
Zn	56	54,0	10,5 bis	125		71	70	32 bis	220	

Tab. 2: Spezifische Oberflächen und Kationenaustauschkapazität von oberflächenaktiven Bodenbestandteilen

Bodenbestandteile	Spezif.Oberfläche (m ² /g)	Kationenaustauschkapazität mVal/100 g
Tone:		
Kaolinit	1 - 40	3 - 15
Illit	50 - 200	20 - 30
Vermiculit	600 - 700	150 - 200
Smectit	600 - 800	70 - 130
Organisch:		
Huminsäure	800 - 1000	180 - 350

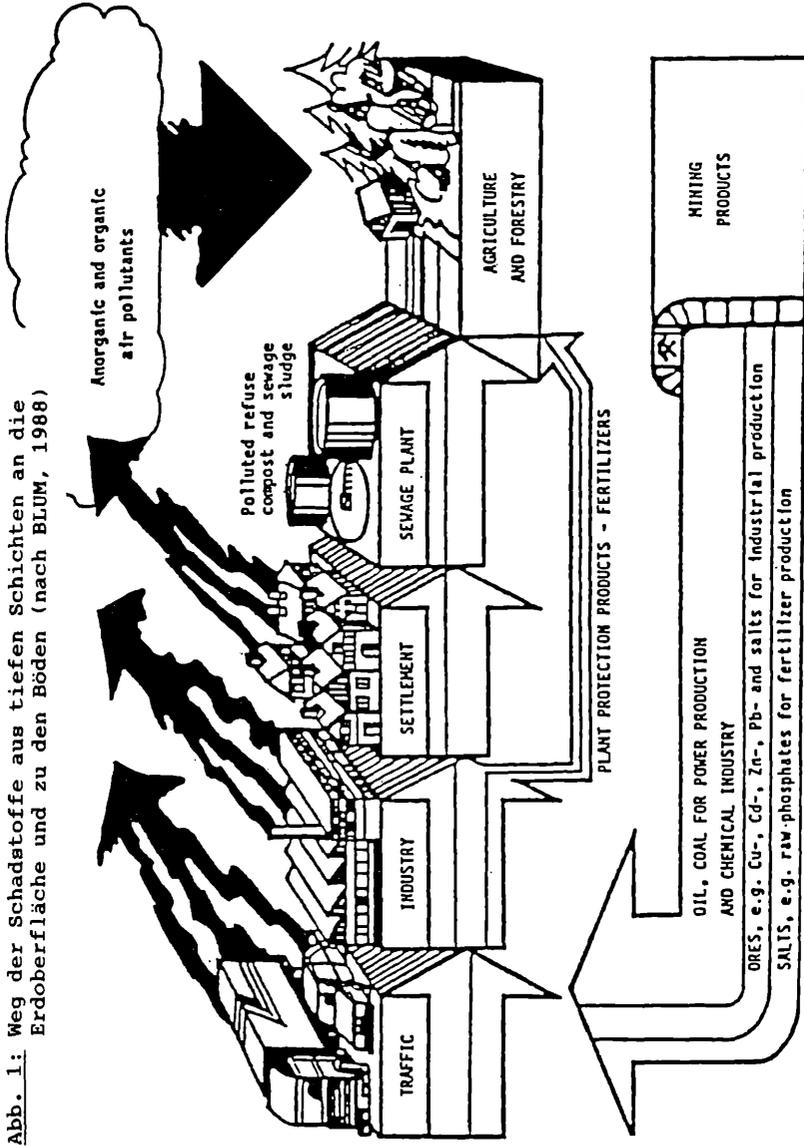
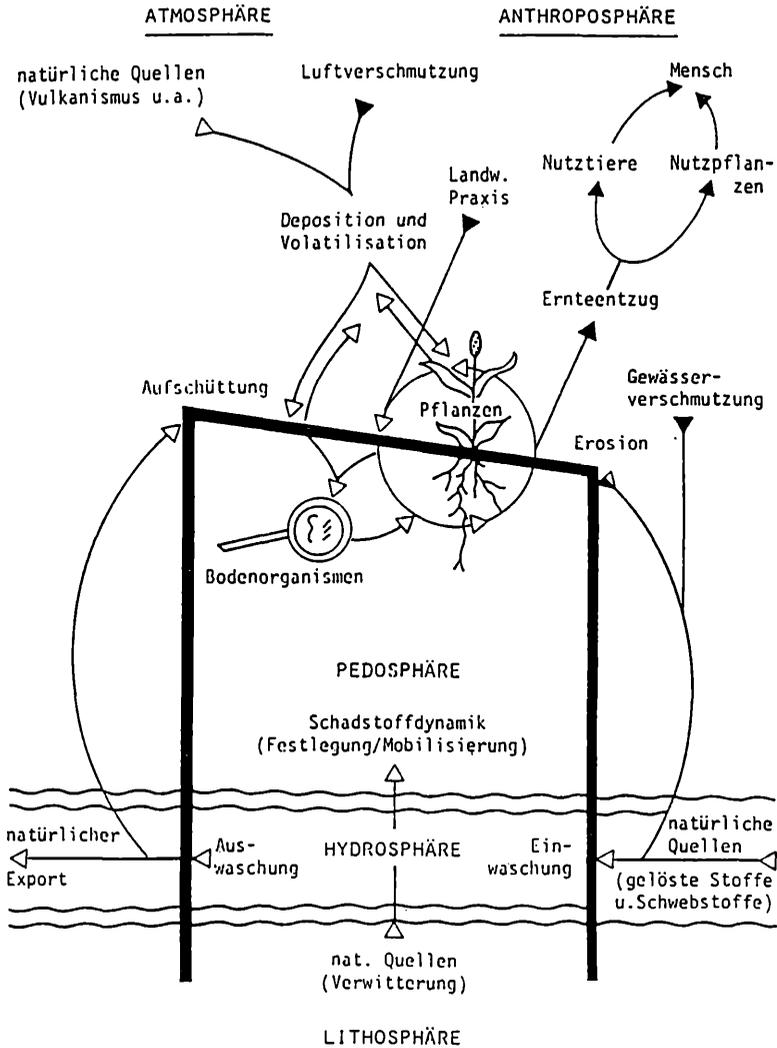


Abb. 2: Schematische Übersicht der Schadstoffflüsse im Umfeld der Pedosphäre (nach HÄNI u.Ma., 1984)



► direkte anthropogene Interventionsstellen

Abb. 3: Abhängigkeit der Löslichkeit von vier Schwermetallen vom pH-Wert (nach SWEDISH MINISTRY of AGRICULTURE, 1982, zit. nach BLUM, 1988)

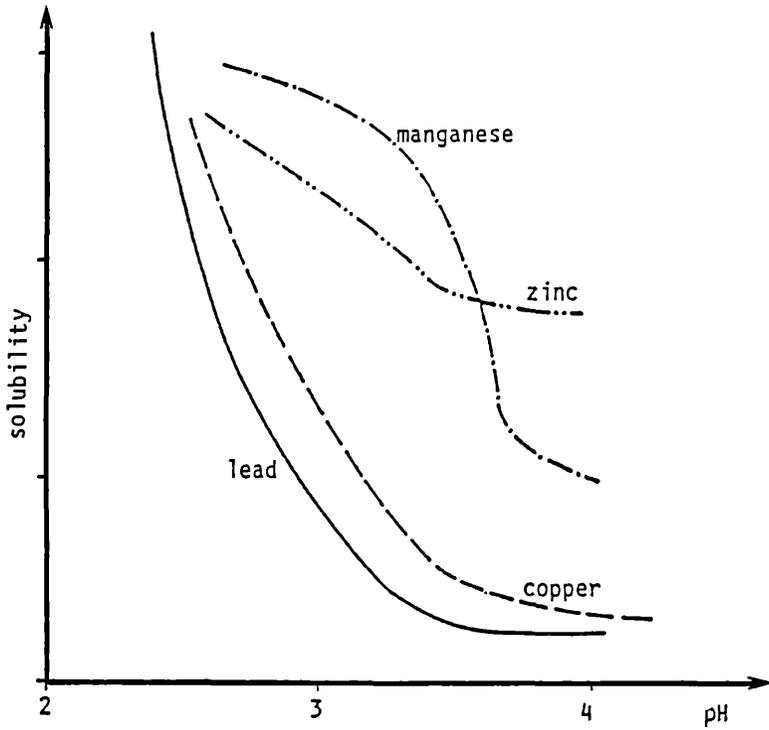


Abb. 4: Auswertungsschema für die Erstellung von Bodenempfindlichkeitskarten (nach NELHIEBEL u. EISENHUT, 1986)

EMPFINDLICH SIND (unabhängig von der Punktezahl) BÖDEN MIT DEN FOLGENDEN EIGENSCHAFTEN:

1. Feucht, na0, wechselfeucht mit Überwiegen der Feuchtphase.
2. Stark Überschwemmungsgefährdet.
3. Hohe und sehr hohe, bzw. hohe bis mäßige Durchlässigkeit in Verbindung mit Grund- bzw. Hangwasser im Profil.
4. Stark hängig (16-20°), steilhängig (>20°).

EMPFINDLICH SIND WEITERS BÖDEN, DIE 9,5 UND WENIGER PUNKTE ERREICHEN.

MINDER EMPFINDLICH SIND BÖDEN, DIE 10 BIS 12 PUNKTE ERREICHEN.

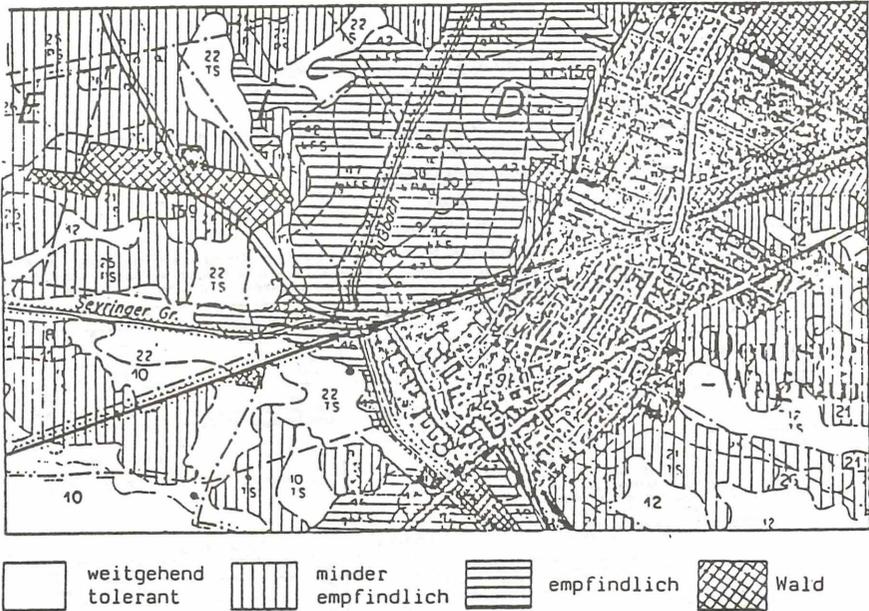
WEITGEGEND TOLERANT SIND BÖDEN, DIE 12,5 UND MEHR PUNKTE ERREICHEN.

ANMERKUNG: Bei WEITGEGEND TOLERANTEN sowie bei MINDER EMPFINDLICHEN Flächen ist ab den Neigungsverhältnissen "schwach geneigt" (>2°) nur ENTWÄSSERTE KLÄRSCHLAMM zu verwenden. Bei tonreichen Böden, die zu starken Schrumpfungen neigen (Schwundrisse), ist ebenfalls nur ENTWÄSSERTE KLÄRSCHLAMM zu verwenden, wenn sich das Grundwasser nicht tiefer als 5 m befindet.

PARAMETER	BEWERTUNG		
	0	1	2
REAKTION, pH-WERT	stark sauer, sauer < 4,5 - 5,5	schwach, sauer 5,5 - 6,5	neutral, alkalisch, at. alkalisch 6,5 - > 8
BODENSCHWERE bis 50 cm Tiefe	sehr leicht, leicht (Sand, schluffiger Sand, lehniiger Sand, sandiger Schluff, Schluff)	mittelschwer (toniger Sand, sandiger Lehm, lehniiger Schluff)	schwer, sehr schwer (sandiger Ton, Lehm, schluffiger Lehm, lehniiger Ton, Ton)
ORGANISCHE SUBSTANZ bis 30 cm Tiefe Entscheidungshilfen: 1) Falls humoser Horizont nur bis 15 cm Tiefe (z.B. 10-15), dann 1/2 Punktezahl. 2) Bei stark humos bis mittelhumos bzw. mittel- humos bis schwach humos und über 30 cm mächtig = 2 bzw. 1. 3) Wenn Böden bis 20 cm stark humos bzw. mittelhumos und darunter, schwach humos = 2 bzw. 1. 4) Bei sauren und stark sauren bzw.	schwach humos < 1,5 % O.S.	mittelhumos 1,5 - 4,0 % O.S.	stark humos > 4,0 % O.S.
DURCHLÄSSIGKEIT	Trockengebiet (< 700 mm) Feuchtgebiet (> 700 mm)	sehr hoch hoch	hoch mäßig
GRUND- BZW. HANGWASSERTIEFE	im Profil (< 1,5 m)	nicht sehr im Profil (1,5 - 5 m)	mäßig, gering, sehr gering gering, sehr gering
HÄNGIGKEIT	hängig 11 - 15 °	leicht hängig 6 - 10 °	in größerer Tiefe (> 5 m)
EROSIONSGEFÄHRDUNG Entscheidungshilfen: 1) Stellenweise mäßig gefährdet = 1,5. 2) "in allgemeinen räuml. gefährdet" = 2. 3) "nur bei Katastrophen- hochwasser Überschwem- mungsgefährdet" = 1	stark gefährdet	mäßig gefährdet	eben bis schwach geneigt 0 - 5 °
WASSERVERHÄLTNISSE Entscheidungshilfen: 1) "mäßig feucht, stellen- weise feucht oder na0" = 0,5. 2) Bei Schwankungsbreite von gut versorgt bis na0 = 0,5	wechselfeucht in extremer Ausprägung	mäßig feucht, gut versorgt durch Grundwasser, wechselfeucht, wechselfeucht mit Überwiegen der Trockenphase, mäßig wechselfeucht, trocken sehr trocken	nicht gefährdet
MELIORATIONEN	zumteil entwässert	nicht entwässert	

Übergänge = 0,5 Punkte
zum Teil = 0,5 Punkte
Punktemaximum = 17

Abb. 5: Bodenempfindlichkeitskarte 1:25.000 der Umgebung von Deutsch-Wagram, Ausschnitt



Schlußbetrachtung

Bei genügender Beachtung der großen Unterschiede in den Filtereigenschaften von Böden und der sich daraus ergebenden Belastbarkeiten können gezielte Bodenbelastungen im Zuge der Unterbringung von Klärschlämmen in der Landwirtschaft so erfolgen, daß die Böden die Schadstoffe voll aufnehmen und eine Gefährdung des Wassers vermieden wird. Daß die Filterkapazität von Böden jedoch keineswegs unerschöpflich ist, zeigen die bereits erwähnten Berechnungen der Schadstoffflüsse in manchen Waldböden (ULRICH, 1984).

Das volle Aufnehmen der Schadstoffbelastung durch die Böden bedeutet jedoch eine schrittweise Anreicherung der Böden mit dem Schadstoff. Einmal in Böden eingetragene Schwermetalle sind nach heutigem Wissensstand nie wieder aus den Böden entfernbar. Nach einer von EL BASSAM u. THORMANN (1980) aufgestellten Formel läßt sich der Verlauf dieser Anreicherung berechnen. Unter der Annahme eines Zinkgehaltes entsprechend dem heutigen Grenzwert von Klärschlamm (2000 ppm Zn) ergibt sich, daß nach etwa 100 Beschlämmungen in der derzeit üblichen Höhe ein Boden bis auf den jetzt endgültigen Grenzwert (300 ppm) angereichert wäre. Diese volle Ausschöpfung des Grenzwertes kann jedoch keinesfalls das Ziel einer landwirtschaftlichen Unterbringung von Klärschlamm sein. Es ist mit dieser Summe lediglich die Zeit gegeben, innerhalb der eine Umstellung der Technologien so erfolgen muß, daß Abfallstoffe problemlos rückgeführt werden können. Viel früher schon werden aber wirksame Maßnahmen zur massiven Einschränkung des Eintrags über die Luft, also Maßnahmen zur Luftreinhaltung, notwendig werden.

SUMMARY

The soil as a filter

The functions of soil include production of biomass, which can be utilized in agriculture and forestry; the action as a filter and buffer- and, finally, the action as the spatial base for technical, industrial and socio-economic structures. The mutual competition of these functions is underlined. Soil pollution is defined as the use of the filter- and buffer-functions, which partly or even totally preclude the production-function.

Inorganic pollutants are of special interest, because they are not biologically degraded, thereby not losing their toxicity, unlike most organic substances. When filtering, soils are increasingly enriched with these inorganic pollutants. The immobilization of the pollutants in soil depends upon soil properties, i.e. soil tolerance for pollution differs in space.

Two possibilities to quantify soil properties with respect to this tolerance are quoted, one based on the Austrian, the other on the German Soil Survey. The Austrian approach has already been used in the legislation of Lower Austria and Styria. The basic concept of this approach is outlined.

Literatur

AG BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung, 3. Auflage, Hannover.

AICHBERGER, K., BACHLER, W., PICHLER, H.(198): Schwermetalle in Böden Oberösterreichs und deren Verteilung im Bodenprofil.- Landw. Forsch., Sonderheft 38, 350-362.

AICHBERGER, K., HÖFER, G.(1989): Arsen-, Selen- und Quecksilbergehalte landwirtschaftlich genutzter Böden Oberösterreichs.- Bodenkultur 40, 1 - 11.

- BECK, W.(1987): Das österreichische Bodenschutzkonzept.- Der Förderungsdienst, Sonderausgabe "Agrarpolitik und Bodenschutz", Hsg.: BMLF, Wien.
- BLUM, W.E.H.(1985): Bodenbelastung und Bodenschutz.- Bericht an das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Wien.
- BLUM, W.E.H.(1988): Problems of Soil Conservation.- Council of Europe, Nature and Environment Series Nr. 39, Strasbourg.
- BLUM, W.E.H., SPIEGEL, H., WENZEL, W.W. (1989): Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung.- Hsg.: BMLF, Wien.
- BLUME, H.P., MÜLLER, W., BORCHERT, H., FLEIGE, H., HORN, R., WOLKEWITZ, H.(1988): Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schadstoffen.- Merkblatt 212 d. DVWK, Vlg. P. Parey, Hamburg,Berlin.
- DANNEBERG, O.H.(1986): Kartierung landwirtschaftlich genutzter Böden in Österreich.- Mitt.d.Österr. Bodenkundlichen Ges., Heft 32, 7 - 35.
- DANNEBERG, O.H.(1987): Bodenschutz aus naturwissenschaftlicher Sicht.- Der Förderungsdienst, Sonderausgabe "Agrarpolitik und Bodenschutz", Hsg.: BMLF, Wien.
- DANNEBERG, O.H.(1988): Prognose- und Lösungsmöglichkeiten mittels Bodenkarten.- Wiener Mitteilungen 75, 211-227.
- DIETERICH, F., SIX, R.(1987): Die Bodenschutzkonzeption der Deutschen Bundesregierung.- Der Förderungsdienst, Sonderausgabe "Agrarpolitik und Bodenschutz".- Hsg.: BMLF, Wien.
- EL BASSAM, N., THORMANN, A.(1980): Potentials and limits of organic wastes in crop productions.- Compost Sci. 21, 30 - 35.
- HÄBERLI, R.(1985): Nationales Forschungsprogramm "Nutzung des Bodens in der Schweiz".- Bulletin 1, Bern.
- HÄNI, H.u. Ma.(1984): Bericht über die Belastung des Bodens mit Schadstoffen in der Schweiz.- Nationales Forschungsprogramm "Nutzung des Bodens in der Schweiz", Bericht Nr. 3, Bern.
- HANCVENCL, P.(1987): Rechtliche Aspekte des Bodenschutzes.- Der Förderungsdienst, Sonderausgabe "Agrarpolitik und Bodenschutz". Hsg.: BMLF, Wien.

- HAUNOLD, E., DANNEBERG, O.H., HORAK, O. u. TUSCHL, P. (1982): Die Nutzbarkeit radioaktiv kontaminierten Acker- und Weidelandes nach großräumigen Verstrahlungen in Abhängigkeit von der Zeit.- Beiträge für Umweltschutz, Lebensmittelangelegenheiten und Veterinärverwaltung, BMGU, Wien.
- KÖCHL, A. (1987): Die Belastung der Böden des Marchfeldes mit Schadstoffen.- Fachtagung Bodenschutz und Wasserwirtschaft, Österr. Ges. f. Natur- und Umweltschutz, Wien.
- KRABICHLER, A. (1984): Bodenkarten in Österreich. In: Kartographie der Gegenwart in Österreich, Hsg.: Arnberger, E.- Vlg. ÖAW, Wien.
- NELHIEBEL, P. (1985): Einsatzmöglichkeiten von Bodenkarten bei der Ausbringung von Siedlungsabfällen, besonders von Klärschlamm.- Mitt. Österr. Bodenk. Ges., Heft 29, 127 - 134.
- NELHIEBEL, P., EISENHUT, M. (1986): Die Bodenempfindlichkeitskarte - ein Beitrag zum Umweltschutz.- Mitt. Geol. Ges. 79.
- NÖ. KLÄRSCHLAMM- UND MÜLLKOMPOSTVERORDNUNG vom 17. Jänner 1989, LGBI. 6160-0, 1989.
- SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. 11. Auflage.- Enke-Verlag, Stuttgart.
- STEIERMÄRKISCHE KLÄRSCHLAMMVERORDNUNG vom 14. Dezember 1987, LGBI. Stück 19 Nr. 89, 1987.
- STUMM, W., KELLER, L. (1984): Chemische Prozesse in der Umwelt - die Bedeutung der Speziation für die chemische Dynamik der Metalle in Gewässern, Böden und Atmosphäre. In: Metalle in der Umwelt. Hsg.: Merian, E.- Vlg. Chemie, Weinheim.
- ULRICH, B. (1984): Deposition von Säuren und Schwermetallen aus Luftverunreinigungen und ihre Auswirkungen in Waldökosystemen. In: Metalle in der Umwelt. Hsg.: Merian, E.- Vlg. Chemie, Weinheim.
- ZEZSCHWITZ, E.v. (1986): Änderungen der Schwermetallgehalte nordwestdeutscher Waldböden unter Immissionseinfluß.- Geol. Jb., F 21, 3-61.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. Otto H. DANNEBERG, Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Denisg. 31-33, A-1200 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [1989](#)

Autor(en)/Author(s): Danneberg Otto Helmut

Artikel/Article: [Der Boden als Filter 11-32](#)