

Mitt. österr. geol. Ges.	79 (1986) Umweltgeologie- Band	S. 163–174 5 Abb., 2 Tab.	Wien, Dezember 1986
--------------------------	--------------------------------------	------------------------------	---------------------

Die Bodenempfindlichkeitskarte – ein Beitrag zum Umweltschutz

Von P. NELHIEBEL und M. EISENHUT*)

Mit 5 Abbildungen und 2 Tabellen

Zusammenfassung

Durch die Auswahl und Gewichtung wesentlicher Standortfaktoren kann aus der Österreichischen Bodenkarte 1 : 25.000 eine Bodenempfindlichkeitskarte abgeleitet werden. Aus dieser Spezialkarte ist zu entnehmen, welche Böden weitgehend tolerant (mit grüner Farbe), minder empfindlich (mit gelber Farbe) und empfindlich (mit roter Farbe dargestellt) gegenüber einer Beaufschlagung mit Klärschlamm sind. Für die Beurteilung der Empfindlichkeit der Böden werden folgende Boden- bzw. Standorteigenschaften herangezogen: Reaktion, Bodenschwere, Humusgehalt, Durchlässigkeit, Grundwassertiefe, Hängigkeit, Erosionsgefährdung, Wasserverhältnisse, Meliorationen.

Die Bodenempfindlichkeitskarte gestattet Kläranlagenbetreibern und Klärschlammausbringern, die an der Verwertung des Produktes in der Landwirtschaft interessiert sind, Flächen auszusuchen, die mit Klärschlamm belastet werden können.

Summary

The soil map of a certain area (scale 1 : 25,000) is being transformed to a "Soil-sensitiveness-map". On this special map largely tolerant soils are presented in green colour, less sensitive ones are shown in yellow and sensitive soils in red colour. The following soil and soil-site characteristics were applied to the assessment of sensitiveness of different soils: chemical reaction, clay-contents, organic matter, soil-permeability, level of ground-water, slope-inclinations, erosion, water-regime and meliorations. By using this Soil-sensitiveness-map, both sewage-sludge producer and sludge utilizer, who are equally interested to apply sewage-sludge in agriculture are allowed to pick out areas that can be charged with sewage-sludge.

Inhalt

Einleitung	164
Klärschlamm in der Landwirtschaft	164
Die Empfindlichkeit der Böden	165
Die Bodenkarte 1 : 25.000	166
Der Weg zur Bodenempfindlichkeitskarte	168

*) Anschriften der Verfasser: Dipl.-Ing. Peter NELHIEBEL, Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Denisgasse 31, A-1200 Wien; Dr. Max EISENHUT, Bundesanstalt für Bodenwirtschaft, Außenstelle Graz, Morellenfeldgasse 28/11, A-8010 Graz.

Die Bodenempfindlichkeitskarte	172
Schlußbemerkungen	173
Danksagung	174
Literaturverzeichnis	174

Einleitung

Durch die Errichtung von Kläranlagen ist es gelungen, die Wassergüte vieler österreichischer Flüsse und Seen ganz wesentlich zu verbessern. Als Endprodukte entstehen bei der Abwasserreinigung Klärschlämme, die nicht lange im Bereich der Kläranlagen gelagert werden können, da die Deponiekapazitäten begrenzt sind. Nun werden neben den ins Auge gefaßten Beseitigungsmöglichkeiten von Klärschlämmen durch Verbrennung und Deponie, die wegen der meist in erhöhtem Maße im Klärschlamm vorhandenen Schwermetalle nicht unproblematisch sind, im wesentlichen drei Arten der Verwertung diskutiert:

- a) Die Ausbringung auf landwirtschaftlich genutzte Flächen als Dünger;
- b) die Ausbringung auf Rekultivierungsflächen (Schipisten, Straßenböschungen u. ä. m.);
- c) die Trocknung der Schlämme (auf 10% Wassergehalt) und deren Verfeuerung in der Industrie als Brennstoffersatz.

Im folgenden wollen wir uns ausschließlich auf die Problematik der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm beschränken und die Bodenempfindlichkeitskarte vorstellen, die zu einer umweltgerechten Verbringung dieses Produktes beitragen sollte.

Klärschlamm in der Landwirtschaft

Dem Klärschlamm gegenüber besteht von Seiten der Landwirtschaft vielfach eine skeptische Einstellung. Man fürchtet vor allem eine Belastung der Böden mit organischen (HCH, HCB, PCB, PCA) und anorganischen (Cd, Pb, Hg, Zn, As, . . .) Schadstoffen und in weiterer Folge auch eine Gefährdung der Nutzpflanzen und des Grundwassers. Andererseits ist auch ein gewisses Interesse der Landwirte zu beobachten, da der Klärschlamm gratis abgegeben wird und eine nicht zu vernachlässigende Nährstoffwirkung (hauptsächlich Stickstoff und Phosphat) aufweist. In Grünlandgebieten (z. B. Tirol, Vorarlberg) ist der Klärschlamm allerdings wegen seiner relativ hohen Stickstoff-Düngewirkung umstritten, da der Stickstoff-Bedarf der Grünlandflächen zumeist durch Wirtschaftsdünger abgedeckt ist (hoher Viehbesatz).

Um eine kontrollierte Verwertung von Klärschlamm (flüssig mit 5–10% Trockensubstanz, entwässert mit 25–30% Trockensubstanz) in der Landwirtschaft zu ermöglichen, wurden bereits vor mehreren Jahren in der BRD und in der Schweiz Klärschlammverordnungen erlassen. Diese sehen im wesentlichen chemische Untersuchungen der Klärschlämme sowie der Böden vor und legen Grenzwerte für die Schwermetallgehalte im Klärschlamm und im Boden fest. Außerdem dürfen die Klärschlammgaben je Flächeneinheit und Jahr gewisse Höchstmengen nicht überschreiten.

Die Empfindlichkeit der Böden

Vom Standpunkt der Feldbodenkunde reichen jedoch die erwähnten Kontrollmaßnahmen nicht aus, um eine tatsächlich umweltgerechte Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft zu gewährleisten. Wir wollen einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor in die Überlegungen miteinbeziehen und zwar die Berücksichtigung der Dauereigenschaften der Böden, die den Bodenarten 1 : 25.000 entnommen werden können. Es muß betont werden, daß es nicht gleichgültig sein kann, ob Klärschlamm auf einen tiefgründigen und grundwasserfernen Standort (Abb. 1, Bodenprofil A) oder auf einen grundwassernahen Schotterboden (Abb. 1, Bodenprofil B) aufgebracht wird.

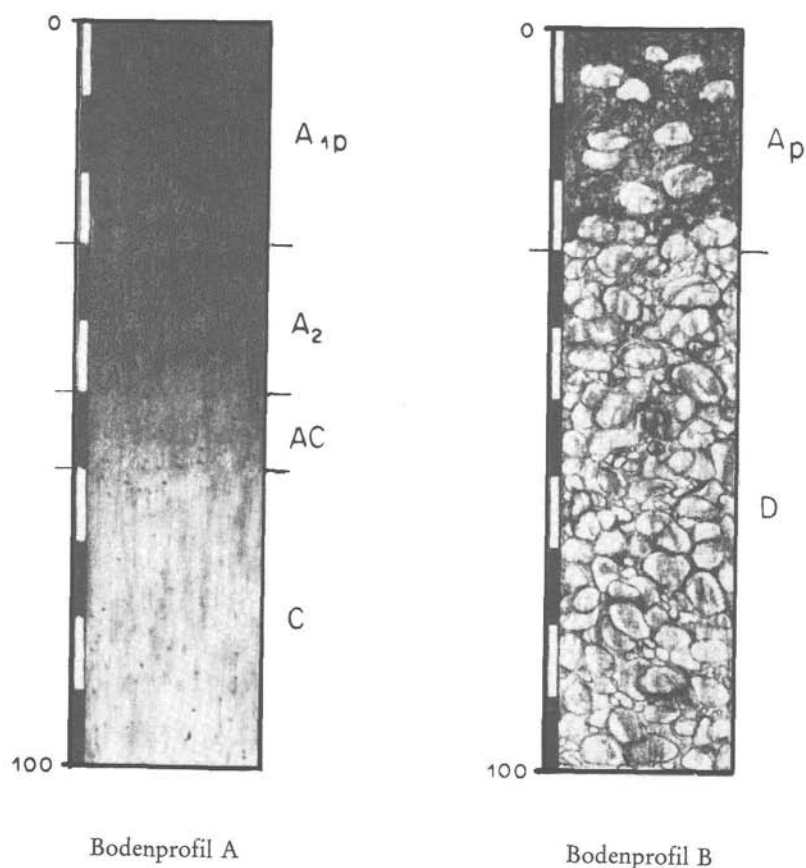


Abb. 1: Bodenprofile verschiedener Standorte.

Das Bodenprofil A zeigt einen Tschernosem (Steppenschwarzerde) wie er im Osten Österreichs, zum Beispiel im Marchfeld oder im Tullnerfeld, sehr häufig vorkommt. Es handelt sich um einen tiefgründigen, tiefhumosen, mittelschweren bis schweren, kalkhaltigen und alkalischen Boden von bester Bonität. Aufgrund seines außerordentlichen Sorptionsvermögens wirkt er wie ein Filter und es wird bei einer kontrollierten – d. h. auf die Einhaltung der Grenzwerte im Klärschlamm und im Boden sorgfältig geprüften – Aufbringung kaum zu einer Gefährdung der Pflanzen oder des Grundwassers kommen.

Anders wird sich der Paratschernosem (Bodenprofil B), der in Ostösterreich ebenfalls verbreitet ist (zum Beispiel auf der Gänserndorfer Flur oder auf der Parndorfer Platte), bei einer Klärschlammapplikation verhalten. Bedingt durch die leichte Bodenart (lehmgiger Sand) und einen sehr hohen Schotteranteil weist der Boden eine sehr hohe Durchlässigkeit auf. Außerdem ist der Boden kalkfrei und sauer. Es liegt auf der Hand, daß hier nicht nur das Grundwasser in Gefahr sein wird, sondern daß auch erhöhte Schadstoffmengen in die Pflanzen gelangen können, da durch die saure Reaktion die Elemente und somit auch die Schwermetalle beweglicher und leichter verfügbar sind.

Aus den Schilderungen der beiden Bodentypen geht klar hervor, daß sie gegenüber einer Klärschlammaufbringung eine unterschiedliche Empfindlichkeit aufweisen. Während der vorgestellte Tschernosem als weitgehend tolerant eingestuft werden kann, ist der beschriebene Paratschernosem ein empfindlicher Standort. Es ist daher wichtig, bereits vor der Ausbringung von Klärschlamm festzustellen, ob und wie stark eine Fläche ohne Gefahr für die Umwelt belastet werden kann. Die Umweltgefährdung weist hier im wesentlichen zwei Aspekte auf: die Gefahr für das Grundwasser und die Gefahr für die Pflanzen und in weiterer Folge für die Nahrungskette. Die Prüfung der Eigenschaften der Böden (Standorte), wie sie aus den Ergebnissen der Bodenkartierung hervorgehen und die Bestimmung der daraus resultierenden Bodenempfindlichkeit führen schließlich zur Ausarbeitung einer Bodenempfindlichkeitskarte.

Die Bodenkarte 1 : 25.000

Die räumliche bzw. flächenmäßige Verteilung verschiedener Böden in den verschiedensten Naturräumen unseres Landes können den Blättern der Bodenkarte 1 : 25.000 entnommen werden. Es soll in diesem Zusammenhang erwähnt werden, daß bereits etwa 90% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Österreichs von der Kartierung erfaßt sind. Der Anteil an gedruckten Karten ist naturgemäß geringer, erfaßt aber bereits ca. 60% der landwirtschaftlichen Böden.

Bei einer Bodenkarte 1 : 25.000, von der ein kleiner Ausschnitt in der vorliegenden Arbeit gezeigt wird (Abb. 2), handelt es sich um eine Landkarte mit genauer Topographie, auf der durch rote, strichlierte Linienführung die verschiedenen Bodenformen gegeneinander abgegrenzt sind. Eine Bodenform repräsentiert eine Fläche, die innerhalb ihrer Grenzen den gleichen Bodentyp und einen weitgehend

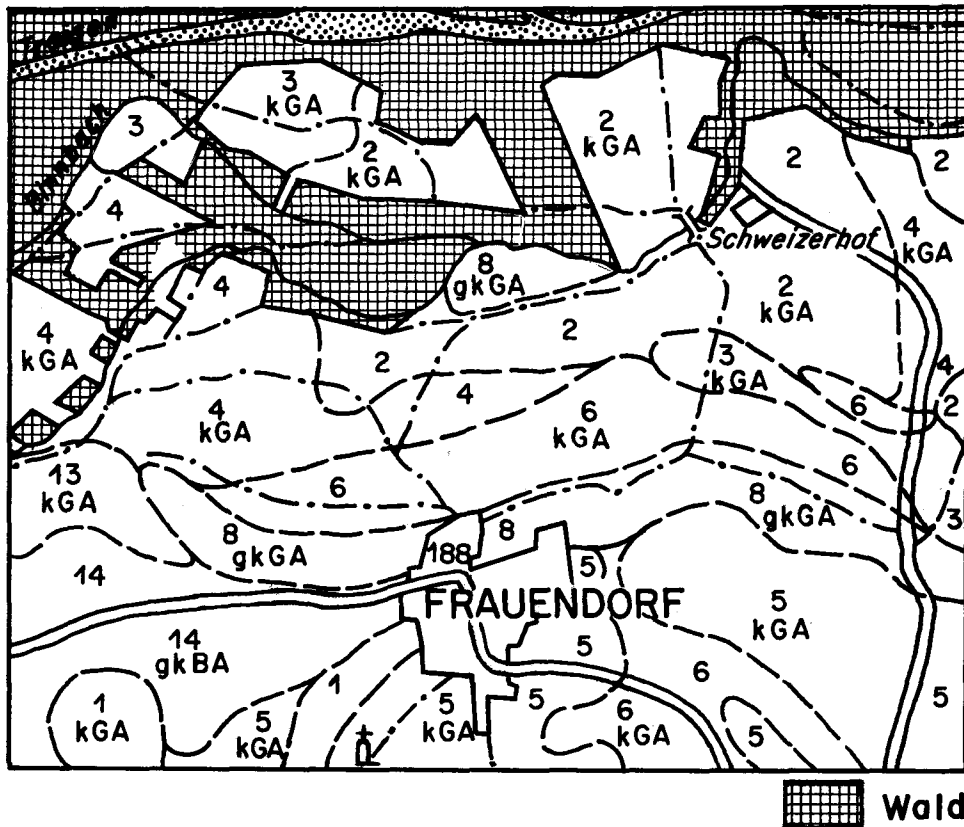


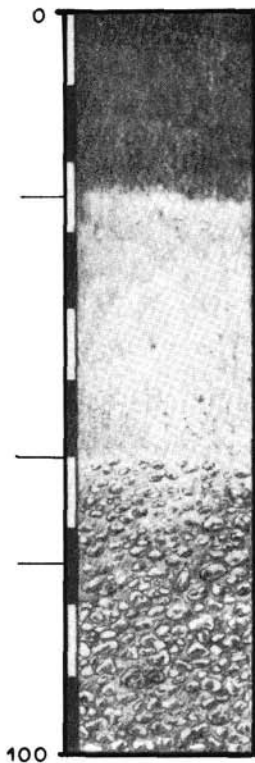
Abb. 2: Bodenkarte 1 : 25.000, Ausschnitt aus Kartierungsbereich Herzogenburg.

gleichen Standortcharakter aufweist. Jede Bodenfläche ist durch eine Zahl und in vielen Fällen durch eine Buchstabengruppe gekennzeichnet, die zur näheren Charakterisierung der Bodenform beitragen. Im Erläuterungsheft zur Bodenkarte kann aufgrund der Zahl eine entsprechende Bodenformbeschreibung gefunden werden (Abb. 3, 4).

Folgende aus der Bodenkarte 1 : 25.000 bzw. aus dem zugehörigen Erläuterungsheft erfaßbaren Boden- bzw. Standorteigenschaften bedingen die Empfindlichkeit eines Bodens (Standortes) gegenüber einer Klärschlammaufbringung:

1. Reaktion, pH-Wert
2. Bodenschwere
3. Organische Substanz
4. Durchlässigkeit
5. Grundwassertiefe
6. Hängigkeit
7. Erosionsgefährdung
8. Wasserverhältnisse
9. Meliorationen

Bodenform 3 (kGA)
Größe der Bodenform: etwa 60 ha = ca. 0,4% der kart. Fläche



Lage und Vorkommen: Landschaftsraum „Donau-niederung“, auf der Niederen Aufstufe der Donau; eben; in der Ortsgemeinde Traismauer

A_p Bodentyp und Ausgangsmaterial: kalkhaltiger Grauer Auboden aus jungem, feinem über groben Schwemmaterial

Wasserverhältnisse: wechselfeucht, überwiegend trocken; sehr geringe Speicherkraft, hohe Durchlässigkeit

Bodenart und Grobanteil:

A_p lehmiger Sand

C Sand oder lehmiger Sand

CD Sand mit hohem Grobanteil (Kies, Schotter)

D vorherrschend Grobanteil (Kies, Schotter), dazwischen Sand

Humusverhältnisse:

A_p mittelhumus; Mull

Kalkgehalt: stark kalkhaltig; etwa 20% Karbonatgehalt

Bodenreaktion: alkalisch

Erosionsgefahr: überschwemmungs- bzw. überstauungsgefährdet bei Katastrophenhochwasser

Bearbeitbarkeit: sehr gut zu bearbeiten

Natürlicher Bodenwert: mittelwertiges Ackerland

Abb. 3

Der Weg zur Bodenempfindlichkeitskarte

Die Bewertung der einzelnen, für die Empfindlichkeit der Böden gegenüber einer Klärschlammaufbringung relevanten Parameter, erfolgt nach dem Auswertungsschema für die Erstellung von Bodenempfindlichkeitskarten (Tab. 1). Dieses Schema wurde am Beispiel verschiedenster Böden aus verschiedenen Naturräumen Österreichs überprüft und es hat sich als brauchbar erwiesen. Es werden die bereits erwähnten 9 Parameter bei jeder in einem bestimmten Gebiet vorkommenden Bodenform bewertet, wobei die für die Klärschlammaufbringung günstige Eigenschaft des Bodens mit 2 Punkten und die ungünstige Eigenschaft mit 0 Punkten berechnet wird. Dazwischen liegende Eigenschaften des Bodens erhalten 1 Punkt (Übergänge = 0,5 Punkte).

Bodenform 5 (kGA)

Größe der Bodenform: etwa 210 ha = ca. 1,3% der kart. Fläche

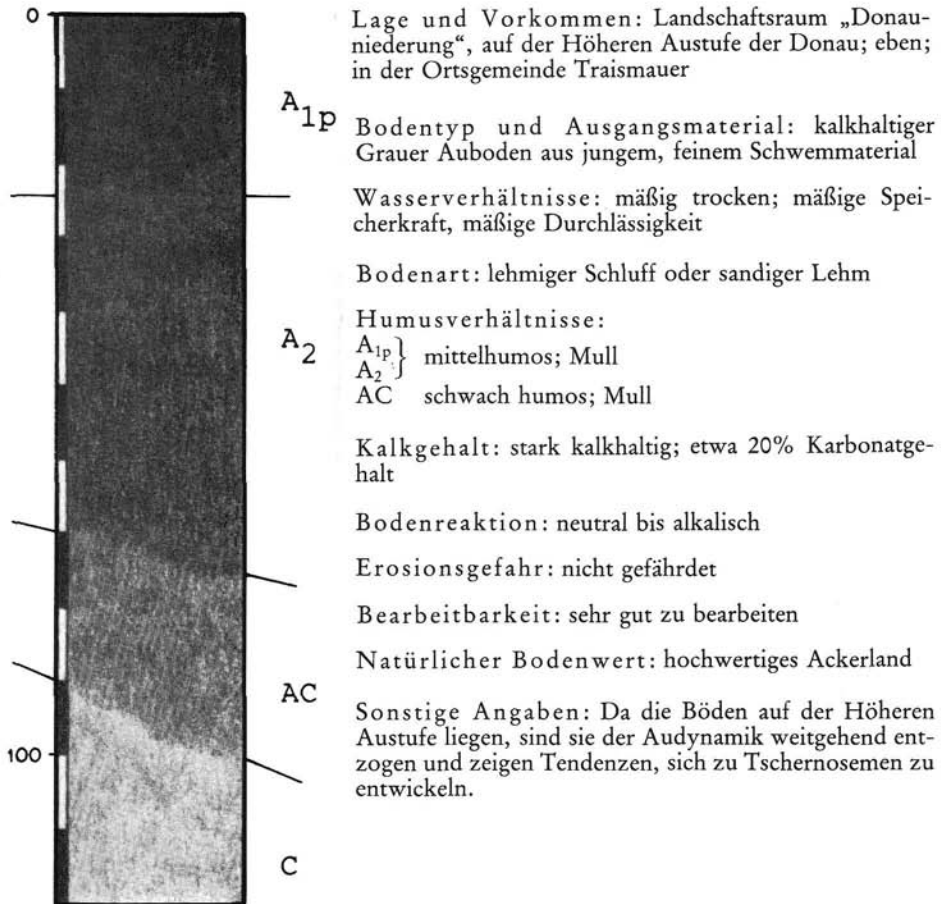


Abb. 4

Nach der Summierung der vergebenen Punkte werden die Bodenformen in drei Empfindlichkeitsklassen eingeteilt:

Weitgehend tolerant sind Böden, die 12,5 und mehr Punkte erreichen.

Minder empfindlich sind Böden, die 10–12 Punkte erreichen.

Empfindlich sind Böden, die 9,5 und weniger Punkte erreichen.

Außerdem werden Böden, unabhängig von der erreichten Punktesumme, als empfindlich eingestuft, wenn sie eine der folgenden ungünstigen Eigenschaften aufweisen:

1. Die Wasserverhältnisse „feucht“, „naß“ und „wechselfeucht mit Überwiegen der Feuchtphase“.

Tab. 1: Auswertungsschema für die Erstellung von Bodenempfindlichkeitskarten. Entwurf: P. NELHIEBEL, O. DANNEBERG, M. EISENHUT und W. HELLMANN.

EMPFINDLICH SIND (unabhängig von der Punkteanzahl) BÖDEN MIT FOLGENDEN EIGENSCHAFTEN:
<ol style="list-style-type: none"> 1. Feucht, naß, 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.
WEITGEHEND TOLERANT SIND BÖDEN, DIE 12,5 UND MEHR PUNKTE ERREICHEN.
ANMERKUNG: Bei WEITGEHEND TOLERANTEN sowie bei MINDER EMPFINDLICHEN Flächen ist ab den Neigungsverhältnissen "schwach geneigt" (>2°) nur ENTWÄSSERTER KLÄRSCHLAMM zu verwenden. Bei tonreichen Böden, die zu starken Schrumpfungen neigen (Schwundrisse), ist ebenfalls nur ENTWÄSSERTER KLÄRSCHLAMM zu verwenden, wenn sich das Grundwasser nicht tiefer als 5m befindet.

PARAMETER	BEWERTUNG			
	0	1	2	
REAKTION, pH-WERT	stark sauer, sauer <4,5 - 5,5	schwach sauer 5,6 - 6,5	neutral, alkalisch, stark alkalisch 6,6 - >8	
BODENSCHWERE bis 50cm Tiefe	sehr leicht, leicht (Sand, schluffiger Sand, lehmiger Sand, sandiger Schluff, Schluff)	mittelschwer (toniger Sand, sandiger Lehm, lehmiger Schluff)	schwer, sehr schwer (sandiger Ton, Lehm, schluffiger Lehm, lehmiger Ton, Ton)	
ORGANISCHE SUBSTANZ bis 30cm Tiefe Entscheidungshilfen: <ol style="list-style-type: none"> 1. Falls humoser Horizont nur bis 15cm Tiefe (z.B. 10-15cm), dann $\frac{1}{2}$ Punktezahl. 2. Bei stark humos bis mittelhumos bzw. mittelhumos bis schwach humos und über 30cm mächtig = 2 bzw. 1. 3. Wenn Boden bis 20cm stark humos bzw. mittelhumos und darunter, schwach humos = 2 bzw. 1. 4. Bei sauren und stark sauren bzw. stark bis schwach sauren Böden = Punktezahl 0. 	schwach humos <1,5% org. Substanz	mittelhumos 1,5-4,0% org. Subst.	stark humos >4,0% org. Substanz	
DURCHLÄSSIGKEIT	Trockengebiet (<700mm)	sehr hoch	hoch	mäßig, gering, sehr gering
	Feuchtgebiet (>700mm)	sehr hoch, hoch	mäßig	gering, sehr gering
GRUND- BZW. HANGWASSERTIEFE	im Profil <1,5m	nicht mehr im Profil 1,5 - 5m	in größerer Tiefe >5m	
HÄNGIGKEIT	hängig 11 - 15°	leicht hängig 6 - 10°	eben bis schwach geneigt 0 - 5°	
EROSIONSGEFÄHRDUNG Entscheidungshilfen: <ol style="list-style-type: none"> 1. Stellenweise mäßig gefährdet = 1,5. 2. "im allgemeinen nicht gefährdet" = 2. 3. "nur bei Katastrophenhochwasser überschwemmungsgefährdet" = 1. 	stark gefährdet	mäßig gefährdet	nicht gefährdet	
WASSERVERHÄLTNISS Entscheidungshilfen: <ol style="list-style-type: none"> 1. "mäßig feucht, stellenweise feucht oder naß" = 0,5. 2. Bei Schwankungsbreite von gut versorgt bis naß = 0,5. 	wechselfeucht in extremer Ausprägung	mäßig feucht, gut versorgt durch Grundwasser, wechselfeucht mit Überwiegen der Trockenphase, mäßig wechselfeucht, wechselfeucht, trocken, sehr trocken	gut versorgt, mäßig trocken (ohne Grundwasser)	
MELIORATIONEN	zumeist entwässert	nicht entwässert	-	

Übergänge = 0,5 Punkte
"zum Teil" = 0,5 Punkte
Punkte maximum = 17

2. Stark überschwemmungsgefährdet.
3. Hohe und sehr hohe bzw. hohe bis mäßige Durchlässigkeit in Verbindung mit Grund- bzw. Hangwasser im Profil (<1,5 m Tiefe).
4. Die Neigungsverhältnisse stark hängig (16–20°) und steilhängig (>20°).

Im folgenden werden die einzelnen Boden- bzw. Standortparameter und ihre Bewertung näher erläutert.

Reaktion, pH-Wert des Bodens: Als ungünstig (0 Punkte) wird hier die saure bzw. stark saure Reaktion bewertet, da die Elemente und somit auch die Schwermetalle im Boden besonders beweglich und daher leichter pflanzenverfügbar sind. Hingegen ist die Verfügbarkeit der Schwermetalle bei neutraler und alkalischer Reaktion deutlich herabgesetzt (2 Punkte).

Bodenschwere: Sehr leichte und leichte Böden (Sand, lehmiger Sand) sind tonarm (geringer Anteil an Bestandteilen <2 μ) und weisen daher ein geringes Sorptionsvermögen auf. Eventuell im höheren Maße vorhandene Schwermetalle werden nicht festgehalten und stehen den Pflanzen zur Verfügung (0 Punkte). Auch die Auswaschung der Schwermetalle in das Grundwasser ist hier leichter möglich. Schwere und sehr schwere Böden (Lehm, lehmiger Ton) haben hohe Tonanteile (sehr große innere Oberfläche) und sind daher in der Lage Schwermetalle festzuhalten und zu binden (2 Punkte).

Organische Substanz: Ein schwach humoser Boden ist kaum in der Lage Schwermetalle festzuhalten und daher ungünstig (0 Punkte). Stark humose Böden können Schwermetalle fixieren (2 Punkte).

Durchlässigkeit des Bodens: Eine hohe oder sehr hohe Durchlässigkeit, bedingt durch eine leichte Bodenart und eine lockere Lagerung – oft in Verbindung mit einem hohen Schotter- oder Steinanteil – läßt bei Aufbringung von Klärschlamm eine Belastung des Grundwassers befürchten und ist daher ungünstig (0 Punkte). Es liegt auf der Hand, daß eine geringe Durchlässigkeit in diesem Zusammenhang als günstig (2 Punkte) bewertet wird.

Grund- bzw. Hangwassertiefe: Wenn sich das Grundwasser im Profilbereich befindet (<1,5 m Tiefe), ist bei Aufbringung von Klärschlamm eine Gefährdung desselben möglich, vor allem dann, wenn der darüberliegende Boden eine hohe Durchlässigkeit aufweist (0 Punkte). Bei tiefliegendem Grundwasser (> 5 m Tiefe) besteht kaum eine Gefahr einer Kontamination (2 Punkte).

Hängigkeit des Standortes: Die Neigungsverhältnisse „hängig“ (11–15°) werden als ungünstig beurteilt (0 Punkte), da ein oberflächliches Abfließen des Klärschlammes und in weiterer Folge eine Beeinträchtigung des Umlandes sowie allenfalls des Grundwassers und der Oberflächenwässer zu befürchten ist. Ein ebener bzw. schwach geneigter Standort (2 Punkte) ist in dieser Hinsicht günstiger. Bei Hangneigungen über 5° sollte nur entwässerter Klärschlamm aufgebracht werden. Bei einer Neigung über 2° sollte Feuchtschlamm in Ackerlagen rasch eingearbeitet werden.

Erosionsgefährdung des Standortes: Stark erosionsgefährdete Standorte (Abschwemmungen, Rutschungen, Überschwemmungen) werden als nachteilig eingestuft (0 Punkte), da wieder eine Gefährdung des Umlandes, des Grundwassers und eventuell der Oberflächenwässer möglich sein könnte. Nicht gefährdete Standorte sind naturgemäß günstiger (2 Punkte).

Wasserverhältnisse des Bodens: Die vom extremen Grundwasser- bzw. Tagwassereinfluß geprägten Wasserstufen „naß“, „feucht“ und „wechselfeucht mit Überwiegen der Feuchtphase“ wurden bereits als so ungünstig bewertet, daß sie alleine eine Bodenform als empfindlich auszuseiden in der Lage sind. Mit 0 Punkten werden die Wasserverhältnisse „wechselfeucht in extremer Ausprägung“ beurteilt, da die hier vorliegenden gestörten Strukturverhältnisse durch flüssigen Klärschlamm noch weiter beeinträchtigt würden. Die günstigen Wasserstufen „gut versorgt“ (ohne Grundwasser) und „mäßig trocken“ werden mit 2 Punkten bewertet.

Meliorationen: Damit sind ausschließlich Entwässerungsmaßnahmen gemeint. Bei gedränten Flächen können allenfalls vorhandene Schwermetalle noch rascher in das Grundwasser gelangen (0 Punkte). Ungedränte Standorte werden hier als günstiger bewertet (1 Punkt).

Die Bodenempfindlichkeitskarte

Die Bodenempfindlichkeitskarte 1 : 25.000 ist das Ergebnis der Zuordnung der einzelnen Bodenformen in Gruppen unterschiedlicher Empfindlichkeit. Sie kann für

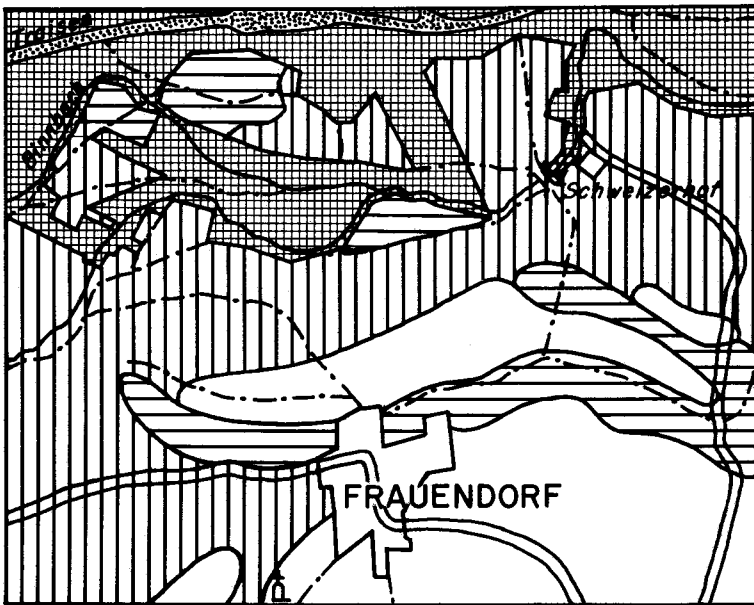


Abb. 5: Bodenempfindlichkeitskarte 1 : 25.000, Ausschnitt aus Kartierungsbereich Herzogenburg.

jedes beliebige Gebiet erstellt werden. Auf dieser Karte sind die Flächen verschiedener Empfindlichkeit durch eine bestimmte Farbgebung deutlich unterscheidbar dargestellt. Die weitgehend toleranten Flächen sind grün, die minder empfindlichen gelb und die empfindlichen Böden rot gefärbt. Das Beispiel einer Bodenempfindlichkeitskarte (Abb. 5) – es handelt sich um den gleichen Ausschnitt, der auch als Bodenkarte (Abb. 2) gezeigt wird – wurde aus technischen Gründen in Schwarzweißausführung gestaltet. Als Beispiel einer konkreten Einwertung sind in Tabelle 2 zwei Bodenformen und ihre Einstufung in verschiedene Empfindlichkeitsklassen dargestellt (siehe auch Abb. 3 und 4).

Tab. 2: Beispiel für die Bewertung der Bodenempfindlichkeit.

Bodenform	Bewertung	Punktesumme	Reaktion	Bodenschwere	Org. Substanz	Durchlässigkeit	Grundwassertiefe	Hängigkeit	Erosions- gefährdung	Wasserverhältnisse	Meliorationen
3 kGA	empfindlich	9,5	2	0	1	1	0,5	2	1	1	1
5 kGA	weitgehend tolerant	14	2	1	1	2	1	2	2	2	1

Schlußbemerkungen

Falls es zu einer verbreiteten Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft kommen sollte, werden gesetzliche Vorschriften dafür unabdingbar sein. In Vorarlberg gibt es bereits ein Klärschlammgesetz. In den Bundesländern Kärnten, Steiermark und Oberösterreich sind gesetzliche Regelungen in Ausarbeitung. Es ist vorgesehen, die Bodenempfindlichkeitskarten in die Verordnungen miteinzubeziehen. Kläranlagenbetreiber und Klärschlammabnehmer müßten zu einer umweltgerechten Verwertung des Produktes in der Landwirtschaft verpflichtet werden. Dazu gehört die Berücksichtigung der Bodenempfindlichkeitskarte zur Auswahl von zu beschlammenden Flächen. Die Besitzer weitgehend toleranter Standorte müssen gefragt werden, ob sie bereit sind, Klärschlamm aufzubringen. Bei Zustimmung müssen die ausgewählten Flächen einer chemischen Bodenuntersuchung unterzogen werden, um die Grundbelastung feststellen zu können. Eine Beschlämmung darf nur erfolgen, wenn die vorgeschriebenen Grenzwerte bei den Schwermetallen im Boden nicht erreicht bzw. unterschritten werden. Nach jeder vorschriftenkonformen Klärschlammaufbringung müssen die Flächen neuerlich untersucht werden und die Ergebnisse mit früheren Analysendaten verglichen werden. Die Führung einer Schlagkartei wird dazu erforderlich sein. Minder empfindliche Flächen dürften nur bedingt und unter Einhaltung noch strengerer Vorschriften beschlämmt werden. Empfindliche Standorte müssen von einer Klärschlammaufbringung ausgeschlossen werden.

Die Bodenempfindlichkeitskarte würde im Verein mit anderen wichtigen Maßnahmen mithelfen, das Risiko einer Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft möglichst niedrig zu halten und somit einen wertvollen Beitrag zum Umweltschutz leisten.

Danksagung

Wir möchten an dieser Stelle den Herren Univ.-Doz. Dr. Otto DANNEBERG und Oberrat Dipl.-Ing. Wilhelm HELLMANN von der Bundesanstalt für Bodenwirtschaft recht herzlich danken. Sie haben durch ihre Beiträge an der Gestaltung des Auswertungsschemas für die Erstellung von Bodenempfindlichkeitskarten, wie es in der folgenden Arbeit vorgestellt wird, erfolgreich mitgewirkt.

Literaturverzeichnis

- BUNDESANSTALT FÜR BODENWIRTSCHAFT, Wien 1980: HELLMANN, W., Bodenkarte 1 : 25.000, Kartierungsbereich 65 – Herzogenburg.
- NELHIEBEL, P.: Einsatzmöglichkeiten von Bodenkarten bei der Ausbringung von Siedlungsabfällen (besonders von Klärschlamm). – Mitt. österr. bodenkundl. Ges. 1985, Heft 29, Wien.
- SCHAEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P.: Lehrbuch der Bodenkunde. – F. Enke-Verlag, Stuttgart 1979.
- SCHROEDER, D.: Bodenkunde in Stichworten. – F. Hirt-Verlag, Kiel 1972.
- TOMEK, H., AICHBERGER, K., LEINERT, E. & NELHIEBEL, P.: Die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft. – Der Förderungsdienst. Hrsg. BMLF.34 (1), Wien 1986.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 3. Juli 1986