

**MITTEILUNGEN
DER
ÖSTERREICHISCHEN
BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

Heft 40

Wien 1989

**MITTEILUNGEN
DER
ÖSTERREICHISCHEN
BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

Heft 40

Wien 1989

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:
Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft
Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

Schriftleitung und für den Inhalt verantwortlich:
Dr. M. Eisenhaut und Dr. O. Nestroy

Druck: RM – Druck- & Verlagsgesellschaft m.b.H., Graz

Gefördert durch das Bundesministerium
für Wissenschaft und Forschung in Wien

ISSN 0029-893 X

Heft 40
Wien 1989

INHALTSVERZEICHNIS

| | Seite |
|--|-------|
| G. FRIED: Bodenzustandserfassung und Boden-Dauer- beobachtungen in Bayern..... | 5 |
| H. STICHER: Überwachung der Bodenqualität in der Schweiz: Methoden - Probleme - Erste Resultate..... | 21 |
| F. TIMMERMANN: Aufbau eines Bodenmeßnetzes und Konzept der Bodenbestandsaufnahmen in Baden- Württemberg..... | 45 |
| W. BECK: Die EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch - Konse- quenzen für die österreichische Landwirtschaft..... | 67 |
| Walter-Kubiena-Preis..... | 85 |
| Publikationen der Gesellschaft..... | 86 |

**Bodenzustandserfassung und Boden-Dauerbeobachtung
in Bayern**

von G. FRIED

1. Zusammenfassung

Bodenzustandserfassung und Boden-Dauerbeobachtung in Bayern sind Teile des im Aufbau befindlichen Boden-Informationssystems für Standortkunde, Boden- und Umweltschutz (Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz 1987). Ziel des Bodenschutzes ist es, den Boden als eine der wichtigsten Lebensgrundlagen für künftige Generationen funktionsfähig zu erhalten. Für das Bayerische Geologische Landesamt ergeben sich hieraus folgende landesweite Aufgaben:

1. Erhebung der Bodeneigenschaften
 - a. punktuell durch die Boden-Grundinventur,
 - b. flächenhaft durch die Boden-Flächeninventur.
2. Erhebung der bereits eingetretenen Boden-Belastungen durch flächenintensive Zustandserfassung und Einrichtung zusätzlicher Meßnetze.
3. Überwachung von Boden-Veränderungen anhand von
 - a. Boden-Dauerbeobachtungsflächen auf repräsentativen Standorten und
 - b. weiteren Boden-Meßnetzen zur Beweissicherung.
4. Aus 1. bis 3. abgeleitete Prognosen über zukünftige Veränderungen (Risikovorhersage).

Das methodische Vorgehen wurde oben kurz umrissen und an Untersuchungen, die gegenwärtig durchgeführt werden, erläutert.

2. Einleitung

Der Boden ist ein räumliches Kontinuum. Er ist außerdem das Produkt der Geofaktoren Klima, Gestein, Relief, Wasser, Flora und Fauna in der Zeit. Aus diesen beiden Feststellungen ist ableitbar, daß das räumliche Kontinuum in kleinere Areale mit gleichen oder zumindest ähnlichen Geofaktoren unterteilt werden kann.

In Flächen, die auf diese Weise abgegrenzt wurden, treten Böden gleicher naturräumlicher Ausstattung auf. Gleiche Ausstattung bedeutet auch gleiche Eigenschaften. Bei der Erstellung von großmaßstäbigen Bodenkarten werden die Flächeninhalte als Bodenformen- oder einfach als Boden-Einheiten bezeichnet. Neben der Erhebung der Eigenschaften müssen jedoch bei der Bodenzustandserfassung auch diejenigen Veränderungen im Stoffhaushalt ermittelt werden, die durch mittelbaren oder unmittelbaren Eintrag infolge menschlichen Wirkens eingetreten sind. Nur für die durch anthropogene Maßnahmen entstandenen Veränderungen wird nachfolgend die Bezeichnung **Belastungen** verwendet.

Steht die anthropogene Einflußnahme in direktem Zusammenhang mit der Bodennutzung, wie z.B. beim Ackerbau, so ist der durch Eintrag veränderte Stoffhaushalt durch Nutzungskartierung problemlos abgrenzbar. Als viel schwieriger gestaltet sich dagegen die Erfassung der diffus verteilten Stoffeinträge aus der Luft, weil weder die Mengen noch die Variationsbreiten in der Fläche ohne detaillierte Untersuchungen vorhersehbar sind. Belastungsermittlungen erfordern daher eine wesentlich größere Zahl von Probenahmepunkten.

Die **Bodenzustandserfassung** hat demnach zwei Aufgaben zu erfüllen, die durch verschiedene methodische Ansätze bewältigt werden müssen:

1. die Erfassung der Böden des Landes, ihrer Eigenschaften und regionalen Verteilung sowie
2. die Erhebung der regional unterschiedlichen Boden-Belastungen.

Beide Aufgabenbereiche beschäftigen sich mit dem Bodenzustand zum Zeitpunkt der Geländeaufnahme bzw. Probenahme. Die anhaltenden Einträge von Problemstoffen in den Boden erfordern aber auch eine Überwachung des Bodenzustandes, also die Beobachtung von Veränderungen in der Zeit. Mit diesen Fragestellungen befaßt sich die Boden-Dauerbeobachtung. Erst wenn die Eigenschaften eines Bodens bekannt sind, der Belastungszustand und das Ausmaß gegenwärtiger Stoffeinträge festgestellt wurde, erst dann sind die Voraussetzungen erfüllt, um Risiken, denen der Boden ausgesetzt ist oder die vom Boden ausgehen, zu prognostizieren.

3. Bodenzustandserfassung

3.1 Erhebung der Boden-Eigenschaften

In der Vergangenheit wurde vorrangig angestrebt, die Böden großmaßstäbig (Maßstab 1 : 25.000 oder 1 : 50.000) zu kartieren. Mit dem 1986 erschienenen Kartenblock "München - Augsburg und Umgebung" (14 Bodenkarten im Maßstab 1 : 50.000; FETZER et al. 1986) sind ca. 12.000 der über 70.000 km² des Landes Bayern oder - auf Meßtischblätter bezogen - 82 der über 500 Topographischen Karten 1 : 25.000 bodenkundlich kartiert. Die Vervollständigung der bodenkundlichen Landesaufnahme würde beim gegenwärtigen personellen Stand der Bodenkundlichen Abteilung unseres Amtes noch ca. 80 Jahre in Anspruch nehmen.

Die drängenden Fragen im Rahmen des Bodenschutzes erforderten eine neue Strategie, die eine schnellere, wenn auch nicht so detaillierte Erstaufnahme der noch großstäbig unkartierten Landesfläche zuläßt.

Seit Beginn der 80er Jahre am Bayerischen Geologischen Landesamt auf der Grundlage der Standortkundlichen Landschaftsgliederung (WITTMANN 1984)

die einzelnen Teillandschaften von den Regionalbodenkundlern des Amtes bodenkundlich zügig erfaßt. Zunächst macht sich der Bearbeiter in einer Einarbeitungsphase mit den Eigenheiten der jeweiligen Landschaft vertraut. Anschließend werden auf jedem Meßtischblatt zwei bis drei Catenen (Toposequenzen) in engen Abständen abgebohrt, um die Gesetzmäßigkeiten des Auftretens der verschiedenen Böden in Abhängigkeit von den Geofaktoren, insbesondere von Relief und Gestein, herauszuarbeiten.

Die aus der Geländetätigkeit gewonnenen Erfahrungen erlauben anschließend:

1. die Beschreibung der verschiedenen Böden einer Landschaft.

Sie werden nach Beendigung der Boden-Grundinventur im "Handbuch der Böden Bayerns" zusammengefaßt. Das Handbuch soll nicht als Nachschlagewerk, sondern auch als Grundlage für spätere Kartierungen dienen.

2. die Umsetzung der punktuellen Kenntnisse in Flächeneinheiten.

Neben den erarbeiteten Gesetzmäßigkeiten müssen jedoch weitere geowissenschaftliche Unterlagen zur Unterstützung von flächenhaften Bodenabgrenzungen herangezogen werden, wie z.B. Geologische- und Hydrogeologische Karten, Bodenschätzungs- und Forstliche Standortkarten, evtl. auch Luft- und Satellitenbilder sowie Historische-, Klimatologische und - sofern vorhanden - Geomorphologische Karten.

Durch Beprobung und Laboruntersuchung der wichtigsten Böden entlang der Catenen werden die Bodenbeschreibungen durch bodenchemische und bodenphysikalische Kennwerte ergänzt. Diese Vorgehensweise wird als **Boden-Grundinventur** bezeichnet (vgl. Abb. 1). Sie ist auf über 70 % der Landesfläche abgeschlossen (vgl. Abb. 2).

Die Umsetzung in die Fläche erfolgt durch Abgrenzungen der verschiedenen Bodeneinheiten auf sogenannten Konzeptbodenkarten im Maßstab 1 : 25.000. Diese Methode der **Boden-Flächeninventur** (vgl. Abb. 1) ersetzt aus Zeitgründen vorübergehend die standortkundliche Bodenkartierung von Bayern im Maßstab 1 : 25.000 oder 1 : 50.000. Nach Beendigung der Erstaufnahme findet eine Korrektur der in den Konzeptbodenkarten unge-

BODENKATASTER BAYERN

Bodeninformationssystem für Standortkunde, Boden- und Umweltschutz

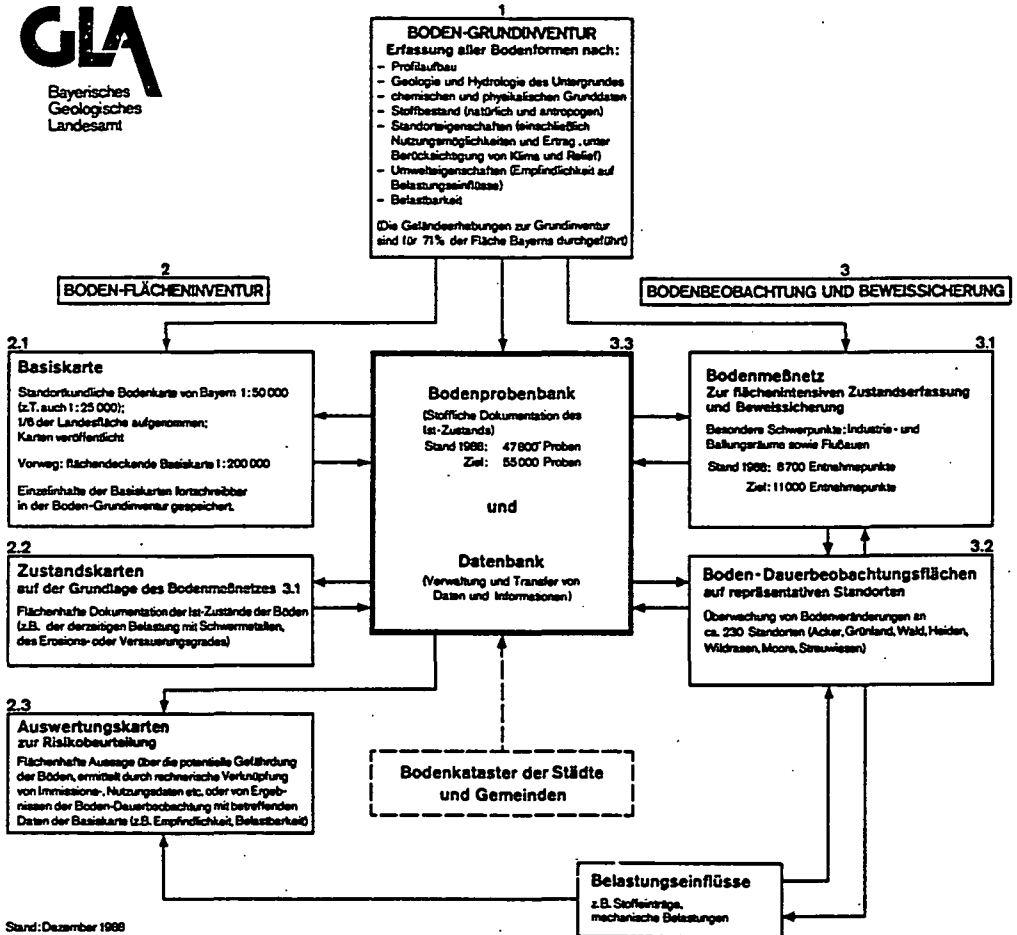


Abb. 1 Bodenkataster Bayern (nach WITTMANN 1986)

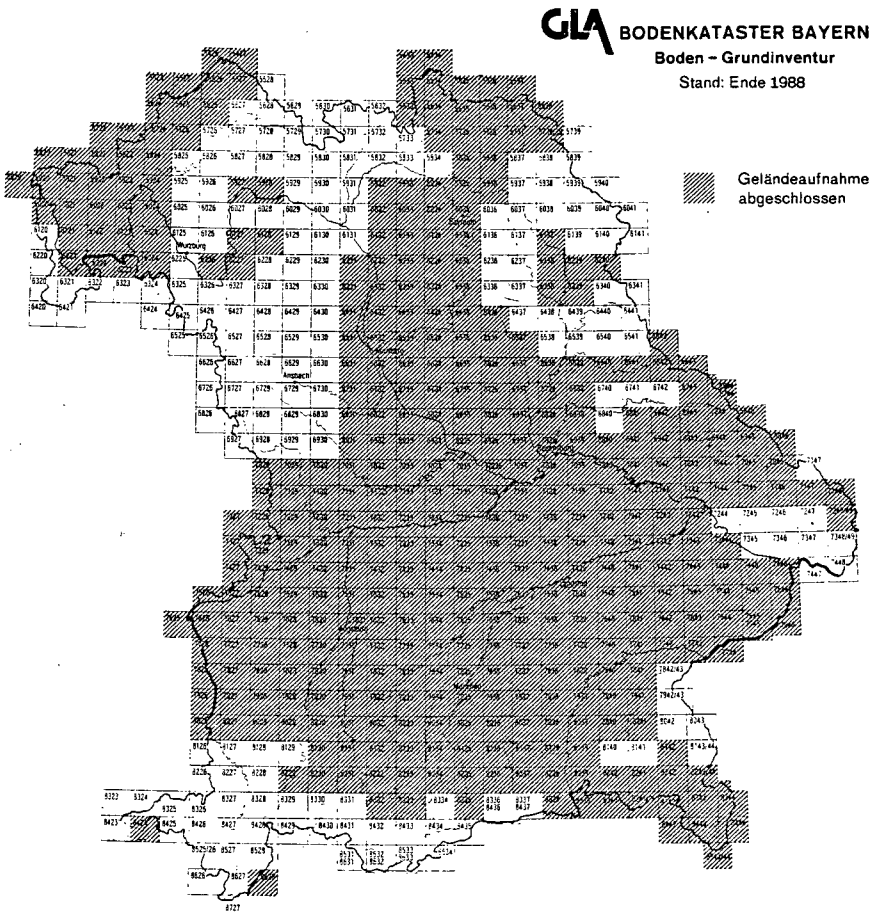


Abb. 2 Stand der Boden-Grundinventur in Bayern

naueren Grenzverläufe im Zuge der wieder aufzunehmenden herkömmlichen Kartierung statt. Auf Bodenkarten, erstellt im Maßstab 1 : 25.000 oder 1 : 50.000, soll also auch zukünftig nicht verzichtet werden. Nur sie bieten Grenzgenauigkeiten, die großmaßstäbige Zustandsbeurteilungen und Risikovorhersagen ermöglichen.

Die Daten von Boden-Grund- und -Flächeninventur werden in EDV-Anlagen gespeichert und stehen zur Beantwortung jeglicher Fragestellungen fort-schreibbar bereit. Als erste Landschaft Bayerns wird gegenwärtig das Tertiärhügelland ausgewertet, das Gebiet zwischen der Jungmoränen-landschaft im Süden und der Donau (Frankenalb und ostbayerisches Kristallin) im Norden. Die rechnerische Verarbeitung der Daten erfolgt in den Grenzen der Konzeptbodenkarten, somit auf der Basis des Maßstabes 1 : 25.000. Wegen der bereits oben erwähnten Grenzungenauigkeiten sind die Darstellungen von Interpretationen jedoch im Maßstab 1 : 200.000 geplant.

Als Beispiel für die möglichen EDV-gestützten Auswertungen der Boden-Inventurdaten wurde bereits 1986 der "Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern" (AUERSWALD & SCHMIDT) vorgestellt. Allerdings erfolgten wegen fehlender Bodenabgrenzungen die Berechnungen noch an ca. 13.000 Raster-flächen. Das entspricht einem Berechnungspunkt auf ca. 5,4 km². Ver-suche, die hier entwickelten Methoden auch an digitalisierten Boden-karten anzuwenden, finden derzeit am Beispiel des Blattes 7335 Geisen-feld in der Hallertau statt.

3.2 Erhebung der Belastungsdaten

3.2.1 Landesweite Erhebungen

Die bisher geschilderte Vorgangsweise hat die Feststellung der räum-lichen Verteilung der Bodeneinheiten durch Flächenabgrenzungen sowie ihrer chemischen wie physikalischen Eigenschaften zum Ziel. Für eine Beurteilung der regionalen Belastungssituation reichen die Probenahme-

stellen entlang der Catenen nicht aus. Hierzu ist eine wesentlich höhere Zahl von Stichproben notwendig.

Bei der Erhebung der Grundinventur wurden daher zusätzlich auf jedem Meßtischblatt ca. 20 Einzelstandorte beprobt. Zusammen mit den Probenahmestellen entlang der Catenen verringert sich die durchschnittliche Flächengröße für jeden beprobten Standort auf 5 bis 6 km². Da immittierte Stoffe überwiegend in den Humusauflagen und Oberbodenhorizonten absorbiert werden, findet die Probenahme an den Einzelstandorten i. d. R. nicht in einer Profilgrube bis zum C-Horizont statt, sondern man entnimmt die Proben von oben her mit Spaten oder Bohrer bis zum schnell erreichbaren Unterboden.

Das auf diese Weise gewonnene Bodenmaterial wird luftgetrocknet in der Boden-Probenbank eingelagert. Dort steht es für evtl. notwendig werdende Beweissicherungsverfahren oder zur Untersuchung von regionalen Belastungen bereit. In der Boden-Probenbank des Geologischen Landesamtes befinden sich derzeit rund 48.000 Proben aus den verschiedenen Vorgangsweisen. Sofern bisher keine Analysen stattfanden, wurde der Gesamtboden lufttrocken verpackt. Ansonsten liegt das Probenmaterial als Feinboden kleiner 2 mm vor, von dem ein Anteil zusätzlich in einer Planetenkugelmühle feingemahlen wurde (vgl. Bayerisches Geologisches Landesamt 1985 und RUPPERT 1987).

3.2.2 Erhebung in Belastungsräumen

In besonders belasteten Gebieten (z.B. Industrie- und Ballungsräumen sowie Flußauen) wird die Probenahme intensiviert; d.h. es werden pro Flächeneinheit eine größere Zahl von Standorten beprobt, wegen der drängenden Probleme Laboranalysen vorgezogen oder die Analytik sogar an Fremdinstitutionen vergeben. So wurde der Bodenzustand in den Flußauen von Donau (RUPPERT et al. 1988) und Main (in Druckvorbereitung) sowie einiger Nebenflüsse untersucht. Berichte über erste regionale Beurteilungen von anthropogenen Schwermetall-Anreicherungen vor dem Hintergrund geogener Ausstattung liegen inzwischen ebenso vor (RUPPERT 1987; 1988),

wie Untersuchungen auf Nitratverlagerung und -abbau (JONECK 1987) sowie der Grundwassergefährdung durch Nitrat (WROBEL & HANKE 1987).

Die Belastungen stehen auch im Mittelpunkt der Untersuchungen im Industrie- und Ballungsraum Aschaffenburg im Nordwesten Bayerns. Gleichzeitig wurde dort die Boden-Grundinventur durchgeführt. Mit mehr als 250 Aufnahmestandorten und über 1200 Horizontproben bei einer Gebietsgröße von 670 km² ist die Fläche pro Probenahmepunkt nur etwa halb so groß (durchschnittlich 2,5 km²) wie bei der landesweiten Erhebung der Belastung (im Mittel 5 bis 6 km² je Probenahmestelle). Diese Vorgangsweise ist mit einem höheren Zeitaufwand verbunden, liefert aber auch detailliertere Aussagen. Sie wird flächenintensive Zustandserfassung bezeichnet (vgl. Abb. 1).

Auf der Grundlage des Belastungszustandes und den Kenntnissen des gegenwärtigen Emissions-/Immissionsgeschehens (Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 1985) können gegenwärtige und zukünftige Einträge abgeschätzt und hierdurch auftretende Risiken - mit Vorbehalten - prognostiziert werden. Eine weitere Voraussetzung ist jedoch die Kenntnis der jeweiligen Bodenbelastung pro Flächeneinheit. Diese wird durch Berücksichtigung der unterschiedlichen Horizontdichten und -mächtigkeiten aus den gemessenen Konzentrationen errechnet:

$$\text{Horizontbelastung [mg/m}^2\text{]} = \text{Konzentration [mg/kg]} \cdot \text{Dichte [kg/dm}^3\text{]} \cdot F \cdot S$$

F und S sind Umrechnungsfaktoren von dm³ auf m² und Horizontmächtigkeit bzw. von Feinboden auf Gesamtboden:

$$F = 10 / \text{Horizontmächtigkeit [cm]},$$

$$S = \text{Feinboden [g]} / \text{Gesamtboden [g]}.$$

Die Ermittlung der Dichten wiederum erfordert volumenbezogene Probenahmen (s.u.).

3.2.3 Erhebung von Belastungen durch künstliche Stoffe

Einem völlig anderen Konzept folgten wir bei der landesweiten Erfassung der radioaktiven Belastung. Hier galt es, nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl am 26. April 1986 in vergleichsweise kurzer Zeit einen Überblick über die regional sehr unterschiedliche Kontamination durch Cäsium 134 und Cäsium 137 zu gewinnen. Da zunächst keine vom Boden abhängigen Eigenschaften zu ermitteln waren, sondern nur der Belastungszustand durch künstliche Stoffe festgestellt werden sollte, konnte einer statistischen Vorgehensweise in Form eines Rasters der Vorzug gegeben werden.

Die Erhebung fand daher im 8 km x 8 km-Raster an ca. 1100 Punkten in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau sowie der Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt statt. Da es galt, den Belastungszustand unabhängig von Horizonteigenschaften festzustellen, erfolgte innerhalb dieses Projektes die Probenahme in Tiefenstufen:

1. Humusauflage,
2. Mineralboden 0 - 10 cm,
3. Mineralboden 10 - 30 cm,
4. unter Ackernutzung Mineralboden 0 - 30 cm.

Die Rasterpunkte bildeten das Zentrum einer ein Hektar großen Fläche, auf der eine Mischbeprobung an 20 Entnahmestellen stattfand. Die hierdurch angestrebte Flächenrepräsentativität wurde ergänzt durch volumenbezogene Probenahme. Sie erfolgte mit Hilfe von Stechrahmen in den Maßen 20 cm x 20 cm bei Humusauflagen bzw. mittels Bohreinstichen von 35 mm Durchmesser bei Mineralböden. Hierdurch ließen sich die Ergebnisse der gammaspektrometrischen Messung (Aktivitäts-Konzentrationen in Bq/kg luftgetrockneten Feinbodens) in Aktivitäten pro Flächeneinheit und Tiefenstufe im Gesamtboden (Bq/m²) ab den insgesamt 2039 Proben umrechnen (vgl. Bayerische Staatsministerien für Landesentwicklung und Umweltfragen und für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 1988).

4. Bodenüberwachung

4.1 Boden-Dauerbeobachtungsflächen

Alle bisher dargestellten Erhebungen zeigen den gegenwärtigen Zustand der Böden auf. Boden-Überwachung erfordert darüber hinaus noch die Beobachtung in der Zeit, also die Feststellung von Veränderungen, wenn möglich auch deren Geschwindigkeit. Hierzu wurden insgesamt 232 Boden-Dauerbeobachtungsflächen, repräsentativ über die einzelnen Landschaften Bayerns verteilt, eingerichtet.

Das Projekt wird wiederum in Zusammenarbeit mit den bereits o. g. Ämtern durchgeführt. Dem Bayerischen Geologischen Landesamt fiel die Aufgabe zu, Dauerbeobachtungsflächen auf Sonderstandorten anzulegen, wie z.B. Moore, Streuwiesen, Trockenrasen, Heiden, Belastungs- sowie Natur- und Wasserschutzgebiete. Außerdem bevorzugten wir Standorte in der Nähe von Deponien, Luftüberwachungs-, Regen-, Bioindikator- und Klonfichten-Beobachtungs- bzw. -Meßstellen.

Zunächst wurden für die 50 von uns einzurichtenden Boden-Dauerbeobachtungsflächen über 80 Standorte mit Hilfe vorhandener Karten- und sonstiger Unterlagen ausgewählt. Anschließend erfolgte eine Geländeerkundung mit Sondierungen von 1,5 m Tiefe, um auf der Fläche von 50 m x 50 m einen einheitlichen geologischen wie pedologischen Profilaufbau sicherzustellen. Die Erstbeprobung fand schließlich in den Jahren 1986/1987 statt.

Zusätzlich zur herkömmlichen horizontweisen Probenahme in einer Profilgrube erfolgte die Mischbeprobung einer ca. 1000 m² großen Kernfläche. Das Bayerische Geologische Landesamt führte sie entlang der beiden Kernflächen-Diagonalen durch. In gleichmäßigen Abständen wurden an 18 Stellen unter Wald zunächst die Humusauflagen und geringmächtigere Oberbodenhorizonte mit Hilfe des bereits erwähnten 400-cm²-Stechrahmens entnommen. Durch zwei bis drei Bohreinstiche innerhalb der Stechrahmen-

fläche beprobte man mächtigere Mineralbodenhorizonte bis 30 cm Mineralbodentiefe. Von jeder dritten der 18 Entnahmestellen wurde schließlich das Material horizontweise zusammengefügt, so daß drei Mischproben aus jeweils sechs Stechrahmenflächen entstanden. Die Probenahme an Standorten ohne Humusauflage und ohne geringmächtige Oberbodenhorizonte (Hutung, Brache, Wiese, Acker) fand in entsprechender Weise, jedoch ausschließlich mit Hilfe des Bohrers statt.

Die mit Unterstützung von Stechrahmen und Bohrer ausgeführte volumenbezogene Probenahme auf der Kernfläche bis in 30 cm unter Geländeoberfläche ergänzten wir in tiefer gelegenen Horizonten durch eine Entnahme von zusätzlichen Stechzylinder-Proben. Die somit ermöglichten Dichte-Bestimmungen erlauben wiederum die Umrechnung der Labor-Ergebnisse in Gehalte pro Flächeneinheit und Horizontmächtigkeit.

Diese Berechnungen sind bei den Boden-Dauerbeobachtungsflächen von besonderem Interesse, weil sich die Untersuchungsergebnisse von drei Mischproben sowie der Einzelprobe aus der Profilgrube gegenüberstehen. Hier soll geprüft werden, für welche Stoffe/Elemente die Ergebnisse aus der Profilbeprobung bereits als repräsentativ für die Dauerbeobachtungsfläche anzusehen sind bzw. ob bereits das Resultat einer der drei Mischproben als repräsentativ gelten kann.

An Laboranalysen werden oder sind bereits durchgeführt:

1. bodenphysikalische Parameter

- Korngrößen,
- Porenvolumen, Feld- und Luftkapazität, Trockenraumgewicht,

2. bodenchemische Parameter

- pH-Wert,
- effektive Austauschkapazität und austauschbare Kationen,
- Kohlenstoff,
- Stickstoff,
- Carbonatgehalt,
- oxalat- und dithionitlösliches Eisen, Aluminium und Mangan,

- Elemente im Säureaufschluß,
- desorbierbare Schwermetalle.

Zur Untersuchung auf Radionuklide und organische Problemstoffe fanden weitere Materialentnahmen an den Wänden der Profilgrube statt. Bei den Radionuklid-Proben unterteilten wir mächtigere Horizonte in 10-cm-Abschnitte, damit bei späteren Vergleichen nach erneuter Probenahme eine Verlagerung besser eingegrenzt werden kann. Tritt dieser Fall ein, so können die an Boden-Dauerbeobachtungsflächen nachgewiesenen Radionuklid-Migrationen auf Beprobungspunkte des o.a. Radionuklid-Meßnetzes übertragen werden, sofern die jeweiligen Standortgegebenheiten, wie Humus- und Tongehalt, pH-Wert, Niederschlag usw., übereinstimmen.

Proben zur Untersuchung auf organische Problemstoffe entnehmen wir in drei Tiefen, nämlich Humusauflage unter Wald bzw. Ah- oder Ap-Horizont unter sonstiger Nutzung sowie Mineralboden in 30 - 40 cm und 90 - 100 cm unter Geländeoberfläche.

Durch die detaillierte Probenahme an den 50 Boden-Dauerbeobachtungsflächen des Geologischen Landesamtes ergaben sich insgesamt 1891 Einzelproben. Hiervon wurden:

in Profilgruben 310 für bodenchemische-,
158 für bodenphysikalische-,
502 für Radionuklid-,
126 für organische Schadstoff-Untersuchungen
sowie 158 Proben für zusätzliche Dichtebestimmungen

und schließlich auf den Kernflächen weitere 537 Mischproben für bodenchemische Untersuchungen entnommen.

Die erste Wiederholungsprobenahme an den Boden-Dauerbeobachtungsflächen ist nach sechs Jahren geplant. Dieser Termin ist noch umstritten. Zu kurz gewählte Zeitabstände zerstören die Kernflächen unter Wald durch die Vielzahl von Entnahmestellen für die Mischbeprobung sehr schnell. Andererseits ist eine Überwachung durch Kontrollen in Abständen von

mehreren Jahrzehnten nicht gewährleistet. Hinweise auf Veränderungen können sich aus wiederholt durchgeführten pflanzensoziologischen Aufnahmen und durch mehrmalige Untersuchungen der Bodenfauna in kürzeren Zeitabständen ergeben. Mit ihnen wird im Laufe dieses Jahres begonnen.

4.2 Vergleichsuntersuchungen

Um Anhaltspunkte über einige bereits stattgefundene Boden-Veränderungen und deren Größenordnungen im Zeitablauf zu erhalten, führte das Bayerische Geologische Landesamt sog. Vergleichsuntersuchungen durch.

Verteilt über ganz Bayern wurden an über 58 Acker-, 38 Grünland- und 114 Waldstandorten Proben entnommen, an denen bereits einige Zeit zuvor Materialentnahmen an Profilaufgrabungen stattgefunden hatten. Das bis zu 22 Jahre alte, in der Boden-Probenbank eingelagerte Substrat wurde nun parallel mit den neu eingeholten Proben auf pH- und C/N-Werte sowie auf Schwermetallgehalte hin analysiert. An einer Reihe von Proben fanden auch Parallel-Untersuchungen von oxalat- und dithionitlöslichem Eisen, Kationenaustauschkapazität und austauschbaren Kationen statt.

Die Ergebnisse der über 1300 Proben sind noch nicht vollständig ausgewertet. Im Zusammenhang mit dem Zeitpunkt der ersten Wiederholungsbeobachtung an Boden-Dauerbeobachtungsflächen interessiert hier vor allem die Frage, in welchem Zeitabstand in ländlichen Arealen die Schwermetall-Konzentrationen in den Böden meßbar zugenommen haben. Diese Untersuchung soll auch evtl. Probleme bei Beweissicherungsverfahren aufzeigen, bei denen die Bodenproben nicht flächenrepräsentativ gewonnen wurden. Eine ähnliche Untersuchung, jedoch beschränkt auf pH-Wert-Änderungen, fand bereits in den Jahren 1981/1982 statt (vgl. WITTMANN & FETZER 1982).

5. Literatur:

AUERSWALD, K. & SCHMIDT, F. (1986):

Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern. - GLA-Fachberichte, 1: 74 S., 13 Abb., 16 Tab., 20 Kt.; München.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1985):

Merkblatt für die Entnahme und Aufbereitung von Bodenproben zur Untersuchung von Schwermetallen in Böden und für die Einrichtung einer Bodenprobenbank. - 19 S.; München

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (1985):

Belastungsgebiet Aschaffenburg - Emissions-/Immissionskataster. - 188 S.; München.

BAYERISCHE STAATSMINISTERIEN FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN UND FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN [HRSG.] (1988):

Radioaktive Kontamination der Böden in Bayern. - 75 S., 13 Kt., 60 S. Anhang; München.

FETZER, K. D., GROTTENTHALER, W., HOFMANN, B., JERZ, H., RÜCKERT, G., SCHMIDT, F. & WITTMANN, O. (1986):

Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1 : 50.000 München - Augsburg und Umgebung. - 396 S., 15 Abb., 12 Tab., 14 Kt., 1 Beih. mit 75 S.; München.

JONECK, M. (1987):

Nitratverlagerung und Nitratabbau in Böden, Deck- und Verwitterungsschichten in verschiedenen Klimabereichen Bayerns. - GLA-Fachberichte, 3: 27-127, 42 Abb., 8 Tab., 1 Abb.; München.

RUPPERT, H. (1987):

Bestimmung von Schwermetallen im Boden sowie die ihr Verhalten beeinflussenden Bodeneigenschaften. - 11 S., 3 Abb.; München.

RUPPERT, H. & SCHMIDT, F. (1987):

Natürliche Grundgehalte und anthropogene Anreicherungen von Schwermetallen in Böden Bayerns. - GLA-Fachberichte, 2: 97 S., 3 Abb., 89 Tab.; München.

RUPPERT, H. & JONECK, M. (1988):

Anthropogene Schwermetallanreicherungen in bayerischen Böden vor dem Hintergrund der natürlichen Grundgehalte. - Materialien, 54:60 S., 26 Tab.; München.

- RUPPERT, H., SCHMIDT, F., JONECK, M., JERZ, H. & DREXLER, O. (1988):
Schwermetallgehalte in Böden des Donautales. - GLA-Fachberichte, 4:
51 S., 4 Abb., 15 Tab., 17 Kt.; München.
- SONDERARBEITSGRUPPE INFORMATIONSGRUNDLAGEN BODENSCHUTZ (1987):
Konzept zur Erstellung eines Bodeninformationssystems. -
Materialien, 47: 26 S., 35 S. Anhang; München.
- WITTMANN, O. & FETZER, K. D. (1982):
Aktuelle Bodenversauerung in Bayern. - Materialien, 20: 71 S., 7
Abb., 7 Tab., 13 Abb. und 6 Tab. im Anhang; München.
- WITTMANN, O. (1984):
Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern - Übersichtskarte
1 : 1,000.000. - 2. Auflage Materialien, 21: 30 S., 1 Kt.; München.
- WITTMANN, O. (1986):
Der Bodenkataster Bayern. - Amtsblatt des Bayer. StMLU, 16. Jg., Nr.
3; München.
- WROBEL, J.-P. & HANKE, K. (1987):
Karten der Gefährdung der Grundwässer in Bayern durch Nitrat. - GLA-
Fachberichte, 3: 3-25, 3 Tab., 3 Kt.; München.
-

Name und Anschrift des Verfassers:

Regierungsrat Dr. Günter Fried

Bayerisches Geologisches Landesamt

Heßstraße 128

D-8000 München 40

Überwachung der Bodenqualität in der Schweiz
Methoden - Probleme - Erste Resultate

von H. STICHER

Zusammenfassung

Um den gegenwärtigen Zustand der Böden zu erfassen, und die zukünftige Entwicklung zu verfolgen werden in der Schweiz im Rahmen des Nationalen Bodenüberwachungsnetzes (NABO) 100 Standorte bezüglich ihrer Schwermetallbelastung untersucht. Das nationale Netz wird zurzeit durch Kantonale Beobachtungsnetze (KABO) verfeinert. Grundlage für die Erhebungen bildet das 1985 erlassene Umweltschutzgesetz und die darauf fußende Verordnung über die Schadstoffe im Boden (VSBo), in welcher Richtwerte für die Gesamtgehalte und löslichen Gehalte von 10 Schwermetallen und Fluor festgehalten sind. Nach den ersten Resultaten liegen die Gehalte im überwiegenden Teil der Landesfläche beträchtlich unterhalb der Richtwerte, doch finden sich in der Nähe starker Emittenten vereinzelt Werte, die weit über den Richtwerten liegen. Das Bodenüberwachungsnetz wird als taugliches Instrumentarium für die Ermittlung der generellen Schadstoffsituation im Boden betrachtet; es bedarf aber einer Ergänzung durch eine gezielte Erhebung von Emittenten und Altlasten.

Surveillance of Soil Quality in Switzerland:

Methods - Problems - Preliminary Results

Summary

To appraise the present heavy metal status and to follow up the future changes in the heavy metal contents in soils, a National Soil Surveillance Network (NABO) consisting of 100 locations, which are spread all over Switzerland has been established. The network would be densened through Cantonal Networks (KABO). The legal ground for these networks is the Swiss Ordinance on Pollutants in soils (VSBo, 1986), which has been formulated under Environment Protection Law of Switzerland passed in 1985. The Ordinance records the guidevalues for total and soluble contents of 10 heavy metals and fluoride. The available analytical results show that at most of the locations the heavy metal contents are remarkably below the guidevalues of heavy metals. However, few locations in the vicinity of the emission sources show metal contents, which are significantly higher than the guidevalues.

The Surveillance Networks are suitable means for the appraisal of heavy metal status of soils. However, these Networks' results should be complemented by carrying out special studies in the vicinity of either emission sources or landfills.

1. Einleitung

Die Kontamination der Umwelt mit toxischen Substanzen macht sich in der Atmosphäre und Hydrosphäre rasch durch eine fühlbare Verschlechterung von Luft- und Wasserqualität bemerkbar. Im Gegensatz dazu reagiert die Pedosphäre als wirksames Filter- und Puffersystem gegenüber Kontaminationen eher langsam; zudem können Auswirkungen von Schadstoffen im Boden durch Kulturmaßnahmen wie Bearbeitung, Düngung und Bewässerung für längere Zeit überdeckt werden.

Es ist daher nicht erstaunlich, daß sich die Umweltschutzanstrengungen in den meisten Ländern zunächst auf die Reinhaltung von Luft und Wasser konzentrierten. Heute ist jedoch die Dringlichkeit des qualitativen Bodenschutzes unbestritten, zumal sich die Einsicht durchgesetzt hat, daß ein kontaminierter Boden im Gegensatz zu Wasser und Luft kaum mehr regenerierbar ist. Dem qualitativen Bodenschutz kommt eine umso höhere Bedeutung zu, als für die nach wie vor zunehmende Weltbevölkerung auf begrenztem Raum ständig steigende Lebensmittelmengen produziert werden müssen.

Vordringliches Ziel jedes qualitativen Bodenschutzes ist es, der Kontamination des Bodens an der Quelle, d.h. bei den Emittenten entgegenzutreten. Jeder Schadstoff, der gar nicht erst in die Umwelt gelangt, belastet auch den Boden nicht. Bodenschutz verlangt daneben aber auch Überwachung. Dazu werden heute in den meisten Ländern mehr oder weniger engmaschige Beobachtungsnetze etabliert, welche einem dreifachen Zweck zu dienen haben:

1. Ermittlung des aktuellen Zustandes,
2. Erfassung von zeitlichen Veränderungen,
3. Prospektion von besonders belasteten Standorten.

Die Aussagekraft der ermittelten Daten und damit der Wert der Beobachtungsnetze ist eng verknüpft mit der für die Datenerfassung eingesetzten Analytik. Innerhalb des Bodens findet ein ständiger Stoffaustausch zwischen drei Phasen des Systems, der Gasphase (Bodenluft), der Flüssigphase (Bodenlösung) und der Festphase (Bodenmatrix) statt. Zudem laufen Austausch- und Umsetzungsreaktionen zwischen dem abiotischen Teilsystem und der mikrobiellen, pflanzlichen und tierischen Biomasse, dem biotischen Teilsystem ab. Durch diese Vorgänge ändert sich das System als Ganzes nicht wesentlich, es sei denn über lange Zeiträume, wie es etwa in der allmählichen Verwitterung des Gesteins, in der Versauerung oder in der Humusakkumulation zum Ausdruck kommt. Vom einzelnen Stoff aus betrachtet sieht die Sache aber anders aus. Der Stoff kann, je nach seiner Art, kurzfristig abgebaut, adsorbiert, ausgefällt, okkludiert, komple-

xiert werden usw. Dies trifft namentlich auch für Schadstoffe, die in den Boden gelangen, zu.

Bei der Auswahl der Extraktions- und Analysenverfahren im Rahmen der Bodenüberwachungsprogramme ist diesen Gegebenheiten besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Die folgenden Ausführungen befassen sich mit den verschiedenen Beobachtungsnetzen, welche in der Schweiz eingerichtet worden sind; sie gehen auf die Überlegungen ein, die bei der Anlage der Netze und bei der Auswahl der Analysemethoden angestellt wurden und geben schließlich erste Resultate und Erfahrungen wieder, welche seit der Etablierung der Netze vor rund 5 Jahren gesammelt werden konnten.

2. Die gesetzlichen Grundlagen

Basierend auf dem Artikel 24^{ter} der Schweizerischen Bundesverfassung, welcher den Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umwelt gegen schädliche oder lästige Einwirkungen zum Inhalt hat, wurde auf den 1. Jänner 1985 das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) in Kraft gesetzt. In diesem Gesetz ist dem Bodenschutz ein separates Kapitel gewidmet. Für den Wortlaut der entsprechenden Artikel sei der Leser auf eine frühere Darstellung in Heft 35 der Mitteilungen der ÖBG verwiesen (STICHER, 1987).

Um den Vollzug der gesetzlichen Bestimmungen sicherzustellen und eine verbindliche Grundlage für die Analyse und Beurteilung der Böden festzulegen, wurde vom Bundesrat mit Datum von 9. Juni 1986 die Verordnung über die Schadstoffe im Boden (VSBö) erlassen. Zuhanden der beauftragten Laboratorien wurde schließlich im Auftrag des Bundesamtes für Umweltschutz von der Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene in Liebefeld eine Wegleitung für die Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden herausgegeben.

3. Bodenbeobachtungsnetze

Nach Artikel 44 des USG haben Bund und Kantone Erhebungen über die Umweltbelastung durchzuführen und den Erfolg der im Gesetz vorgesehenen Maßnahmen zu überprüfen, wobei die eidgenössischen und kantonalen Erhebungen und Datensammlungen vom Bundesrat zu koordinieren sind.

Für die landesweite langfristige Überwachung der Bodenbelastung mit Schadstoffen wurde im August 1984 mit dem Aufbau des Nationalen Bodenüberwachungsnetzes (NABO) begonnen. Das NABO soll im Endausbau 100 Standorte umfassen, wovon rund 50 % auf Landwirtschaftsgebiete verschiedener Nutzungstypen und -intensitäten entfallen, 30 % in Waldgebieten und 20 % in extensiv- und ungenutzten Gebieten liegen. Die ausgewählten Standorte sollen langfristig beibehalten werden, gleichmäßig geographisch verteilt sein, unterschiedliche klimatische Bedingungen, Bodenbeschaffenheiten und Bodentypen repräsentieren. Zur Zeit (April 1989) sind alle Standorte festgelegt und 95 davon bereits beprobt und teilweise analysiert.

Neben dem NABO sind die Kantone daran, ihre eigenen, Kantonalen Beobachtungsnetze (KABO) einzurichten. Wie das geschehen soll, ist Sache der Kantone. Die kantonalen Fachstellen sind lediglich daran gebunden, die in der VSBo und in der Wegleitung beschriebenen Methoden anzuwenden. So wird im bevölkerungsreichsten Kanton Zürich (1729 km², 1,1 Mio. Einwohner) die gesamte Kantonsfläche auf einem Zweikilometer-Raster beprobt. In der Nähe von bekannten oder vermuteten Emittenten wird das Netz verdichtet.

Mit anderer Zielsetzung, aber als Ergänzung zum NABO und zu den KABO's zu betrachten, wurden im Rahmen des Landesforstinventars (LFI, MAHRER et al., 1983) über die gesamte Waldfläche der Schweiz im Kilometer-Raster ca. 11000 Standorte beprobt. Die Resultate sind allerdings mit jenen der vorgenannten Netze nicht unmittelbar vergleichbar, da die Probenahme nach anderen Kriterien erfolgte und auch die Analysenmethoden verschieden sind (siehe unten).

4. Die VSBo (Verordnung über die Schadstoffe im Boden) vom 9. Juni 1986

Die VSBo, welche sich auf Art. 33 des Bundesgesetzes über den Umweltschutz (vgl. STICHER 1987) stützt, umfaßt zwei Teile. Im Textteil werden nach einer Definition der Bodenfruchtbarkeit, auf die noch einzugehen sein wird, die Aufgaben von Bund und Kantonen bezüglich Beobachtung der Bodenbelastung festgelegt; sodann wird zur Beurteilung der Bodenbelastung der Begriff Richtwert eingeführt; schließlich wird auf die Maßnahmen hingewiesen, die bei der Überschreitung der Richtwerte zu treffen sind. Im Anhang sind Richtwerte für den Totalgehalt und den löslichen Gehalt von 10 Schwermetallen sowie Fluor aufgeführt (Tab. 1). Gleichzeitig wird als (operationeller) Totalgehalt jene Schwermetallmenge definiert, welche sich mit 2 M Salpetersäure bei einem BodenLösungsmittelverhältnis von 1:10 extrahieren läßt, und als löslicher Gehalt jene Menge, welche sich in 0,1 M NaNO_3 bei einem Verhältnis von 1:2,5 löst (Details zu den Methoden siehe unten).

Tabelle 1: Richtwerte für Schadstoffgehalte des Bodens
gemäß VSBo vom 9.6.1986)

| Schadstoffe | Schadstoffgehalte in lufttrockenem, mineralischem Boden (Gramm je Tonne) | |
|------------------------|--|--|
| | Totalgehalt (HNO_3 -Auszug) | löslicher Gehalt (NaNO_3 -Auszug) |
| Blei (Pb) | 50 | 1,0 |
| Cadmium (Cd) | 0,8 | 0,03 |
| Chrom (Cr) | 75 | - |
| Cobalt (Co) | 25 | - |
| Fluor (F) | 400 | 25 ¹⁾ |
| Kupfer (Cu) | 50 | 0,7 |
| Molybdän (Mo) | 5 | - |
| Nickel (Ni) | 50 | 0,2 |
| Quecksilber (Hg) | 0,8 | - |
| Thallium (Tl) | 1 | - |
| Zink (Zn) | 200 | 0,5 |

¹⁾ Wasserlöslicher Gehalt

4.1 Definition der Bodenfruchtbarkeit gemäß VSBo

Da mit einem umfassenden Bodenschutz nicht nur das Produktionspotential (d.h. die Ertragsfähigkeit) des Bodens auf lange Sicht bewahrt, sondern darüber hinaus auch die Gesundheit von Mensch und Tier sichergestellt werden soll, sind Bewertungskriterien so festzulegen, daß alle Aspekte des Schutzes gewährleistet sind. Als grundsätzliches Beurteilungskriterium kann eine Definition der Bodenfruchtbarkeit herangezogen werden, welche die erwähnten Aspekte vollumfänglich berücksichtigt, das heißt neben der langfristigen Aufrechterhaltung des Ertragspotentials auch eine konsumentenfreundliche Qualität der erzeugten Produkte anstrebt.

Gemäß Art. 2 der VSBo ist ein Boden fruchtbar, wenn er

- a. eine artenreiche und biologisch aktive Tier- und Pflanzenwelt, eine für seinen Standort typische Struktur und eine ungestörte Abbau-fähigkeit besitzt;
- b. das ungestörte Wachstum und die Entwicklung natürlicher und vom Menschen beeinflusster Pflanzen und Pflanzengesellschaften ermöglicht und ihre charakteristischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt;
- c. gewährleistet, daß pflanzliche Erzeugnisse eine gute Qualität aufweisen und für Menschen und Tiere gesundheitlich verträglich sind.

Mit der Festsetzung von Richtwerten kann die in der Definition als allgemeinem Beurteilungskriterium gegebene Qualitätsvorstellung quantifiziert werden. Da vorläufig nicht für alle Stoffe, welche die Bodenfruchtbarkeit im aufgeführten Sinne beeinträchtigen, begründete Richtwerte festgelegt werden können, ist im Einzelfall anhand der Definition allein zu beurteilen, ob die Fruchtbarkeit langfristig gewährleistet bleibt oder nicht. In einer Wegleitung zur Beurteilung der Bodenfrucht-

barkeit, deren Entwurf zurzeit vorliegt, werden Arbeitsgrundlagen für das Vorgehen vorgeschlagen (AGBD, 1988).

4.2 Richtwerte

In den Erläuterungen zur VSBo (BUS 1987) wird zu den Richtwerten folgendes ausgeführt:

"Anders als Grenzwerte legen Richtwerte keine absolute in jedem Fall verbindliche Grenze fest. Sie schaffen nur die - wissenschaftlich allerdings begründbare Vermutung, daß bei der Überschreitung eines bestimmten Schadstoffgehaltes die Fruchtbarkeit des Bodens nicht mehr langfristig gewährleistet ist. Durch Gegenbeweis könnte die Vermutung also im Einzelfall umgestoßen werden. Bund und Kantone müssen ihre Bodenschutzvorschriften bzw. -maßnahmen jedoch zumindest an den Richtwerten orientieren."

"Die Richtwerte sollen die Bodenfruchtbarkeit langfristig sichern und müssen demnach entsprechend tief angesetzt werden. Dies ist besonders wichtig bei Stoffen, die lange im Boden verbleiben. Im übrigen ist bei der Festlegung der Richtwerte auf die wenig belastbaren Böden und empfindlichste Bodennutzung abzustellen."

Von der Begründung her sind Richtwerte tiefer angesetzt als Grenzwerte. Während ein Grenzwert die apodiktische Forderung nach dem "Bis hierher und nicht weiter" beinhaltet, weist der Richtwert auf die Notwendigkeit von Maßnahmen hin, ohne daß bereits Schädigungen wirksam sind. Wenn auch von der Idee her nicht ganz deckungsgleich, werden Richtwerte daher oft auch als Interventionswerte interpretiert.

Obwohl in der VSBo chlorierte und andere organische Verbindungen ausdrücklich als Stoffe erwähnt sind, welche die Fruchtbarkeit beeinträchtigen können, wurde von der Festlegung diesbezüglicher Richtwerte abgesehen. Eine vertretbare Begründung findet sich in den Erläuterungen (BUS 1987):

"Inzwischen hat sich aber die Meinung durchgesetzt, daß solche Stoffe gar nicht anhand von Richtwerten beurteilt werden dürfen, da allein schon ihr Vorhandensein im Boden auf eine mögliche Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit hinweist. Zulässige Gehalte darf es für diese Stoffe nicht geben."

5. Methoden

5.1 Standortwahl und Standortbeschreibung

Die Anzahl der Untersuchungsstandorte und ihre räumliche Verteilung richten sich nach der Fragestellung, welche dem Beobachtungsnetz zugrunde liegt. Die einzelnen Probenahmeorte müssen auf jeden Fall von der Lage und den Standortverhältnissen her eindeutig beschrieben werden können. Außerdem soll der Bodenaufbau im Bereich der Probenahmestellen einheitlich sein. Zwecks Wiederfindung muß jeder Probenahmeort metergenau vermessen werden.

Bei der Standortbeschreibung wird nach dem in der Bodenkunde üblichen Verfahren vorgegangen. Aus den entsprechenden kartographischen Grundlagen und amtlichen Datensammlungen werden so umfassend wie möglich Angaben zu Geologie, Klima, Relief, Vegetation und Landnutzung, sowie zum Boden selbst zusammengestellt und nach eigenen Erhebungen im Felde ergänzt. Besondere Aufmerksamkeit wird der Schadstoffimmission aus der Luft geschenkt. Allfällige Emittenten in der Umgebung des Probenahmeortes werden kartiert. Zwecks Vereinheitlichung der Erhebungen steht ein von der FAC Liebefeld ausgearbeiteter sechsseitiger Fragebogen zur Verfügung.

5.2 Probenahme

Für die Erfassung des Schadstoffgehaltes im Oberboden werden auf einer Fläche von 10 x 10 m (bis max. 30 x 30 m) gleichmäßig verteilt mindestens 16 Einstiche gemacht und die gezogenen Proben zu einer Mischprobe vereinigt. Die Beprobungstiefe beträgt in jedem Fall 20 cm, unabhängig von Bodentyp und Bodennutzung. Frische Pflanzenteile und Streuauflagen werden vor der Probenahme entfernt. Bei Böden ohne Bodenbearbeitung wird zusätzlich eine Probenahme bis 5 cm empfohlen, sofern Schadstoffprofile in der Tiefe oder Veränderungen im Zeitablauf untersucht werden sollen. Im Unterboden erfolgt die Probenahme nach bodenkundlichen Horizonten mit entsprechender Tiefenangabe.

5.3 Aufbereitung und Charakterisierung der Proben

Die Mischproben werden im Ofen mit Umluft bei 40° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Nach Lockerung und Zerteilung mit einem nicht kontaminierenden Gerät und Siebung mit einem 2 mm Kunststoffsieb wird die abgetrennte Feinerde mittels eines geeigneten Probenteilers zu repräsentativen Labor- und Archivproben reduziert. Zur Interpretation von Gehalt und Verhalten der Schadstoffe werden von jeder Probe mit den üblichen pedochemischen Standardverfahren folgende Bodenkenngrößen bestimmt: pH, Textur, Humusgehalt, Kationentauschkapazität, Kalkgehalt, freie Eisen- und Aluminiumoxide und -hydroxide.

5.4 Schwermetallanalysen

Für die Extraktion der Schwermetalle sind in der VSBo 2 Methoden vorgesehen, auf welche die entsprechenden Richtwerte abgestützt sind. Die Wegleitung (BUS 1987) schlägt daneben eine weitere Methode vor, welche auch im Rahmen der LFI-Erhebungen verwendet wird und dort als universelle Methode sowohl für die Erfassung der Nährstoffsituation als auch der Schadstoffbelastung dient. Die folgenden Laborvorschriften wurden der Wegleitung entnommen:

Die HNO_3 -Extraktion

10 g der Laborprobe werden in einem 500 ml Erlenmeyerkolben, der mit einem Uhrglas bedeckt ist, mit 100 ml 2M HNO_3 (138,5 ml HNO_3 65 % auf 1000 ml verdünnt) während 2 Stunden im siedenden Wasserbad erhitzt. Im Filtrat (Faltenfilter Schleicher+Schüll 602 1/2 eh) werden die Schwermetalle mittels Atomabsorption bestimmt.

Mit dieser Extraktion werden 60-70 % des Totalgehaltes der Schwermetalle in Böden erfaßt (in kontaminierten Böden bis 80 %).

Die NaNO_3 -Extraktion

20 g der Laborprobe werden mit 50 ml 0,1M NaNO_3 während 2 Stunden in Polyäthylenflaschen bei ca. 120 U/Min. geschüttelt (Horizontalschüttler, Raumtemperatur). Nach dem Zentrifugieren bei 4000 rpm während 5 Min. wird das Zentrifugat abdekantiert und durch ein Membranfilter (Zelluloseacetat 0,45 μm , z.B. Schleicher+Schüll) filtriert. In diesem Filtrat werden die Schwermetalle mittels Atomabsorption (Graphitrohr) bestimmt.

Erfahrungsgemäß werden mit diesem Lösungsmittel nur aus Böden, die eine gewissen anthropogene Belastung aufweisen, meßbare Mengen extrahiert.

Die NH_4OAc + EDTA-Extraktion

38,5 g Ammoniumacetat werden in 500 ml Wasser gelöst. Dazu gibt man 20 ml Eisessig (100 %) und 5,845 g Titriplex II (saure Form der Äthylendiammintetraessigsäure). Nach dem Auffüllen mit Wasser auf ca. 980 ml wird tropfenweise Essigsäure zugegeben, bis der pH-Wert 4,65 beträgt. Anschließend wird mit Wasser auf 1000 ml aufgefüllt.

10 g der Laborprobe werden während einer Stunde in Polyäthylenflaschen mit 100 ml Extraktionslösung bei ca. 120 U/Min. geschüttelt (Horizontalschüttler, Raumtemperatur). Im Filtrat (Faltenfilter Schleicher+Schüll 602 1/2 eh) werden die Schwermetalle mittels Atomabsorption bestimmt.

Die mit diesem Lösungsmittel extrahierte Schwermetallmenge liefert einen guten Hinweis zur Abschätzung des Ausmaßes einer anthropogenen

Belastung: Werden 50 % oder mehr von der in HNO_3 -löslichen Menge extrahiert, muß mit anthropogener Belastung gerechnet werden.

6. Ausgewählte Resultate

Eine Zusammenstellung der bis 1983 gemachten Untersuchungen zur Schadstoffsituation der Böden in der Schweiz wurde 1984 als Bericht Nr. 3 im Rahmen der Veröffentlichungen zum Nationalen Forschungsprogramm 22 /NFP 22: Nutzung des Bodens in der Schweiz) publiziert (HÄNI et al. 1984). Obwohl damals bereits eine große Zahl von Daten vorlagen, welche auf Untersuchungen von eidg. und kantonalen Laboratorien, Dissertationen, Diplomarbeiten, Gutachten usw. basierten, ließ sich kein Überblick über die generelle Schadstoffsituation gewinnen, da die meisten Untersuchungen Ausnahmestandorte betragen und die eingesetzten Methoden alles andere als vergleichbar waren.

Eine flächendeckende umfassende Übersicht wird erst möglich sein, wenn einmal alle NABO-Standorte und auch die KABO-Standorte beprobt, analysiert und auch ausgewertet sein werden. Vorläufige Ergebnisse sind dagegen schon heute verfügbar vom Projekt "Schwermetallverteilung", das seit 1986 im Rahmen des NFP Boden an der Forschungsanstalt Liebefeld bearbeitet wird (HÄNI und VOGEL, 1988). In diesem Projekt werden mit dem Ziel, einen möglichst baldigen Überblick zu gewinnen, in der Nähe von 41 NABO-Standorten 195 Versuchspartzellen auf die Leitmetalle Cd, Cu, Ni, Pb und Zn untersucht. Ausgewählte Resultate sind in den Abb. 1 - 4 zusammengestellt.

Die summarische Auswertung, die bislang vorliegt, läßt folgende Schlüsse zu:

1. Mit Ausnahme einiger exponierter Standorte, welche sich durch eine besondere Immissionssituation auszeichnen, liegen die "Totalgehalte" (HNO_3 -Extrakt) beträchtlich unterhalb der Richtwerte.

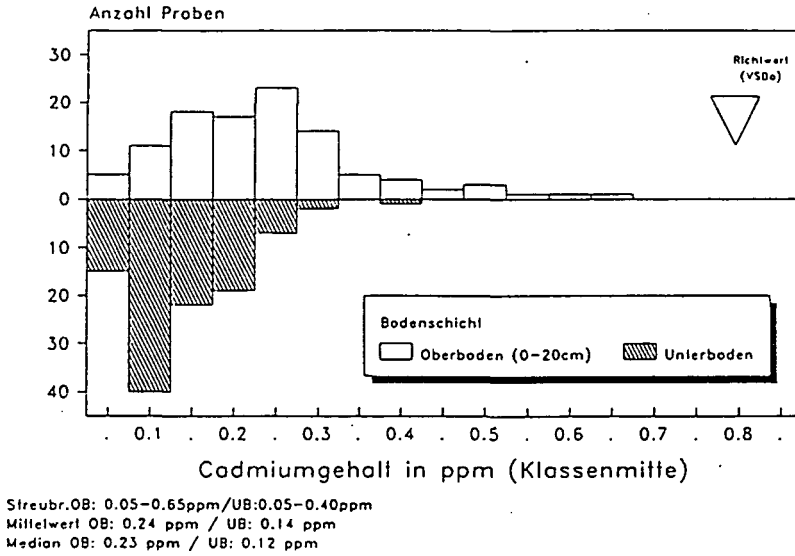


Abb. 1: Cadmiumgehalte im Ober- und Unterboden der NFP-Standorte
 (aus Häni und Vogel, 1988)

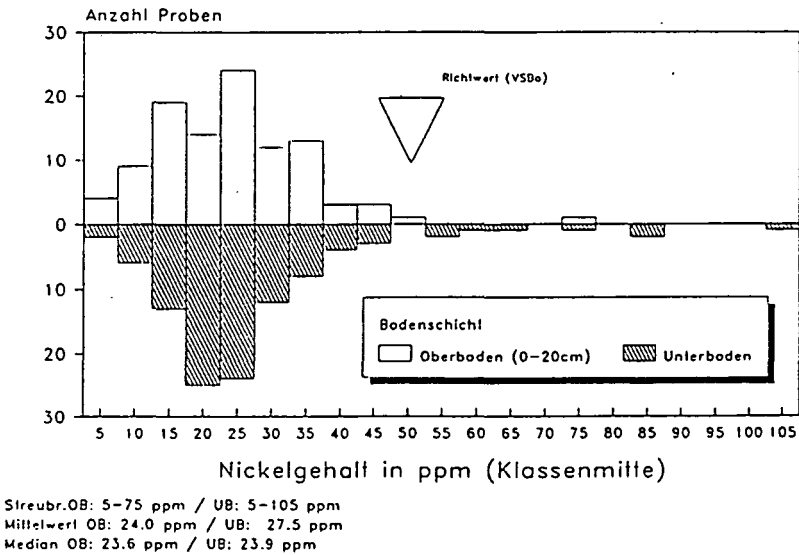


Abb. 2: Nickelgehalte im Ober- und Unterboden der NFP-Standorte
 (aus Häni und Vogel, 1988)

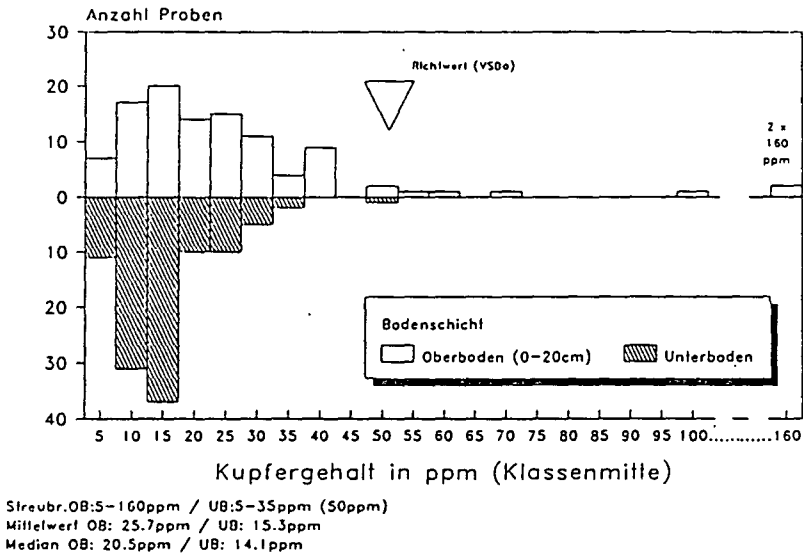


Abb. 3: Kupfergehalte im Ober- und Unterboden der NFP-Standorte (aus Häni und Vogel, 1988).

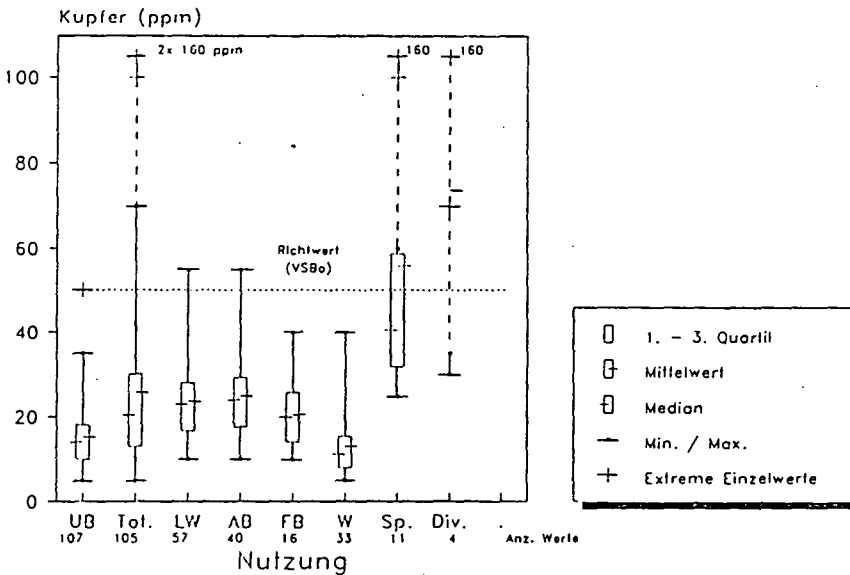


Abb. 4: NFP-Standorte: Unterteilung der Kupfergehalte nach Nutzungsarten (aus Häni und Vogel, 1988)
 (LW: landw. genutzte Flächen, davon AB: Ackerbau, FB: Futterbau, W: Wald, Sp. Spezialkulturen)

2. Die Gehalte im Unterboden sind im allgemeinen niedriger als jene im Oberboden. Eine Ausnahme bildet einzig Nickel, das bei den meisten Profilen eine homogene Verteilung aufweist.
3. Die Aufteilung nach Landnutzungsarten zeigt bei Blei kaum einen Effekt. Der leicht erhöhte Mittelwert bei Waldstandorten dürfte durch den Auskämmeffekt der Bäume bedingt sein. Bei den Elementen Cadmium, Kupfer und Zink läßt sich dagegen ein Einfluß der Nutzungsart ausmachen. Besonders augenfällig wird dies beim Kupfer, wo die Standorte mit Spezialkulturen (Obst-, Wein- und Gemüsebau) deutlich höhere Werte aufweisen.

Bei der Bestimmung der löslichen Gehalte (NaNO_3 -Extrakt) bestätigte sich die Vermutung, welche seit der Veröffentlichung der VSBo verschiedentlich geäußert wurde:

Bei Proben mit einem pH-Wert oberhalb 6 liegen die löslichen Gehalte, auch bei stark erhöhten Totalgehalten, unterhalb des meßbaren Bereichs. Einzig bei sauren, stark belasteten Proben lassen sich Gehalte über der Nachweisgrenze feststellen. Dieser Befund durch zahlreiche analoge Arbeiten bestätigt. So konnte SCHACHENMANN (1988) bei schwach alkalischen Proben aus Schrebergärten in der Stadt Basel trotz Totalgehalten, welche die Richtwerte zum Teil um ein Mehrfaches überstiegen, kaum meßbare Mengen im NaNO_3 -Extrakt nachweisen.

Unter Einbezug früherer Untersuchungen (HÄNI et al. 1984) läßt sich anhand der besprochenen Arbeiten das folgende vorläufige Bild der Schwermetallsituation in den Böden der Schweiz entwerfen:

Im großen Durchschnitt liegen die "Totalgehalten" der landwirtschaftlichen Nutzflächen und Waldstandorte wesentlich unterhalb der in der VSBo verankerten Richtwerte. Ausnahmen bilden Standorte mit Spezialkulturen, wo vor allem Kupfer erhöhte Werte aufweisen kann. Hochbelastet sind dagegen städtische Hausgärten sowie Standorte in unmittelbarer Nähe starker Emittenten wie Metallwerken, Kehrlichtverbrennungslagen, Verkehrsknotenpunkten usw. Eine landesweite kartographische Darstellung des

Belastungsgrades ist aufgrund der bislang verfügbaren Daten nicht möglich.

7. Diskussion

7.1 Zur Methodik der Schadstoffanalyse

Es ist wohl selbstverständlich, daß Methoden, die im Rahmen von Beobachtungsnetzen zur Ermittlung von Schadstoffgehalten eingesetzt werden, genaue und reproduzierbare Resultate liefern müssen. Da die Proben in großer Zahl anfallen und sehr oft durch Hilfspersonal bearbeitet werden müssen, können bei der Auswahl der Methoden weitere Kriterien ins Gewicht fallen, so geringe Kosten, einfache Handhabung und ökologische Unbedenklichkeit (minimale Schadstoffemission, problemlose Entsorgung). Unter Berücksichtigung aller Aspekte fallen Totalaufschlüsse für die Bestimmung von Schwermetallen mit HF/HClO_4 oder Königswasser außer Betracht, auch wenn sie geringfügig reproduzierbarere Resultate liefern als deren HNO_3 -Aufschluß.

Der HNO_3 -Aufschluß, wie er in der Wegleitung (siehe oben) beschrieben ist, hat sich in unserem Land im großen und ganzen bewährt. Ringversuche haben eine akzeptable Übereinstimmung ergeben. Die Extrakte lassen sich auch bei wenig belasteten Proben problemlos mit der Flammen-AAS bestimmen.

Weniger befriedigend ist die NaNO_3 -Methode für die Bestimmung des löslichen Schwermetallanteils. Wie oben bereits angetönt wurde, liegen die Werte bei Böden mit pH-Werten über 6 auch bei stärkerer Belastung meist an oder unter der Nachweisgrenze mit Graphitrohr-AAS. Zunächst war man versucht, mit empfindlicheren Analysenmethoden (z.B. Invers-voltammetrie) zum Ziel zu kommen, doch haben grundsätzliche Überlegungen zum Entschluß geführt, bei Proben mit pH-Werten über 6 vorläufig auf die Bestimmung des löslichen Gehaltes zu verzichten. Einstweilen wird nach einer alternativen Extraktionsmethode gesucht.

Keine Probleme haben sich bisher bei der $\text{NH}_4\text{OAc/EDTA}$ -Methode nach LAKANEN und ERVIÖ (1971) ergeben, welche für die Nährstoff- und Schwermetallanalyse der LFI-Proben angewendet wird (s. oben). Die Konzentration der Schwermetalle liegt in einem Bereich, welcher sowohl mit AAS als auch mit ICP problemlos bewältigt werden kann. Da die Extraktionslösung auf pH 4.65 gepuffert ist, eignet sich die Methode besonders gut für die Analyse von sauren Waldböden.

7.2 Zur Problematik von Richt- und Grenzwerten

Mit der Verordnung von Grenzwerten wird der Wille zum Ausdruck gebracht, die Natur (mit dem Menschen im Zentrum) vor übermäßigen Belastungen zu schützen. Von der anderen Seite aus betrachtet wird damit gleichzeitig die Bereitschaft eingestanden, die Belastungen bis zu einem bestimmten Ausmaß zu tolerieren. Diese prononcierte Formulierung soll auf die ausgesprochene Problematik hinweisen, welche sich um den Begriff Grenzwert rankt.

Die Probleme reichen von der Grundsatzfrage, wer oder was überhaupt geschützt werden soll über politische, rechtliche, psychologische, ökonomische und ethische Gesichtspunkte bis hin zur rein technischen Realisierbarkeit. Eine vernetzte und umfassende Behandlung des Themas ist folglich nur in einem interdisziplinären Rahmen sinnvoll und erfolgversprechend; notwendig dazu ist aber zunächst einmal die Grundlagendiskussion in den einzelnen Disziplinen (vgl. BRASSEL et al., 1988).

1. Wer oder was soll mit den Grenzwerten geschützt werden?

Ist es der Mensch, dessen Gesundheit und Wohlbefinden vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen, die ihm aus dem Boden erwachsen können, bewahrt werden soll, oder ist der Boden per se zu schützen, mit seinen über Jahrtausende gewachsenen Organisationsstrukturen, mit seinen Organismen und ihren Funktionen im Kreislauf des Ökosystems? Die eidgenössische Verfassung und die auf ihr basierenden Gesetze

und Verordnungen sehen neben dem Schutz des Menschen expressis verbis auch den Schutz seiner natürlichen Umwelt vor. Grenzwerte (Richtwerte) sind demnach konsequenterweise auf die schwächsten Glieder auszurichten. Wer mit der Komplexität des Bodenökosystems auch nur einigermaßen vertraut ist, wird eingestehen, daß dies letztlich ein frommer Wunsch bleiben muß. Grenzwerte sind daher von der Sache her Provisorien, die nach Maßgabe neuer Erkenntnisse korrigiert werden müssen. So haben STADELMANN und SANTSCHI (1987) nach einer eingehenden Untersuchung des Einflusses von Schwermetallen auf die Bodenatmung die Senkung der VSBo-Richtwerte für Cr, Cu, Hg, Tl und V gefordert. Versuche mit empfindlicheren Organismen werden mit Sicherheit die Forderung nach einer weiteren Senkung nach sich ziehen. Womit sich die Frage erhebt, ob wir in dieser Richtung mit dem Bodenschutz auf dem richtigen Weg sind.

2. Grenzwerte müssen im Sinne der Rechtsgleichheit allgemeingültig sein, d.h. sie müssen auf alle Böden, unabhängig von deren Aufbau und Beschaffenheit, anwendbar sein (Die VSBo nimmt allerdings Böden mit mehr als 15 % Humus von den Bestimmungen aus). Konkret heißt dies, daß die Werte auf die am schwächsten gepufferten Böden (z.B. saure Sandböden) abzustimmen sind, womit die gut gepufferten Böden eo ipso "übergeschützt" werden. Wäre es sinnvoll, die Grenzwerte (Richtwerte) mit einem "Pufferungsfaktor" zu modifizieren? Welche Konsequenzen ergäben sich aus einer solchen Korrektur?
3. Kritiker des Grenzwertkonzepts nennen die Grenz- und Richtwerte "Beruhigungswerte". Wer eine Parzelle besitzt, deren Schadstoffgehalt unterhalb der Limite liegt, darf beruhigt sein, er braucht sich um den Bodenschutz nicht zu kümmern. Die Abb. 5 verdeutlicht, daß dies ein gefährlicher Trugschluß ist. Besser als das Grenzwertkonzept wäre daher ein Schadstoffflußkonzept, wie es etwa von BACCINI et al. (1988) skizziert worden ist. In eine ähnliche Richtung gehen im übrigen auch Kritiken am Konzept der Bodenbeobachtungsnetze selber (siehe unten).

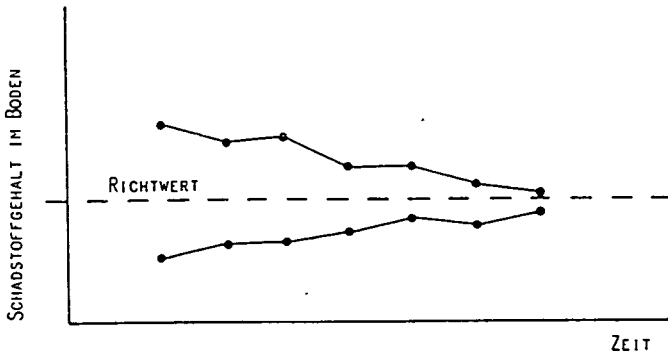


Abb. 5: Zeitliche Entwicklung des Schadstoffgehaltes im Boden.
Welches ist der "bessere" Boden?

7.3 Zu Sinn und Grenzen von Bodenbeobachtungsnetzen

Ein Bodenbeobachtungsnetz vermag bei zweckmäßiger Anlage einen flächenhaften Überblick über die aktuelle Schadstoffsituation im Boden einer Region, bzw. eines Landes zu vermitteln. Für die Erfassung der Gesamtbelastung ist aber die gezielte Katastrierung und Überwachung von potentiellen Emittenten ebenso notwendig wie das Aufspüren von vergessenen Altlasten, da solche mit den üblichen Netzen kaum oder nur zufällig entdeckt werden.

Im Hinblick auf die zeitliche Verfolgung der Schadstoffsituation und eine daraus abzuleitende Prognose bringt ein flächenhaftes Beobachtungsnetz wenig. Diese Behauptung kann durch eine einfache Rechnung illustriert werden: Wenn wir annehmen, daß einer Hektar Ackerfläche über atmosphärische Deposition und über landwirtschaftliche Hilfsstoffe jährlich 400 g Kupfer zugeführt werden, und daß durch Pflanzenaufnahme und Tiefsickerung 100 g weggehen, so bleibt ein jährlicher Zuwachs von 300 g. Verteilt auf die obersten 20 cm Boden ergibt dies einen Anstieg des Gehaltes um 0,125 ppm pro Jahr. Wegen der räumlichen und auch analytischen Variabilität liegt aber die Differenz des Mittelwertes (oder auch Medians) zweier Probenkollektive auch bei großer Stichprobenzahl meist weit über diesem Wert. Eine Beprobungssequenz von

Jahren, wie sie ursprünglich im Rahmen des NABO vorgesehen war, scheint unter diesem Gesichtspunkt wenig ergiebig.

Ein erfolgversprechender, wenn auch aufwendiger Weg für die Prognose der zukünftigen Schadstoffbelastung zeichnet sich in der Erfassung und Modellierung von betrieblichen und regionalen Stoffflüssen ab, wie sie im Rahmen des NFP 22 von MOOS und RICHNER (1988) sowie von BACCINI et al. (1988) mit großer Sorgfalt durchgeführt worden sind. Die sequentielle Beprobung der Beobachtungsstandorte wird durch solche Prognosen nicht obsolet, doch kann der Aufwand durch die Verringerung der Standorte beträchtlich reduziert werden. Außerdem zeigen solche Stoffflußmodelle schon heute an, wo der Bodenschutz prioritär ansetzen sollte, um eine möglichst hohe Reduktion der Schadstoffimmissionen zu bewirken.

7.4 Zur Bewertung und Gewichtung der Schadstoffsituation

In der Öffentlichkeit schwankt die Meinung über die Verschmutzung unserer Böden mit Schadstoffen (sofern überhaupt Kenntnisse dazu vorliegen) zwischen zwei Extremen: auf der einen Seite liegen die beruhigenden Mittelwerte aus den Beobachtungsnetzen; auf der anderen Seite finden sich erschreckende Extremwerte von hochbelasteten Standorten. Da Spitzenwerte eher in die Medien geraten als Durchschnittswerte, liegt bei der Bevölkerung Verunsicherung vor. Es muß Aufgabe der zuständigen Amtsstellen von Bund und Kantonen sein, der Veröffentlichung von Meßwerten einen sachlich aufklärenden Kommentar beizugeben (vgl. dazu auch Mitt. zur VSBo. BUS 1988).

Die schwermetallbezogenen Richtwerte der VSBo und die darauf fußenden Beobachtungsnetze dürfen nicht dazu verleiten, die Schwermetalle überzubewerten und dabei die übrigen Schadstoffe zu vernachlässigen. Da auf absehbare Zeit keine Richtwerte für organische Schadstoffe zu erwarten sind, kommt der allgemeinen Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit eine zentrale Bedeutung zu. Der Entwurf einer Wegleitung (AGBD, 1988) stellt dazu einen ersten (tastenden) Schritt dar.

Die Bodenfruchtbarkeit ist indessen nicht allein durch Schadstoffe gefährdet. Strukturdestabilisierung, Verdichtung, Erosion und Humusabbau sind Probleme, welche zur Zeit vermutlich wesentlich höhere Schäden verursachen als die Kontamination. Daß die Kontaminationsverhütung trotzdem im Zentrum unserer Anstrengungen bleiben muß, braucht wohl angesichts der Kenntnis über die Schadstoffkreisläufe nicht weiter begründet zu werden.

8. Schlußbemerkungen

Bodenbeobachtungsnetze sind ein taugliches Instrumentarium für die Ermittlung und Beurteilung der Schadstoffsituation im Boden, sofern sie durch gezielte Erhebungen von Emittenten und Altlasten ergänzt werden. Sie bringen jedoch wenig, wenn sie dazu dienen sollen, zeitliche Veränderungen zu verfolgen oder die Auswirkung von Maßnahmen zu erfassen, es sei denn im Umkreis starker Emittenten. In diesem Sinne sollten sie nicht mit zu hohen Erwartungen verbunden werden.

Bodenschutz ist letztlich eine Sache des Umweltbewußtseins der Bevölkerung. Je größer das Verständnis und die Sensibilisierung für die Notwendigkeit des Schutzes ist, desto höher ist die Akzeptanz für behördlich angeordnete Einschränkungen und Maßnahmen. Fehlende Akzeptanz kann durch das Strafrecht nur unwesentlich verbessert werden. Erfolgreicher dürfte die Sozialkontrolle einer aufgeklärten und vom Sinn der Sache überzeugten Bevölkerung sein. Wenn die Eidgenossen hier einen Vorsprung aufweisen sollten (was zu beweisen wäre), dann dürfte dies eine Folge der direkten Demokratie sein, in welcher die Inkraftsetzung von Gesetzen wie des USG den Konsens und die Zustimmung des Volkes voraussetzen.

9. Verdankungen

Mein Dank gilt zahlreichen Kollegen und Mitarbeitern für anregende Diskussionen und wertvolle Hinweise, im besonderen Prof. Dr. M. LENDI (Zürich), Dr. P. BLASER (Birmensdorf), Dr. A. DESAULES (Liebefeld) und dipl. Arch. P. GÜLLER (Zürich). Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich den Herren Dr. H. HÄNI und H. VOGEL (Liebefeld), welche mir erlaubten, in unveröffentlichte Berichte Einblick zu nehmen und Teile daraus in dieser Arbeit zu verwenden.

10. Literatur:

AGBD (Arbeitsgruppe Bodenuntersuchung und Düngung), 1988:

Wegleitung zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit (Entwurf). Bern, 31 Seiten.

BACCINI, P., von STEIGER, B. und PIEPKE, E., 1988:

Bodenbelastung durch Stoffflüsse aus der Anthroposphäre. Zürcher Hochschulforum, Band 11, S 55-74. Verlag der Fachvereine, Zürich.

BRASSEL, K.E. und ROTACH, M.C., (Hrsg.), 1988:

Die Nutzung des Bodens in der Schweiz. Interdisziplinäre Vortragsreihe an der ETH und der Universität Zürich. Zürcher Hochschulforum, Band 11. Verlag der Fachvereine, Zürich. 282 Seiten.

BUS (Bundesamt für Umweltschutz), 1987:

Erläuterungen zur Verordnung vom 9. Juni 1986 über Schadstoffe im Boden (VSBo). Bern, 17 Seiten.

do. 1987:

Wegleitung für Probenahme und Analyse von Schadstoffen im Boden. Bern, EDMZ Nr. 730.950, 23 Seiten.

do. 1988:

Mitteilungen zum qualitativen Bodenschutz und zur VSBo, Nr. 2 (Nov. 1988).

HÄNI, H. und VOGEL, H., 1988:

Flächenbezogene Angaben über natürliche und Grundgehalte einiger Schwermetalle in den Böden der Schweiz. Nationales Forschungsprogramm: "Nutzung des Bodens in der Schweiz". 2. Zwischenbericht.

HÄNI, H., SCHNEIDER, MANUELA, CANDINAS, A. und DESAULES, A., 1984:

Die Belastung der Böden mit Schadstoffen. Nationales Forschungsprogramm: "Nutzung des Bodens in der Schweiz". Bericht Nr. 3, Bern-Liebefeld, 95 Seiten.

LAKANEN, E., und ERVIÖ, R., 1971:

A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. Acta agraria fennica 123, 223-232.

MAHRER, F. und VOLLENWEIDER, Ch., 1983:

Das Landesforstinventar der Schweiz. EAFV-Bericht Nr. 247, Birmensdorf, 26 Seiten.

MOOS, F. und RICHNER, B., 1988:

Auswirkungen hoher Konzentrationen von Rindvieh und Schweinemastbetrieben auf die Qualität des Bodens. Nationales Forschungsprogramm: "Nutzung des Bodens in der Schweiz". 2. Zwischenbericht.

SCHACHENMANN, O., 1988:

Tauglichkeit chemischer Verfügbarkeitsindices für die Abschätzung der Schwermetallbelastung von Gemüsepflanzen. Diplomarbeit ETH Zürich, Abteilung für Naturwissenschaften.

STADELMANN, F.X. und SANTSCHI-FUHRIMANN, Elisabeth, 1987:

Beitrag zur Abstützung von Schwermetall-Richtwerten im Boden mit Hilfe von Bodenatmungsmessungen. FAC Liebefeld, 105 Seiten.

STICHER, H., 1987:

Bodenschutz als integrale nationale Aufgabe - Möglichkeiten und Grenzen. Mitt. Österr. Bodenkundl. Gesellsch. 35, 13-26.

Name und Adresse des Autors:

Prof. Dr. H. Sticher

Labor für Bodenchemie

ETH Zentrum / LFO

CH- 8092 Zürich

**Aufbau eines Bodenmeßnetzes und Konzept der
Bodenbestandsaufnahmen in Baden-Württemberg**

von F. TIMMERMANN

1. Zusammenfassung

Dem Auftrag in den Bodenschutzprogrammen von Bund und Land, Informationsgrundlagen für Entscheidungen und Maßnahmen mit bodenschutzrelevanten Auswirkungen zu schaffen, wird in Baden-Württemberg mittelfristig mit der Erstellung eines Bodeninformationssystems entsprochen.

Wesentliche Bestandteile sind das Bodenmeßnetz (Dauerbeobachtungsflächen), die Bodenbestandsaufnahme (Flächenkartierung), das Bodenbelastungskataster, die Bodendaten- und Bodenprobenbank.

Auch die umfangreichen Boden-, Standorts- und Bewirtschaftungsinformationen sowie Analysendaten aus den alljährlichen Kontrolluntersuchungen von Wasserschutzgebietsflächen und die Ergebnisse von Vergleichsflächenversuchen sollen das Bodeninformationssystem Baden-Württemberg vervollständigen.

Seit 1986 wird der Aufbau des Bodeninformationssystems in Zusammenarbeit der Institutionen Geologisches Landesamt, Landesanstalt für Umwelt-

schutz, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt, Forstliche Versuchsanstalt und Universitätsinstituten vorangetrieben.

2. Anlaß und Auftrag

Die Bemühungen von Land (MELUF Baden-Württemberg 1986) und Bund (BMU 1987) um Realisierung eines wirksamen Bodenschutzes beinhalten als wesentliche Maßnahme zur Erarbeitung der erforderlichen Informationsgrundlagen die Erstellung eines Bodeninformationssystems.

Im Konzept des Bundes wird "besonders auf die bestehenden Defizite in der Erfassung bodenschutzrelevanter Daten zum Zweck flächendeckender Aussagen und in der multidisziplinären Verknüpfung der Daten zum Zweck der Risikovorhersage" hingewiesen.

Als vorrangig für den nur mittelfristig möglichen Aufbau eines Bodeninformationssystems werden erachtet:

- Flächendeckende Erfassung bodenkundlicher Daten,
- Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen,
- Einrichtung von Bodenprobenbanken,
- flächendeckende Bodenkarten im Maßstab 1 : 200.000
(vorläufige Lösung bis zum Übergang auf größere Maßstäbe),
- kartenmäßige Darstellung von Gefährdungen (z.B. Erosion, Schwermetallbelastung),
- Nutzung von Informationen aus anderen Umweltbereichen für den Bodenschutz (BMU 1987)

Das Bodenschutzprogramm 1986 des Landes Baden-Württemberg sieht zur Erfassung und Überwachung des Zustandes der Böden folgende Maßnahmen und Einrichtungen vor:

- Aufbau eines repräsentativen **Bodenmeßnetzes**
(Ziel: Aufnahme des gegenwärtigen Zustandes und der künftigen Veränderungen von wesentlichen Bodeneigenschaften),

- flächendeckende Erfassung der Böden (Bodenbestandsaufnahme) und Darstellung in **Bodenkarten** (Maßstab 1 : 25.000),
- **Bodenbelastungskataster**
(Ziel: Geogen oder anthropogen bedingte flächenhafte Bodenbelastungen erfassen und katastermäßige Darstellung in ihrer Flächenausdehnung),
- **Bodendatenbank**
(Ziel: Vorliegende und anfallende Bodendaten zusammenführen, auswerten und abrufbereit halten),
- **Bodenprobenbank**
(Ziel: Dauerhafte Einlagerung von untersuchtem Bodenmaterial in ausreichender Menge für spätere Untersuchungen),
- **Rohstoffkarte**
(Ziel: Erfassung oberflächennaher Rohstofflager und Darstellung in Karten und Landschaftsrahmenplänen)

Das umfangreiche und vielfältige Datenmaterial fließt in das **Bodeninformationssystem Baden-Württemberg** (vgl. Übersicht 1) ein, das erstens ein **Datenbanksystem** mit der Möglichkeit der raschen Fortschreibung, Wiedergewinnung und Weiterverarbeitung dieser Daten und zweitens ein **Auswertungssystem** enthält, mit dessen Hilfe durch Einsatz vorhandener und neu zu entwickelnder Programme die wichtigsten Fragen des Bodenschutzes zu beantworten sind. Die Antworten sollen dabei in Form von Texten, Diagrammen und Karten unterschiedlicher Maßstäbe abrufbar sein (HUMMEL 1986).

3. Aufbau eines Bodenmeßnetzes

Zur Langzeitkontrolle und -überwachung von Bodenveränderungen und -belastungen, d.h. von Einträgen, Austrägen und Vorratsänderungen von Stoffen, die die Eigenschaften und Nutzung des Bodens beeinflussen, wird seit 1986 ein Bodenmeßnetz eingerichtet.

Unter Berücksichtigung anderer bereits bestehender oder im Aufbau befindlicher Meßnetze (**Immissionsökologisches Wirkungskataster**, **Grundwassergütemeßnetz**, **Lysimetermeßnetz**, **Meßnetz zur Luftüberwachung**) und

Bodeninformationssystem Baden-Württemberg

Entwurf: GLA Baden-Württemberg
Stand: Februar 1986

1. Bodenkartierung

Federführung: GLA

2. Bodenbeobachtung und Beweissicherung

Federführung: LFU

1.1 Bodenspezialkarten

Bodenkarte 1:25 000

Übersichtsmäßige Spezialkartierung von ausgewählten Belastungs- und Gefährdungsgebieten des Landes

Bodenkarte 1:5 000

Projektkartierung als Grundlage parzellenscharfer Aussagen zum Bodenschutz

1.2 Bodenübersichtskarten

Bodenkarte 1:200 000

Flächendeckende Übersichtskartierung als Planungsunterlage für die Festlegung von Sonderuntersuchungen in Problemgebieten

2.3 Bodenprobenbank

Stoffliche Dokumentation des Ist-Zustandes
Sitz: LUFA

und

2.4 Datenbank

Alphanumerische Datei der Gelände- und Labordaten

Graphische Datei der Punkt-, Linien- und Flächendaten

Erfassung, Verwaltung und Auswertung von Daten
Sitz: LfU

2.1 Bodenmeßnetz

Punktförmige Dokumentation des Ist-Zustandes und Nachweis von Veränderungen einschließlich Bilanzierung von Stoffkreisläufen repräsentativer Bodenformen
Ziel: ca. 150 Meßstellen

3. Auswertung der Bodenkarten

Federführung: GLA

3.1 Zustandskarten

Flächenhafte Dokumentation des Ist-Zustandes der Böden (z.B. der derzeitigen Belastung mit Schwermetallen, des Erosions- oder Versauerungsgrades)

3.2 Auswertungskarten zur Risikoberurteilung

Flächenhafte Aussage über die potentielle Gefährdung der Böden, ermittelt durch Verknüpfung von Immissions-, Nutzungsdaten etc. oder von Ergebnissen der Bodendauerbeobachtung mit Daten der Bodenkarte (z.B. Empfindlichkeit, Belastbarkeit)

der naturräumlichen Gliederung des Landes müssen die hauptsächlich vorkommenden Böden und die verschiedenen Nutzungsarten wie Wald, extensiv und intensiv genutztes Acker- und Grünland sowie Ödland erfaßt werden (vgl. Übersicht 2).

Die Meßstellen sollten langfristig verfügbar (bevorzugt werden Flächen in landeseigenem Grundbesitz) und möglichst frei von unkontrollierbaren Einflüssen sein.

Die Auswahl der 154 Standorte (61 Wald-, 51 Grünland- und 42 Ackerstandorte) erfolgte daher nach den Kriterien

- Ausgangsgestein der Bodenbildung,
- Bodengesellschaften,
- repräsentative Bodentypen,
- Naturraum (Klima, Niederschlagshöhe),
- Hauptnutzungsarten,
- Belastungsgrad,
- langfristige Verfügbarkeit.

3.1 Probenahme und Untersuchungsprogramm

Die Beprobung der Standorte erfolgt horizontbezogen in einer Profilgrube nach pedologischen Gesichtspunkten. Ein Teil des Probenmaterials wird für eventuell notwendig werdende spätere Untersuchungen bzw. Erweiterungen des Analysenprogramms auf derzeit noch nicht relevante Parameter in einer Bodenprobenbank bei der LUFA Augustenberg eingelagert.

Bei den Untersuchungen der sogenannten Bodengrundinventur der Meßflächen werden folgende Parameter erfaßt (KÜHL 1986):

a) Profilbeschreibung

- Ausgangsmaterial der Bodenbildung,
- Horizontfolge,
- Bodenart,


```

graph TD
    A[Auswahl der Meßflächen  
ca. 150 repräsentative Meßflächen in den verschiedenen Bodenlandschaften und bei unterschiedlicher Nutzung, z.B. Acker - Grünland - Wald - ungenutzte Flächen] --> B[Standortaufnahme,  
Sondierung der einzelnen Meßfläche, Profilbeschreibung, Vegetationsaufnahme]
    B --> C[Probenahme]
    C --> D1[boden-physikalische Untersuchungen  
Korngrößenanalyse  
Wasserbindung  
Wasserleitfähigkeit  
Dichte  
Radioaktivität]
    C --> D2[boden-chemische Untersuchungen  
Pflanzennährst. v.a. NPK  
Karbonatgehalt  
pH-Wert  
Humusmenge  
Humusqualität  
Kationenaustauschkapazität  
Schwermetalle  
organische Schadstoffe]
    C --> D3[biologische Untersuchungen  
(Untersuchungsparameter für Gelände und Labor werden erarbeitet)]
    C --> D4[Sonderuntersuchungen  
an ausgewählten Standorten  
z.B. Deposition  
Klimadaten u.a.)]
    D1 --> E[Bodendatenbank  
Verarbeitung, Speicherung, Aktualisierung  
und Verknüpfung mit anderen Daten]
    D2 --> E
    D3 --> E
    D4 --> E
    E --> F[Auswertung  
Beurteilung der Ergebnisse, Risikobewertung, Folgerungen]
    F --> E
    F --> G[Bodenprobenbank  
Archivierung von Proben,  
u.a. zur Beweis-sicherung]
    G --> E
    G --> H[Wiederholungsmessungen in Abständen von etwa 5 Jahren]
    H --> B

```

- Bodengefüge,
- Farbe,
- Ausfällungen,
- Einfluß von Grund- und Stauwasser,
- Humusgehalt und Humusform,
- Durchwurzelung, Gründigkeit.

b) bodenphysikalische Grunddaten

- Körnung,
- Wasserdurchlässigkeit in gesättigtem Zustand,
- Raumgewicht und Dichte,
- Gesamtporenvolumen, Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität, Luftkapazität.

c) bodenchemische Grunddaten

- pH-Wert
- Gesamtkarbonat,
- Kohlenstoff,
- Stickstoff,
- Kationenaustauschkapazität,
- Nährstoffe: P, K (CAL-Extr.), Mg (CaCl₂-Extr.),
bei Waldböden: N, P, K, Mg, Ca (HCl-lösl.)
- Schwermetalle (gesamt): Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn, Tl und As,
- organische Schadstoffe (Leitsubstanzen):
HCH, HCB, PCB, PAK (Metaboliten).

d) Weitere Untersuchungen

In Ergänzung der Bodengrundinventur sind in Zusammenarbeit mit Universitätsinstituten weitere Untersuchungen in Bearbeitung bzw. geplant:

- Untersuchungen zur Variabilität bodenchemischer Meßwerte,
- bodenbiologische Untersuchungen,
- Untersuchung des Ein- und Austrags von Stoffen,
(nasse und trockene Deposition, Düngung, Pflanzenentzug, Sickerung),

- Mineralbestand,
- Bewertung der Schwermetallgehalte nach pflanzenverfügbarem Gehalt.

3.2 Aussagemöglichkeiten und erste Ergebnisse

Anhand der in der Bodendatenbank aggregierten und mit anderen Daten korrelierten Ergebnisse des Bodenmeßnetzes werden Aussagen ermöglicht werden zur (zum)

- Kennzeichnung von Standorteigenschaften,
- Bewertung von Belastungen anhand von Grenzwerten,
- Einfluß von Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen bei landwirtschaftlich genutzten Flächen
- Langzeitkontrolle von Bodenveränderungen durch Wiederholungsmessungen (Grundinventur und bodenphysikalische Grunddaten im Rhythmus von 9 Jahren, bodenchemische Grunddaten von jeweils 5 Jahren) sowie Messung von Ein- und Austrägen.

Damit werden die Böden insgesamt hinsichtlich ihres Umsetzungs- und Sorptionsvermögens für Schwermetalle und organische Schadstoffe beurteilt.

Die Meßparameter erbringen Hinweise zur Abschätzung der Belastbarkeit und Belastbarkeitsgrenzen der Böden durch

- Deposition von Luftschadstoffen,
- Düngemaßnahmen und Pflanzenbehandlungsmittel,
- Siedlungsabfälle (Klärschlamm, Komposte)
- sonstige Schadstoffe.

Auf diese Weise wird eine wichtige Grundlage für eventuell notwendige Maßnahmen zum Schutz der Böden vor diesen Belastungen geschaffen (Vorsorgeprinzip) bzw. es können bei bereits vorhandener Belastung Hinweise

auf Anbaubeschränkungen oder -empfehlungen und Meliorationen gegeben werden (Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg 1987).

Einen Eindruck vom Untersuchungsstand vermittelt Tabelle 1, in der eine Probenübersicht und die bis September 1988 erledigte bodenchemische Analytik aufgeführt sind (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 1988).

Tabelle 1: Probenübersicht und Stand der bodenchemischen Untersuchungen - Bodenmeßnetz Baden-Württemberg (September 1988)

| Nutzung | Proben- zahl | Pflan- zen- nähr- stoffe | davon untersucht auf | | Standorte des Bodenmeßnetzes mit Analysen in Auflage, Ober- und Unterboden | | |
|----------|-----------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------------|--|--------------------|----------------------------|
| | | | Schwer- metalle | Organ. Schad- stoffe | Pflan- zen- nähr- stoffe | Schwer- metalle | Organ. Schad- stoffe |
| Acker | 591 | 422 | 148 | 178 | 31 | 12 | 13 |
| Grünland | 965 | 724 | 212 | 184 | 36 | 18 | 8 |
| Wald | 1219 | 473 | 593 | 316 | 27 | 55 | 23 |
| Summe | 2775 | 1619 | 953 | 678 | 94 | 85 | 44 |

Demnach waren zu dem Zeitpunkt nicht ganz zwei Drittel der Standorte und Proben untersucht, insbesondere bei den zeit- und kostenaufwendigen organischen Schadstoffen ergibt sich noch ein erheblicher zeitlicher Verzug.

Anhand der Schwermetallbefunde sollen beispielhaft erste Ergebnisse aufgezeigt werden (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2: Höchst- und Tiefstwerte von Schwermetallgehalten in Auflage-, Oberboden- und Unterbodenhorizonten; Grenzwerte nach Klärschlammverordnung (KSVO) zum Vergleich

| | Auflagen | | Oberböden | | Unterböden | | KSVO |
|----|----------|--------|-----------|--------|------------|--------|------|
| | Min. | Max. | Min. | Max. | Min. | Max. | |
| | mg/kg | | | | | | |
| Pb | 8,20 | 316,00 | 2,00 | 182,00 | 1,00 | 179,00 | 100 |
| Cd | 0,10 | 1,70 | 0,10 | 1,50 | 0,10 | 1,50 | 3 |
| Cr | 0,41 | 37,00 | 0,72 | 82,00 | 2,10 | 441,00 | 100 |
| Cu | 2,40 | 120,00 | 0,24 | 63,00 | 0,84 | 134,00 | 100 |
| Ni | 0,84 | 48,00 | 0,26 | 150,00 | 0,51 | 334,00 | 50 |
| Hg | 0,04 | 0,92 | 0,01 | 0,81 | 0,01 | 0,27 | 2 |
| Zn | 13,00 | 180,00 | 0,60 | 216,00 | 2,20 | 222,00 | 300 |
| As | 0,20 | 17,20 | 0,70 | 31,00 | 0,30 | 77,20 | 20 |
| Tl | 0,10 | 0,95 | 0,10 | 1,70 | 0,10 | 2,40 | 1 |

Überschreitungen der Grenzwerte (nach der Klärschlammverordnung - KSVO) sind danach beim Blei insbesondere in den Auflageschichten, bei Chrom, Nickel, Arsen und Thallium in den Unterböden, bei Kupfer in den Auflagen und Unterböden sowie bei Nickel, Arsen und Thallium auch in den Oberböden festgestellt worden.

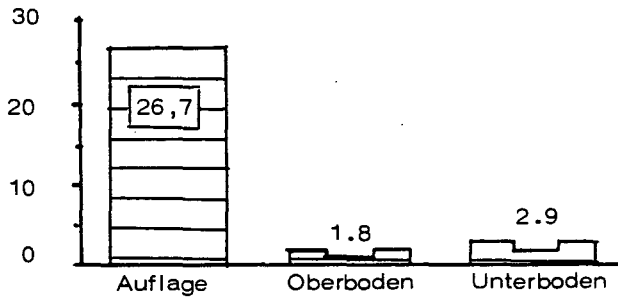
Die höchsten Cadmium-, Quecksilber- und Zinkgehalte lagen deutlich unter den Grenzwerten.

Bei Blei und Nickel sind Überschreitungen am häufigsten (vgl. Abb. 1). Blei wird vor allem in der Auflage akkumuliert, was hauptsächlich durch atmosphärische Einträge bedingt sein dürfte. Die höheren Nickelgehalte sind dagegen geogenen Ursprungs.

Abbildung 1: Relativer Anteil der Schwermetall-Grenzwertüberschreitung
an der Gesamtzahl der untersuchten Bodenschichten

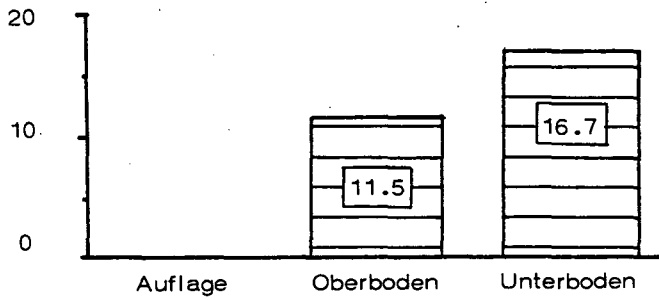
Grenzwertüberschreitung in Prozent

Pb



Grenzwertüberschreitung in Prozent

Ni



3.3 Schlußfolgerungen

Resümierend läßt sich feststellen, daß die Standortauswahl für das Bodenmeßnetz durchaus die ubiquitäre Belastung der Böden unter normaler Nutzung widerspiegelt. Ergänzend sind jedoch regionale Untersuchungsprogramme, insbesondere in Ballungsgebieten, mit Emittentenbezug (ergänzende Depositionsmessung) durchzuführen.

Ein besonderes Problem stellt die Datenbewertung im Schadstoffbereich dar (z.B. Schwermetall-Grenzwerte basieren auf Gesamtgehalten, nicht jedoch auf pflanzenverfügbaren Fraktionen).

Ergänzend sollte auch der pflanzliche Aufwuchs analysiert werden, um die stoffliche Belastung für die Nahrungskette abschätzen zu können. Erst daraus lassen sich verlässliche Konsequenzen für die Bodennutzung ableiten.

Die Notwendigkeit der bodenbiologischen Untersuchungen wird dadurch unterstrichen, daß den Bodenorganismen (Bakterien, Pilze, Schnecken, Milben, Asseln, Regenwürmer) für viele Reaktionsabläufe (Nährstoffkreislauf, geregelter Abbau des pflanzlichen Bestandsabfalls u.a.m.) eine zentrale Bedeutung zukommt.

Ihre Reaktionen auf Umweltveränderungen können auf unterschiedlichen Organisationsstufen untersucht werden:

- Untersuchungen von biologischen Prozeßabläufen (Bestimmung der biologischen Aktivität und Biomasse, Streuzersetzung),
- auf Populationsebene (Indikatorkonzept: Fehlen bestimmter Arten); Fang- und Auslesemethoden (elektrischer Regenwurmfang, Geländestaubsauger, Fallen),
- auf Individuenebene durch Rückstandsanalysen (Schadstoffanreicherung), Vitalitätsmessung, Ermittlung der Reproduktionsrate, Biotests im Labor und Freiland,
- auf Organ- und Zellebene (histologische und physiologische Untersuchungen) zur Beurteilung der pathologischen Bedeutung.

In laufenden Forschungsarbeiten werden aussagefähige bodenbiologische Methoden für die Übernahme ins Bodenmeßnetz erarbeitet.

4. Konzept der Bodenbestandsaufnahme (Bodenkarten)

Unter "Bodenbestandsaufnahme" wird eine umfassende **Bodeninventur** für den Umwelt- und Bodenschutz verstanden (HUMMEL 1986). Sie dient der Beurteilung der **Nutzungseignung** der Böden, der **Schadensverhütung** (Vorsorge) und der **Schadensbeseitigung** (Altlasten-Problematik).

Sie umfaßt die folgenden Bereiche:

- Darstellung der flächenhaften Verbreitung der Böden in einer digitalen graphischen Datenbank als Grundlage für alle flächenwirksamen Maßnahmen (Genauigkeitsansprüche an Karten und Diagramme entsprechend den jeweiligen Anforderungen aus dem Bodenschutzprogramm);
- Kennzeichnung der wichtigsten Böden Baden-Württembergs durch Feld- und Labormessungen und Aufnahme in eine Meßwert- oder Labordatenbank;
- Einrichtung einer Bodenprobenbank und
- Anlegen von Dauerbeobachtungsflächen, beides zur Dokumentation des Ist-Zustandes und zur Feststellung von Veränderungen der Böden,
- Entwickeln von anwendungsbezogenen Auswertungsverfahren zur Erarbeitung von Entscheidungshilfen z.B. für den Schutz des Bodens vor Überdosierung mit Dünger und Pflanzenschutzmitteln, bei der Rekultivierung von Deponien und Bodenabbaugebieten, bei der Erosionsbekämpfung, beim Vermeiden und Beseitigen von Bodenverdichtungen, zur Minimierung des Verlustes hochwertiger Böden bei der Landesplanung, beim Schutz von Trinkwasservorkommen u.a.m.

5. Durchführung der Bodenbestandsaufnahme

5.1 Aufbereitung vorhandener Bodendaten

Die Aufbereitung umfaßt im wesentlichen Profil- und Flächendaten der Bodenschätzung, der forstlichen Standortskartierung, der geologischen Karten, Daten von Bohrungen und topographischen Karten sowie von Klimastationen und -karten.

5.2 Ermittlung punktbezogener Bodendaten

Die Bodenbestandsaufnahme erfordert profilbezogene Geländedaten, Labor-
daten und Bodenkennwerte.

Zwecks Normierung wurden zugrunde gelegt:

- Kartierungsanleitung der GLÄ der BRD für die bodenkundliche Kartierung,
- Datenschlüssel Bodenkunde für Profil- und Flächendaten,
- DIN-Norm 19683, 19684 für Analysendaten-

An Geländedaten werden mittels "Formblatt zur Aufnahme von Bodenprofilen" (vgl. Übersicht 3) erhoben

- Titeldaten wie Lage, Maßstab und Datum, dann die Beschreibung der Aufnahmesituation wie Angabe zu Klima, Reliefform, Neigung, Nutzung. Hinweise auf Flora, Fauna, Melioration, Erosionserscheinung;
- Horizont- und Schichtbeschreibung: Horizont, Bodenart, -farbe, -humusgehalt, -art, -form, Eisen- und Manganausfällungen, Kalkgehalt, Durchwurzelung, Bodengefüge, Konsistenz;
- Basisdaten von Wasser- und Lufthaushalt wie Feuchte, Wasserstand, Staunässe, Gründigkeit und

Übersicht 3

| Formblatt zur Aufnahme von Bodenprofilen | | | | | | | | | | GEOLOGISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|--|-------|--|------|--|------|--|--|--|-----------------|--|------------------------|--|-----------|--|------------|--|
| Titeldaten | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Archiv-Nr. | | Kartierer | | Datum | | TK25 | | TK10 | | TKx | | Lage- angabe | | Auf- schluß- art | | Sonstiges | | Archiv-Nr. | |
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
| B K | | | | | | | | | | | | | | | | | | mit Feld 7 | |
| Aufnahmesituation | | | | | | | | | | Profilkennzeichnung | | | | | | | | | |
| Relief | | | | | | | | | | <div> <div>52</div> <div>Boden- genetische Einheit</div> </div> <div> <div>53</div> <div>Substrat- protillyp</div> </div> <div> <div>54</div> <div>Geologischer Profillyp</div> </div> | | | | | | | | | |
| Form- gruppe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Formtypen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Genet. Form | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Flächen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Neigung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Exposition | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rau- heit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lage der Bohrung | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Anthra- pog. Einheit | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | 6 | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | 8 | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | 10 | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | 12 | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | 14 | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | 16 | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | 20 | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | 22 | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | 24 | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | 26 | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | 28 | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | 30 | | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | 32 | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | 34 | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | | 36 | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | | 38 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | | 40 | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | 42 | | | | | | | | | |
| 43 | | | | | | | | | | 44 | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | 46 | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | | | 48 | | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | 50 | | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | | | 52 | | | | | | | | | |
| 53 | | | | | | | | | | 54 | | | | | | | | | |
| 55 | | | | | | | | | | 56 | | | | | | | | | |
| 57 | | | | | | | | | | 58 | | | | | | | | | |
| 59 | | | | | | | | | | 60 | | | | | | | | | |
| 61 | | | | | | | | | | 62 | | | | | | | | | |
| 63 | | | | | | | | | | 64 | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | | | | 66 | | | | | | | | | |
| 67 | | | | | | | | | | 68 | | | | | | | | | |
| 69 | | | | | | | | | | 70 | | | | | | | | | |
| 71 | | | | | | | | | | 72 | | | | | | | | | |
| 73 | | | | | | | | | | 74 | | | | | | | | | |
| 75 | | | | | | | | | | 76 | | | | | | | | | |
| 77 | | | | | | | | | | 78 | | | | | | | | | |
| 79 | | | | | | | | | | 80 | | | | | | | | | |
| 81 | | | | | | | | | | 82 | | | | | | | | | |
| 83 | | | | | | | | | | 84 | | | | | | | | | |
| 85 | | | | | | | | | | 86 | | | | | | | | | |
| 87 | | | | | | | | | | 88 | | | | | | | | | |
| 89 | | | | | | | | | | 90 | | | | | | | | | |
| 91 | | | | | | | | | | 92 | | | | | | | | | |
| 93 | | | | | | | | | | 94 | | | | | | | | | |
| 95 | | | | | | | | | | 96 | | | | | | | | | |
| 97 | | | | | | | | | | 98 | | | | | | | | | |
| 99 | | | | | | | | | | 100 | | | | | | | | | |
| 101 | | | | | | | | | | 102 | | | | | | | | | |
| 103 | | | | | | | | | | 104 | | | | | | | | | |
| 105 | | | | | | | | | | 106 | | | | | | | | | |
| 107 | | | | | | | | | | 108 | | | | | | | | | |
| 109 | | | | | | | | | | 110 | | | | | | | | | |
| 111 | | | | | | | | | | 112 | | | | | | | | | |
| 113 | | | | | | | | | | 114 | | | | | | | | | |
| 115 | | | | | | | | | | 116 | | | | | | | | | |
| 117 | | | | | | | | | | 118 | | | | | | | | | |
| 119 | | | | | | | | | | 120 | | | | | | | | | |
| 121 | | | | | | | | | | 122 | | | | | | | | | |
| 123 | | | | | | | | | | 124 | | | | | | | | | |
| 125 | | | | | | | | | | 126 | | | | | | | | | |
| 127 | | | | | | | | | | 128 | | | | | | | | | |
| 129 | | | | | | | | | | 130 | | | | | | | | | |
| 131 | | | | | | | | | | 132 | | | | | | | | | |
| 133 | | | | | | | | | | 134 | | | | | | | | | |
| 135 | | | | | | | | | | 136 | | | | | | | | | |
| 137 | | | | | | | | | | 138 | | | | | | | | | |
| 139 | | | | | | | | | | 140 | | | | | | | | | |
| 141 | | | | | | | | | | 142 | | | | | | | | | |
| 143 | | | | | | | | | | 144 | | | | | | | | | |
| 145 | | | | | | | | | | 146 | | | | | | | | | |
| 147 | | | | | | | | | | 148 | | | | | | | | | |
| 149 | | | | | | | | | | 150 | | | | | | | | | |
| 151 | | | | | | | | | | 152 | | | | | | | | | |
| 153 | | | | | | | | | | 154 | | | | | | | | | |
| 155 | | | | | | | | | | 156 | | | | | | | | | |
| 157 | | | | | | | | | | 158 | | | | | | | | | |
| 159 | | | | | | | | | | 160 | | | | | | | | | |
| 161 | | | | | | | | | | 162 | | | | | | | | | |
| 163 | | | | | | | | | | 164 | | | | | | | | | |
| 165 | | | | | | | | | | 166 | | | | | | | | | |
| 167 | | | | | | | | | | 168 | | | | | | | | | |
| 169 | | | | | | | | | | 170 | | | | | | | | | |
| 171 | | | | | | | | | | 172 | | | | | | | | | |
| 173 | | | | | | | | | | 174 | | | | | | | | | |
| 175 | | | | | | | | | | 176 | | | | | | | | | |
| 177 | | | | | | | | | | 178 | | | | | | | | | |
| 179 | | | | | | | | | | 180 | | | | | | | | | |
| 181 | | | | | | | | | | 182 | | | | | | | | | |
| 183 | | | | | | | | | | 184 | | | | | | | | | |
| 185 | | | | | | | | | | 186 | | | | | | | | | |
| 187 | | | | | | | | | | 188 | | | | | | | | | |
| 189 | | | | | | | | | | 190 | | | | | | | | | |
| 191 | | | | | | | | | | 192 | | | | | | | | | |
| 193 | | | | | | | | | | 194 | | | | | | | | | |
| 195 | | | | | | | | | | 196 | | | | | | | | | |
| 197 | | | | | | | | | | 198 | | | | | | | | | |
| 199 | | | | | | | | | | 200 | | | | | | | | | |
| 201 | | | | | | | | | | 202 | | | | | | | | | |

- Profilkennzeichnung (Ableitung der Bodenform mit Angabe von Bodentyp und Substrattyp, geologische Kennzeichnung des Ausgangsgesteins).

5.3 Labordaten

Für die Erfassung des Istzustandes flächentypischer Bodenformen eines Kartenblatts 1 : 25.000 ist die Untersuchung von mindestens 15 Boden-Profilen erforderlichen.

Die Probenahme erfolgt durch das Geologische Landesamt.

Die bodenphysikalischen Untersuchungen an den Proben wie

- Steingehalt, Korngrößenanteile des Feinmaterials,
- Porengrößenverteilung (Wassergehalte bei 5 Druckstufen) und
- Wasserleitfähigkeit (kf)

führt die Landesanstalt für Umweltschutz durch.

Von der LUFA Augustenberg werden die bodenchemischen Analysen erledigt:

- pH in CaCl_2 , darin auch Mg,
- Carbonat (Scheibler),
- organischer Kohlenstoff (> 2 %: Glühverlust),
- Gesamtstickstoff (Kjeldahl),
- Zink, Blei, Kupfer, Cadmium, Quecksilber, Chrom, Nickel, Phosphor, Kalium, Cadmium, Magnesium (Königswasser-Extrakt),
- Kationenaustauschkapazität (AK pot nach MEHLICH und AK eff durch Bestimmung der Kationen Ca, Mg, K, Na, Al im Neutralsalzextrakt beim pH-Wert des Bodens),
- pedogene Oxide (oxalatlösliches Fe, Mn und Al; dithionitlösliches Fe und Mn).

5.4 Bodenkennwerte

Bodenkennwerte werden benötigt, um die erhobenen bzw. gemessenen Basisdaten einer Auswertung zugänglich zu machen. Kennwerte wie k_f , FK , nFK , k -Faktor (nach WISCHMEIER u.a.) lassen sich aus den ermittelten Basisdaten ableiten und errechnen.

5.5 Ableitung flächenbezogener Bodendaten (Bodenkarten)

Die Übertragung bodenkundlicher Punktdaten auf die Fläche erfolgt durch Herstellung von Bodenkarten und davon abgeleitete Karten in herkömmlicher oder digitaler Form.

Dazu wurde ein hierarchisch aufgebautes Klassifikationssystem für Bodengesellschaften entwickelt, das ihre Erfassung in jedem Maßstab gestattet und damit die Aufstellung einer landesweit gültigen, einheitlichen Rahmenlegende zuläßt.

Damit können sowohl Bodenübersichts- als auch Spezialkartierungen durchgeführt werden.

Spezialkartierungen im Maßstab 1 : 25.000 (BK 25) dienen zur Erkundung gesetzmäßig aufgebaute Bodenmuster typischer Bodenlandschaften des Landes. Durch Übertragung der Ergebnisse dieser Spezialkartierungen auf Gebiete mit vergleichbarer bodenbildender Faktorenkombination wird die Erarbeitung einer Bodenübersichtskarte 1 : 200.000 für Baden-Württemberg mit wirtschaftlichem Kartieraufwand möglich.

Der Kartierung eines Blattes der BK 25 liegt die Aufnahme von 1200 bis 1800 Bodenprofilen zugrunde. Die Erfassung der Bodeneigenschaften reicht bis zur Entwicklungstiefe des Bodens, maximal bis 2 m unter Gelände.

Kriterien zur Flächenabgrenzung sind die Beschreibung der flächenbestimmenden Bodengesellschaften durch Angabe

- der Art der vergesellschafteten Bodenformen,
- der Reliefposition der Bodenformen,
- der geologischen Kennzeichnung des Ausgangsgesteins der Bodenformen und
- der Häufigkeit der in einer Kartiereinheit auftretenden Bodenformen.

5.6 Auswertung der Bodenkarte

Auswertungskarten beantworten Fragen zum Bodenschutz, zur standortsgemäßen Bodennutzung und zur Bodenbearbeitung. Zu unterscheiden sind **Exzerptkarten der Bodenkarte**, in denen die Flächenverteilung einzelner Bodeneigenschaften in leicht lesbarer Form dargestellt ist.

Von 7 bis heute entwickelten Auswertungskarten sind 5 Exzerptkarten, wobei die Themen "Rekultivierungseignung", "Unterbodenlockerung", "Erosionsempfindlichkeit und Verschlammung", "Pufferungsvermögen und Versauerungsresistenz" und "Faktoren des Bodenwasserhaushalts" zur Darstellung kamen.

Exzerptkarten sind EDV-gerecht konzipiert. Bei Abspeicherung der Sach- und graphischen Daten der Bodenkarte ist nach Entwicklung entsprechender Auswertungsprogramme der Ausdruck durch Plotter möglich.

Auswertungsprogramme zur automatischen Herstellung von Exzerptkarten müssen im kommenden Jahr mit großer Dringlichkeit entwickelt werden.

Auswertungskarten höherer Ordnung sind Karten, deren Aussagen durch Verschnitt von Bodendaten mit Daten anderer Fachbereiche (Meteorologie, Geomorphologie, Hydrologie, Landnutzung usw.) zustande kommen. Die automatische Herstellung solcher Karten erfordert den Zugriff zu einem **zentralen Bodeninformationssystem**, der erst mittelfristig möglich sein wird.

Auswertungskarten höherer Ordnung bilden die eigentliche Entscheidungsgrundlagen für Maßnahmen zum Bodenschutz. Sie müssen vorerst mit hohem Arbeitsaufwand noch auf konventionellem Wege erstellt werden.

Kartenbeispiele mit folgenden Themen sollen bis Mitte des nächsten Jahres erstellt werden:

- als Grundlage für Umweltverträglichkeitsprüfungen
(Karte schützenswerter Bodenfunktionen mit Ausweisung von Flächen mit hoher Grundwasserneubildung, hohem Retentionsvermögen, hohem Ertragspotential, hohem Puffer- und Filtervermögen und von Naß- und Trockenstandorten),
- als Grundlage für den Grundwasserschutz,
- Karte der Grundwasserneubildung aus Niederschlag,
- Karte der potentiellen Gefahr der Nitratauswaschung,
- als Grundlage für die agrarstrukturelle Planung,
- Karte der Landbaueignung,
- als Beitrag zur geologischen Landesaufnahme

z.B. quartärgeologische Karte für das Blatt Mannheim-Nordost.

6. Bodenbelastungskataster

Zur weiteren Verdichtung der Datenbasis im Bodeninformationssystem sind bestehende geogen oder anthropogen bedingte flächenhafte Bodenbelastungen zu erfassen und in Form eines Katasters in ihrer Flächenausdehnung darzustellen.

Eine Bestandsaufnahme der Schwermetallgehalte in Ackerböden auf repräsentativer Grundlage, von Überschwemmungsflächen, von Grünlandböden sowie von garten-, obst- und weinbaulich genutzten Flächen liegt bereits vor oder wird derzeit durchgeführt.

Eine problemlose Einfügung der Ergebnisse in die Bodendatenbank und die Möglichkeit der Verknüpfung mit dem automatisierten Liegenschaftskataster wird angestrebt.

7. Vergleichsflächenprogramm und Kontrolluntersuchungen von Böden aus Wasserschutzgebieten

Im Bemühen um einen wirksamen Grundwasserschutz ist zum 01.01.1988 in Baden-Württemberg die sogenannte Schutzgebiets- und Ausgleichsleistungsverordnung (SchALVO) mit Bewirtschaftungsbeschränkungen für die Landwirtschaft in Wasserschutzgebieten wie Grünlandumbruchsverbot, 20 %ige Reduzierung der Stickstoffdüngung gegenüber ordnungsgemäß, zeitliche Beschränkung der Stickstoffdüngung (auch mit Wirtschaftsdüngern), generelles Gülleausbringungsverbot in Schutzzone II und Pflanzenschutzmittelanwendung nur nach Positivkatalog in Kraft getreten.

Zum Ausgleich der wirtschaftlichen Nachteile wird eine finanzielle Entschädigung gewährt.

Um einen Hinweis auf die Einhaltung der Bewirtschaftungsauflagen zu erhalten, werden Kontrolluntersuchungen von Bodenproben aus Wasserschutzgebietsflächen auf Restnitrat-Gehalt zum Vegetationsende durchgeführt (1988: 80.000 Flächen).

Bei Restnitratgehalten unter 45 kg N/ha über die Bodentiefe von 60 cm bei bindigen, 90 cm bei sandigen Böden wird davon ausgegangen, daß die Bewirtschaftungsbeschränkungen beachtet werden.

Bei Überschreitungen des 45 kg-Wertes kann es sich um Bewirtschaftungsverstöße, aber auch um vom Landwirt nicht zu vertretende Nitrat-Freisetzungen aufgrund besonderer Boden- und Witterungssituationen handeln. Um diese Einwirkungen jährlich zu erfassen und Ergebnisse für die Beurteilung des Einzelfalles zu haben, wurde an über 150 Vergleichsflächen an repräsentativen Standorten im Land die Nitratentwicklung im Jahresablauf verfolgt. Daneben wird eine vollständige bodenkundliche Standort-

aufnahme und Ertragsermittlung angestrebt.

Auch diese Daten sollen in das Bodeninformationssystem einfließen und dürften wichtige Hinweise für die Nutzungseignung und den Grundwasserschutz liefern.

8. Literatur:

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND FORSTEN BADEN-WÜRTTEMBERG (1986):

Umweltschutz in Baden-Württemberg - Bodenschutzprogramm '86 vom 1. Dezember 1986.

DER BUNDESMINISTER FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, BONN (1987):

Maßnahmen zum Bodenschutz - Beschluß des Bundeskabinetts vom 8. Dezember 1987.

HUMMEL, P. (1986):

Ziele und Aussagemöglichkeiten der Bodenkarte. Forum Bodenschutz am 10. Juni 1986 in Stuttgart, S. 145-153.

KÜHL, U. (1986):

Ziele und Aussagemöglichkeiten des Bodenmeßnetzes. Forum Bodenschutz am 10. Juni 1986 in Stuttgart, S. 138-144.

MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN-WÜRTTEMBERG (1987):

Umweltbericht 1987

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1988):

Bodenmeßnetz Baden-Württemberg - Zwischenbericht 1988 - Stand: September 1988.

LAND BADEN-WÜRTTEMBERG (1987):

Verordnung des Ministeriums für Umwelt über Schutzbestimmungen in Wasser- und Quellenschutzgebieten und die Gewährleistung von Ausgleichsleitungen (Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung - SchALVO). Gesetzblatt Nr. 22, S. 742-751.

Name und Anschrift des Verfassers:

Direktor Dr. Friedel Timmermann

Staatliche landwirtschaftliche Untersuchungs-
und Forschungsanstalt Augustenberg

Postfach 430230

D-7500 Karlsruhe 41

Die EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser
für den menschlichen Gebrauch - Konsequenzen für
die österreichische Landwirtschaft

von W. Beck

Zusammenfassung

Ziel aller Rechtsnormen ist der umfassende Schutz des Trinkwassers, das auch bei lebenslangem Genuß die Gesundheit nicht gefährden darf. In Österreich fehlen derzeit noch umfassende Regelungen. Die Angleichung der österreichischen Rechtsnormen über die Qualität von Wasser an jene der EG erfordert umfangreiche Überlegungen.

Die EG-Normen setzen derzeit 50 mg Nitrat im Liter Trinkwasser als toxikologisch begründete Norm fest, während die ebenfalls festgelegte Grenze von 0,1 µg für alle Pflanzenschutzmittel-Rückstände problematisch ist, da diese weder toxikologisch begründet ist, noch in allen Fällen analytisch erfaßt werden kann. Die Landwirtschaft kann durch Einhaltung der "Grundsätze einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung" sowohl einwandfreie und gesundheitlich unbedenkliche Produkte erzeugen, als auch die Forderungen nach einer geringen Grundwasserbelastung erfüllen. Zur "Ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung" gehört neben dem gezielten Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln auch die Begrenzung des Viehbestandes pro Flächeneinheit.

Die Notwendigkeit der Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft wird begründet.

Summary

The object of all the official standards concerned is the exhaustive protection of drinking water, which must present no danger to health at any time throughout a person's life. In Austria there are so far no such allembreacing regulations in this sphere. Extensive considerations are involved in the task of bringing Austrian standards on the quality of water into line with those of the European Community.

The standard at present regarded by the EC as toxicologically justified is 50 mg of nitrate per litre of drinking water, whereas the equally official limit of 0.1 µg for residues from plant protective agents is problematical, as it lacks a toxicological basis and the presence of these substances cannot always be quantitatively determined by analysis.

By adherence to the "principles of rational management of the land" the agricultural industry can provide satisfactory products which involve no risk to public health and also ensure that the depression of the ground water level will be kept within acceptable limits.

"Rational management of the land" includes not only the planned use of fertilizers and plant protective agents but also measures to restrict the amount of livestock for a given area.

Reasons are given for the necessity of proper cooperation between the agricultural industry and the organizations responsible for the development and use of the water supply.

Im Zuge der Angleichung der Rechtsnormen an die Europäische Gemeinschaft wird sich auch die österreichische Gesetzgebung in nächster Zeit Gedanken darüber machen müssen, wie die EG-Richtlinie über die Qualität von Wasser in ihr Rechtssystem eingebunden werden kann und welche Konsequenzen sich für die österreichische Landwirtschaft daraus ergeben. In Österreich existieren derzeit noch keine einheitlichen, umfassenden Regelungen. Jedoch existiert die ÖNORM M 6250, die bereits in ihrer Einleitung feststellt, daß wegen der wachsenden Gefährdung des als Grundlage des Lebens unentbehrlichen Wassers durch Umweltveränderungen und Gewässerverunreinigungen die Europäische Wassercharta vom Europarat deklariert worden sei. Damit wurde die überragende Bedeutung einwandfreien Trinkwassers besonders hervorgehoben. Um die Allgemeinheit vor Schäden zu bewahren sei dafür zu sorgen, daß Trinkwasser auch bei lebenslangem Genuß die Gesundheit nicht gefährdet. Wasservorkommen müßten in bestmöglicher Weise vor jeglicher Beeinträchtigung geschützt werden. Dies müsse nötigenfalls unter Zurückstellung anderer, für die Allgemeinheit weniger lebenswichtiger Interessen erfüllt werden. Das zur Trinkwasserversorgung herangezogene Wasser müsse daher zumindest den in den Anforderungen festgelegten Richtwerten und Grenzwerten entsprechen. Ansonsten sollte es vor Abgabe an den Verbraucher so aufbereitet werden, daß Richt- und Grenzwerte eingehalten werden. Was ist nun "einwandfreies Trinkwasser"? Die oben zitierte ÖNORM sagt: "Trinkwasser muß bekömmlich und darf nicht gesundheitsgefährdend sein. Es muß appetitlich sein und soll daher farblos, klar, kühl, geruchlos, sowie geschmacklich und seiner Herkunft nach einwandfrei sein. Neben seiner äußeren Beschaffenheit darf das Wasser weder physikalisch, chemisch, bakteriologisch noch biologisch Anzeichen einer Verunreinigung erkennen lassen. Wasser, das von Natur aus diesen Anforderungen entspricht, sollte jedem aufbereiteten Wasser vorgezogen werden. Außer im Rahmen einer erforderlichen Aufbereitung dürfen in das Trinkwasser keinerlei Zusatzstoffe eingebracht werden. Bei den im Trinkwasser in gelöster oder ungelöster Form enthaltenen Stoffen ist zwischen solchen Stoffen, die natürlichen Ursprungs sind, also den natürlichen Inhaltsstoffen, und jenen, die durch menschliches Zutun in das Wasser gelangenden (anthropogenen) Inhaltsstoffen zu unterscheiden."

Um einwandfreies Wasser zu definieren, werden in der ÖNORM M 6250 Richt- und Grenzwerte für verschiedenste Parameter festgelegt. So für Parameter mit vorwiegend chemisch-technischer Bedeutung. Trinkwasser sollte demnach schwach sauer bis schwach alkalisch sein, d.h. einen p_H -Wert von 6,5 bis 8,5 aufweisen. Seine Gesamthärte und Karbonathärte bzw. sein Gehalt an Kalzium und Magnesium sollte innerhalb bestimmter Bereiche liegen. Physiologisch nicht unbedenklich ist Wasser dann einzustufen, wenn die Konzentration der Alkalien jene der Erdalkalien übersteigt und Natrium dabei hohe Gehalte aufweist. Andererseits sind Färbungen und Trübungen sowie Geschmacksbeeinträchtigungen durch Eisen und Manganionen im Trinkwasser möglich. Chloridionen sind ebenso wie Kupfer und Sulfat aus korrosionschemischer Hinsicht von Bedeutung, während das Auftreten von Phosphor sowie geringe Sauerstoffgehalte im Wasser auf anthropogene Einflüsse hindeuten. Für alle diese Parameter wurden in der ÖNORM Richtwerte festgelegt.

Eine zweite Gruppe an Stoffen hat vorwiegend chemisch-hygienische Bedeutung. Eine Überschreitung der in der Norm festgelegten Werte gibt einen Hinweis auf eine Verunreinigung, die wiederum eine Gefährdung der Gesundheit zur Folge haben kann. So können Ammoniumionen ein Indikator für Verunreinigungen von der Erdoberfläche her sein. Nitratgehalte sind zum Teil geologisch und/oder technisch bedingt, während Nitratgehalte maßgeblich durch landwirtschaftliche Maßnahmen und durch Abwasser beeinflusst werden können und daher einen Hinweis auf eine negative Beeinflussung des Trinkwassers bilden. Die im Wasser gelöste Menge an oxidierbarer organischer Substanz wiederum kann bei huminstoffhaltigen Wässern höhere Werte aufweisen als bei sonstigem Trinkwasser. Auf jeden Fall kann der Kaliumpermanganatverbrauch ein Hinweis auf eine vom Menschen verursachte Verunreinigung des Wassers sein.

Darüber hinaus gibt es noch Inhaltsstoffe des Trinkwassers mit vorwiegend toxikologischer Bedeutung, die sowohl anthropogenen, als auch geologischen oder biologischen Ursprungs sein können. Hier kann die Überschreitung der festgelegten Grenzwerte bei dauerndem Genuß des Wassers zu Gesundheitsschädigungen führen. Einzelne Stoffe können auch

eine sensorisch wahrnehmbare Beeinträchtigung des Trinkwassers bewirken. Die Norm legt daher für eine große Zahl anorganischer Parameter Grenzwerte fest. So für Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Blei, Bor, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, Selen, Zinn, Zyanid und Fluorid. Von den organischen Parametern mit vorwiegend toxikologischer Bedeutung sind hervorzuheben: anionenaktive Tenside, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, flüchtige halogenierte aliphatische Kohlenwasserstoffe (wie Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff, Perchloräthylen, Trichloräthylen), Benzol, Toluol, Mineralölsubstanzen, polychlorierte Biphenyle sowie eine Reihe von Pflanzenschutzmitteln (wie z.B. Aldrin/Dieldrin, Chlordan, DDT und seine Derivate, Linan, 2,4-D, 2,4,5-T, Hexachlorbenzol, Pentachlorphenol), Chlorbenzole und Chlorphenole (deren sensorische Nachweisgrenzen vielfach tiefer als jene der analytischen Nachweisgrenze liegen und deren sensorische Wahrnehmbarkeit Wasser ungenießbar macht).

Für die genannten Parameter werden nicht nur in der ÖNORM sondern auch in der EG-Trinkwasserrichtlinie und in Erlässen des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz bzw. des Bundeskanzleramtes Grenzwerte festgelegt. Dabei stehen die Anforderungen an die bakteriologische Beschaffenheit des Trinkwassers bei den Wasserhygienikern vor allem in jenen Gegenden, wo Wasser aus Flachbrunnen gewonnen werden muß im Vordergrund der Bemühungen, während chemische Probleme in weit geringerem Maße zum Tragen kommen. In der Öffentlichkeit wird dies zwar völlig anders gesehen, da eine vielfach einseitige Berichterstattung die Trinkwasserbelastung durch Chemikalien - verbunden mit oft sehr einfachen Schuldzuweisungen - in den Vordergrund der Überlegungen stellt.

Dennoch: Die oft verallgemeinernden Anschuldigungen gegen Landwirtschaft, Industrie und Haushalte haben einerseits zu einer Sensibilisierung der Bevölkerung, andererseits aber vielfach auch zu einem Umdenken sowohl bei großen, wie bei kleinen Verursachern sowie zu großen analytischen Anstrengungen und letztlich zu einer beginnenden Modernisierung der Gesetzgebung geführt.

Um nur ein Faktum zu erwähnen: Es ist auch schwer verständlich, daß immer noch intensive Landwirtschaft betrieben und gefördert wird, obwohl in Mitteleuropa Agrarüberschüsse entstehen, die jährlich viele Milliarden ECU erfordern, um Exporte zu Weltmarktpreisen und die Vorratshaltung nicht benötigter Produkte zu ermöglichen.

Besonders in Gebieten mit einseitiger Wirtschaftsweise (z.B. intensiver Tierhaltung oder intensivem Mais- oder Getreidebau) werden in den Zeiten hoher Mineralisation oder geringen Nährstoffverbrauches im Grundwasser bei Flachbrunnen auch im Trinkwasser oft erhöhte Nitratwerte festgestellt. Es werden dort in vielen Fällen auch unzulässige Frachten an Pflanzenschutzmitteln gefunden, die ebenfalls Schutzstrategien für die Reinhaltung des Trinkwassers erfordern.

Trinkwasser enthält, wie oben dargelegt, eine Vielzahl organischer und anorganischer Stoffe, die je nach der geologischen Herkunft des Bodens und Untergrundes in ihrer Zusammensetzung schwanken können. Obwohl der Überwiegende Teil des österreichischen Trinkwassers durch die Verwendung von Gebirgsquellwasser ausgezeichnete Qualität aufweist, ist doch Trinkwasser vielfach nicht mehr als Naturprodukt zu bezeichnen. Dies gilt vor allem für Trinkwasser, das aus Flachbrunnen gewonnen wurde, das als technisches Produkt durch Mischen verschiedener Rohwässer und durch Hinzufügen von Chemikalien, die der Wasseraufbereitung dienen, fertiggestellt wurde.

Was sagt nun die EG-Richtlinie über Trinkwasser aus?

Ähnlich der ÖNORM M 6250 normiert die Richtlinie des Rates Nr. 80/778/EWG vom 15. Juli 1980 Grenzwerte für Parameter des Trinkwassers. Sie legt auch die notwendigen Eigenschaften von Trinkwasser in bakteriologischer, biologischer, chemischer und physikalischer Hinsicht fest. Um die gewünschten Eigenschaften des Trinkwassers zu erreichen, verordnet sie Mindestkontrollen, laufende Kontrollen, regelmäßige sowie gelegentliche Kontrollen, die auf Grund besonderer Notfallsituationen durchgeführt werden sollen.

Die Richtlinie des Rates setzt einen Grenzwert von 50 mg Nitrat im Liter Trinkwasser fest "um einen angemessenen Schutz der menschlichen Gesundheit zu gewährleisten". Der genannte Wert war lange Zeit hindurch in Diskussion. Von verschiedenen Seiten wurde eine Halbierung dieses Grenzwertes angestrebt. Nun hat aber die Kommission der Europäischen Gemeinschaft am 5. November 1987 (ABl Nr. C 181 vom 11.07.1988, S 7) erklärt, daß seit Veröffentlichung der Richtlinie im Jahre 1980 eine von der Weltgesundheitsorganisation erneut zur Frage des Nitratgehaltes von Trinkwasser eingesetzte Arbeitsgruppe in ihrem Bericht vom 24. Mai 1984 ("Health hazards from nitrates in drinking water" WHO Copenhagen, 1985) bestätigt, daß Trinkwasser, dessen Nitratgehalt 44 mg/l nicht übersteigt, von ausreichend guter Qualität ist um jegliches Risiko einer Methämoglobinämie bei Flaschenkindern zu vermeiden. Die Kommission hat daher den Grenzwert von 50 mg im Liter auf Grund dieser toxikologischen Bewertung neuerlich bestätigt.

Bei Trinkwasser, das mehr als 50 mg Nitrat (berechnet als NO_3) im Liter enthält, besteht die Möglichkeit, daß die Gesundheit von Säuglingen im ersten Lebensjahr bei dessen ausschließlicher Verwendung gefährdet wird, da auch durch Abkochen Nitrat nicht aus dem Trinkwasser entfernt werden kann. In Österreich darf derzeit Wasser mit mehr als 50 mg Nitrat/l im Rahmen der Ernährung von Säuglingen nicht ausschließlich und nur in geringen Mengen verwendet werden. Trinkwasser mit mehr als 100 mg Nitrat darf bei Säuglingen im ersten Lebensjahr überhaupt nicht verwendet werden. Diese Regelung müßte nach den EG Richtlinien bedeutungslos werden, da ja Wasser über 50 mg überhaupt nicht mehr als Trinkwasser verwendet werden dürfte. Auch der österreichische Erlass vom 10. August 1984, in welchem festgestellt wird, daß ein Nitratgehalt von weniger als 50 mg anzustreben sei, daß jedoch in Altanlagen ein Nitratgehalt von 100 mg möglichst nicht überschritten werden solle, während in Neuanlagen im Jahresmittel 50 mg - bei Spitzenwerten von 70 mg/l - nicht überschritten werden dürfen, müßte sich den Grenzwerten der EG anpassen.

Generell ist festzuhalten, daß Österreich im Hinblick auf Rückstände im Trinkwasser nur Erlässe und eine ÖNORM besitzt, jedoch keine verbindlichen Höchstgrenzen in Gesetzes- oder Verordnungsform vorliegen.

Es ist notwendig für alle Stoffe, die im Trinkwasser vorkommen können, eine Einschätzung des toxischen Risikos vorzunehmen. Nach dieser Einschätzung sind Grenzwerte festzulegen, die es ermöglichen, daß bei lebenslanger Aufnahme eines Stoffes die Gesundheit auch empfindlicher Menschen nicht gefährdet sein darf. Daher dürfen z.B. cancerogen wirkende Substanzen infolge des Fehlens eines möglichen Grenzwertes im Trinkwasser grundsätzlich nicht vorhanden sein.

Bei anorganischen und organischen Stoffen, denen toxische Bedeutung zukommt, werden Differenzierungen auf Grund des sogenannten ADI Wertes (acceptable daily intake) vorgenommen. Dieser Vorgangsweise folgt die EG Richtlinie bei allen Stoffgruppen mit Ausnahme der Pflanzenschutzmittel. Bei diesen hat man pauschal zwei Werte festgelegt, die praktisch "NULL" bedeuten. Die EG-Trinkwasserrichtlinie sieht vor, daß in einem Liter Trinkwasser nicht mehr als 0,1 µg eines Pflanzenschutzmittels enthalten sein darf und daß die Summe aller Pflanzenschutzmittel 0,5 µg nicht überschreiten darf.

Durch diese Regelung entsteht folgender Widerspruch:

Verbindungen, die wegen erwiesener gesundheitsschädlicher Eigenschaften eine Zulassung als Pflanzenschutzmittel nicht erhalten können, werden im Trinkwasser auf Grund ihrer toxikologischen Bewertung in Größenordnungen toleriert, die weit über den Pflanzenschutzmittel-Grenzwerten liegen. Als Beispiele seien hier nur Arsen (Grenzwert 50 µg) und Benzpyren (0,2 µg) angeführt. Eine naturwissenschaftliche Begründung für diese auch von der Analytik her nur äußerst schwer erfüllbare Maßnahme gibt es nicht. In Österreich hat man sich in den letzten Jahren bemüht, Grenzwerte nach naturwissenschaftlichen Grundsätzen festzulegen, sowie diese Werte den neuesten Erkenntnissen abzusenken (vgl. Erlass des BKA aus 1988).

Wie problematisch die Anweisung der EG-Kommission im Bezug auf Pflanzenschutzmittel im Trinkwasser ist, zeigt eine Untersuchung des Bundesernährungsministeriums der BRD: Demnach wurde die Trinkwasserverordnung vom 22. Mai 1986, welche die Trinkwasserrichtlinie der EG in deutsches Recht umsetzt, zu einem Zeitpunkt in Kraft gesetzt, zu dem höchstens ein Drittel aller in Verwendung stehenden Pflanzenschutzmittel auf den geforderten Grenzwert hin untersucht werden konnten.

Auf Grund dieser Tatsache haben auch viele Mitgliedstaaten die EG-Richtlinie nicht oder noch nicht in nationales Recht umgesetzt. So besteht z.B. in Großbritannien lediglich eine Verwaltungsanweisung mit gleichzeitig kritischem Kommentar. In Italien wurden 1987 die Werte für höchstzulässige Konzentrationen neuer Pflanzenschutzmittel im Trinkwasser bekanntgegeben, nachdem zuvor die Grenzwerte für Atrazin und Molinat erhöht worden waren. Die Grenzwerte für Alachlor, Bentazon, MCPA, Metolachlor, Pendimetalin, Propanil, Pyridat, Simazin und Trifluralin liegen in Italien gegenüber der EG-Richtlinie für Trinkwasser um das Dreifache bis um das Eintausendsiebenhundertfache höher. Auf die Frage der italienischen Behörden, ob die Kommission die Unschädlichkeit all der oben genannten Produkte im Trinkwasser in den angegebenen Konzentrationen bezeugen oder ob die Kommission erklären könne, warum die EG-Richtlinie eingeführt wurde, die das Vorkommen von Pestiziden auf $0,1 \mu\text{g}$ im Liter begrenzt, wenn diese Grenze bis zum Eintausendsiebenhundertfachen erhöht werden kann, ohne daß die Gesundheit der Bürger dadurch Schaden erleidet, konnte die Kommission in ihrem Schreiben vom 12. April 1988 keine befriedigende Antwort geben: Sie stellte lediglich fest, daß die von Italien neu festgelegten Höchstwerte für Atrazin und Molinat gemäß Artikel 169 des EG-Vertrages von ihr geprüft würden.

Trotz dieser Widersprüche und Schwierigkeiten bei der analytischen Erfassung scheint die Kommission auch in Zukunft an den genannten Werten festzuhalten. Daher wird auch die österreichische Landwirtschaft gezwungen sein, sich diesen Forderungen zu beugen.

Die EG hat durch die Trinkwasserrichtlinie in sehr drastischer Weise Grenzen festgelegt, durch die die Landwirtschaft gezwungen wird, ihre Wirtschaftsweise in vielen Bereichen zu ändern. Nicht nur der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln muß neu überdacht werden; auch die Fruchtfolgen, ja die gesamte Feldbewirtschaftung ist neu zu überdenken. Es wird notwendig sein, wieder Feldraine zu schaffen, die als Auffangzonen und als Lebensbereiche für Fauna und Flora dienen, es wird notwendig sein, den Fragen der Bodenphysik größeres Augenmerk zu schenken und Fragen der Bodenempfindlichkeit besonders zu berücksichtigen. Der Einsatz von anorganischem und organischem Dünger ist zeitlich, mengenmäßig sowie abhängig von Fläche und Fruchtfolge so zu steuern, daß möglichst aller pflanzenaufnehmbare Stickstoff als Nährstoff verbraucht wird. Dünger sollte dem Boden jeweils nur knapp vor dem entstehenden Bedarf zugeführt oder im Boden selbst mineralisiert werden. Die Auswaschung des Stickstoffes aus dem Boden und in das Grundwasser hängt von einer größeren Zahl von Faktoren ab, deren wichtigste neben der Zusammensetzung und dem Gefüge des Ober- und Unterbodens auch dessen Bedeckung, dessen Hangneigung sowie Art und Menge der regional verschiedenen Niederschläge sind. Daß die Stickstoffauswaschung bei Anwendung organischer Dünger, insbesondere von Gülle, besonders kritisch ist, ergibt sich aus dem schwankenden Nährstoffgehalt, aber auch auf Grund der biologischen und chemischen Prozesse, die bei Abbau und Umbau organischer Substanz im Boden entstehen und vom Landwirt nicht zu steuern sind. Es ist daher verständlich, daß in Wasserschutz- und Wasserschongebieten besonderer Wert auf entsprechende Fruchtfolgen, möglichst mit Dauerdeckung des Bodens, gelegt wird und die Stickstoffdüngung - in welcher Form auch immer - entweder stark eingeschränkt oder überhaupt verboten ist.

Die Landwirtschaft wird jedoch auch außerhalb dieser Wassereinzugsgebiete darauf achten müssen, Einträge in das Grundwasser zu vermeiden, da Grundwasserströme auf größere Entfernung kaum genau zu erfassen sind und daher jeder Eintrag unerwünschter oder toxisch relevanter Stoffe vermieden werden muß, aber auch, weil die im Boden lebenden denitrifizierenden Bakterien vom Gehalt des Bodens an organischer Substanz abhängig sind, sodaß bei starker Belastung dieser

Denitrifikanten eine plötzliche Verschlechterung der Grundwassersituation eintreten kann.

Daß eine Überdüngung mit organischen Düngern, die im wesentlichen N und P_2O_5 in den Boden bringen, unerträglich werden kann, zeigt das Beispiel Hollands, das gezwungen war, in verschiedenen Landesteilen sowohl die Neuzulassung von Schweine- und Federviehzüchtereien zu stoppen, als auch die Produktion und die Verwendung tierischer Düngemittel in Weide- und Futtermaisland sowie auf Ackerland in rigoroser Weise zu normieren.

Viele der hier angeschnittenen Fragen wurden von den Agrarministern der BRD am 23. September 1987 in den "Grundsätzen einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung", die von den Landwirten entschädigungslos eingehalten werden müssen, festgehalten. Die "Ordnungsgemäße Landbewirtschaftung" hat zum Ziel, gesundheitlich unbedenkliche und qualitativ hochwertige Produkte zu erzeugen, wobei gleichzeitig die Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens zu sichern, gegebenenfalls zu verbessern ist. Die Grundsätze der ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung umfassen sowohl die Gestaltung der Agrarlandschaft, wie auch die Bodenbearbeitung, den Anbau und die Bodennutzung, die Pflanzenernährung und den Pflanzenschutz. Im Rahmen des Wasserschutzes hat Prof. Köhne (Göttingen) die "Ordnungsgemäße Landbewirtschaftung" wie folgt definiert: "Die ordnungsgemäße Landbewirtschaftung umfaßt alle Handlungen, von denen nach dem jeweiligen Stand der Erkenntnis eine beträchtliche Gefährdung des Grundwassers und/oder der Oberflächengewässer nicht anzunehmen ist, oder, negativ ausgedrückt: Nicht ordnungsgemäß sind Handlungen, von denen nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnis anzunehmen ist, daß durch sie eine beträchtliche Gefährdung des Grund- und/oder Oberflächenwassers eintritt."

Die Kommission hat am 5.1.1989 eine vorbereitende Rechtsakte vorgelegt, die einen Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über Maßnahmen der Gemeinschaft zum Schutz von Süß-, Küsten- und Meerwasser vor Verunreinigung durch Nitrate aus diffusen Quellen enthält. Die Richtlinie gilt für die Verwendung auf landwirtschaftlichen Flächen, landwirtschaftliche Bewirtschaftungsverfahren und die Behandlung von

städtischen Abwässern und soll verhindern, daß die Nitratkonzentration in Süßwasser - sowohl Oberflächen- als auch Grundwasser - ein Niveau erreicht, durch das die ordnungsgemäßen Verwendungsmöglichkeiten des Wassers beeinträchtigt werden. Dabei wird Süßwasser als natürlich vorkommendes Wasser mit geringer Salzkonzentration, das häufig zur Gewinnung und Aufbereitung von Trinkwasser geeignet ist, bezeichnet. Für alle Gebiete, die direkt oder indirekt Einzugsgebiete von Oberflächen-süßwasser oder von Grundwasser sind, das zur Entnahme von Trinkwasser bestimmt ist, und die durch eine Verunreinigung mit Stickstoffverbindungen gefährdet sind, ist nach dieser Richtlinie innerhalb von vier Jahren alles Notwendige zu unternehmen, um zu gewährleisten, daß bei jedem Ackerbau- oder Tierhaltungsbetrieb nicht mehr Dung auf den Boden aufgebracht wird, als mit der in Tabelle 1 festgelegten Zahl an Tieren produziert wird.

Tabelle 1: Höchstzahl dungerzeugender Tiere pro Hektar der für die Düngung mit Dung verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche.

| Tiere | Höchstzahl der Tiere pro Hektar (Zahlen sind nicht kumulierbar!) |
|--------------------------------|--|
| Milchkühe | 2 |
| Kälber und Rinder | 4 |
| Mastschweine | 16 |
| Sauern mit Ferkeln | 5 |
| Puter, Enten | 100 |
| Legehennen | 133 |
| Junghennen von 0 bis 16 Wochen | 285 |

Ferner ist in Vorschriften festzulegen:

- * Zeiträume, in denen die Verwendung von Dung auf landwirtschaftlichen Flächen verboten ist;
- * Verwendung von Dung auf geeigneten landwirtschaftlichen Flächen;
- * Verwendung von Dung auf nassen, überschwemmten oder gefrorenen oder

schneebedeckten Böden;

- * Mindestabstand zwischen Wasserläufen und dem Bereich auf dem Dung verwendet wird;
- * Fassungsvermögen des Behälters zur Lagerung von Dung;
- * Bauweise der Lagerbehälter einschließlich Maßnahmen zur Verhinderung des Durchsickerns von Flüssigkeiten in den Boden.

Auch sind Vorschriften zu erlassen über die maximalen Quoten für die Verwendung chemischer Düngemittel auf landwirtschaftliche Flächen unter Berücksichtigung

- der Stickstoffaufnahme durch die angebauten Pflanzen;
- des Stickstoffgehaltes des Bodens einschließlich des durch die Aufbringung von Dung zugeführten Stickstoffs;

Es sind ferner Vorschriften zu folgenden Punkten zu erlassen:

- * Zeiträume, in denen die Verwendung chemischer Düngemittel auf landwirtschaftlichen Flächen verboten ist;
- * Aufbringen chemischer Düngemittel auf nassen, überschwemmten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden;
- * Mindestabstand zwischen Wasserläufen und dem Bereich, in dem chemische Düngemittel verwendet werden.

Damit hat die EG jedoch Regelungen in Aussicht genommen, die in äußerst rigoroser Weise die Betriebsführung der Landwirtschaft beeinflussen. Es ist in diesem Zusammenhang notwendig, besondere Strategien zu entwickeln, die jedoch nur erfolgreich sein können, wenn Landwirtschaft und Wasserwirtschaft zusammenwirken.

Zur Vorbereitung auf die notwendige Übernahme der EG-Regelungen für Trinkwasser sind zur Ermittlung der Nitratbelastung eine Reihe von Maßnahmen unumgänglich notwendig. Neben der laufenden Kontrolle des Nitratgehaltes im Grund- und Quellwasser sind vor allem die Ursachen einer Nitratbelastung aufzuspüren und wirksam abzustellen. Daß dies infolge der Komplexität des Themas nicht leicht ist, zeigt sich aus

der Vielfalt der zu berücksichtigenden Parameter, die hier mit den Stichworten Bodennutzung und Düngung in Abhängigkeit von Boden, Unterboden und Untergrund, von Hangneigung Niederschlagsverteilung, Bewuchs und Temperatur nur angedeutet werden können.

Aus diesen Untersuchungen folgt die Einschätzung des Potentials der Nitratauswaschung in den verschiedenen Arealen je nach Bodennutzung und Düngung. Seit mehreren Jahren wird in Österreich versucht, die Summe der von Feldern oder Grünflächen erhobenen Meßwerte unter dem Stichwort der "Bodenempfindlichkeit" zusammenzufassen, um ein Maß für die Zulässigkeit der Ausbringung von Klärschlamm oder Gülle festzulegen.

Zur Begrenzung des Nitrateintrages in das Grundwasser sind eine Reihe von Schritten vorzusehen. So ist der Realisierung der "ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung" hinsichtlich Fruchtfolge und Düngung besonderes Augenmerk zu schenken. Die möglichst große Bodenbedeckung ist dabei besonders zu fördern. Der Viehbesatz pro Flächeneinheit ist je nach Bodenempfindlichkeit einzuschränken.

Um diese Ziele zu erreichen ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Wasserversorgungsunternehmen in Beratungsringe bzw. in Wasser- und Bodenverbände unumgänglich notwendig, da die hier auftretenden Probleme äußerst komplex sind und kaum generell gelöst werden können.

Daß in Wasserschutz- und Schongebieten die "Ordnungsgemäße Landbewirtschaftung" weiteren Einschränkungen unterliegen muß als in sonstigen Flächen, ergibt sich von selbst. In diesen Gebieten ist die begleitende Untersuchung Böden und Grundwasser sowie Beratung hinsichtlich der Fruchtfolgen notwendig.

Die Notwendigkeit Pflanzenschutzmittel-Rückstände im Grundwasser auf ein Mindestmaß, das nahe an Null herankommt, zu vermindern, bedeutet nicht nur eine Einschränkung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes, sondern auch ein Übergehen auf rasch abbaubare Pflanzenschutzmittel. Dies aber bedeutet, daß auf viele Bodenherbizide und zur Bekämpfung im Boden lebender Insekten angewandte Insektizide verzichtet werden muß. Daß dies Probleme nach sich ziehen kann, ist bekannt. Die chemische Industrie ist hier gefordert, trotz der hohen Kosten, die für die Entwicklung solcher Produkte anfallen, auch weiterhin neue Produkte zu entwickeln. Da derzeit schon etwa siebzig Pflanzenschutzmittelwirkstoffe auf der Verbotsliste stehen, andererseits aber wegen der nach einiger Zeit auftretenden Resistenz gegen angewandte Wirkstoffe ein Übergehen auf andere Wirkstoffe zwingend notwendig ist, ist diese Forderung zum Schutze unserer Ernährung trotz der gegen den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln herrschenden Stimmung zwingend notwendig.

Natürlich gilt auch hier die Forderung, Chemie nur dort einzusetzen, wo die Schadschwellen dies unumgänglich fordern. Der in Österreich seit Jahren gut funktionierende Pflanzenschutzwarndienst sollte ergänzt werden durch eine neue Pflanzenschutzgesetzgebung, die nur befugten Spezialisten das Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln gestattet und die damit auch viele Probleme, die für das Grundwasser Gefährdungen bringen, wie das Auswaschen der Geräte an ungeeigneten Orten, die Restbrühenverwertung und dergleichen mehr, löst.

Unabhängig von der Anpassung der Rechtsvorschriften Österreichs an jene der EG steht der Schutz des Grund- und Trinkwassers im Interesse der Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen im Vordergrund aller Überlegungen. Die Landwirtschaft wird daher die ökologischen Belange bei ihren grundsätzlichen Entscheidungen und im täglichen Handeln stärker als bisher zu berücksichtigen haben, um den berechtigten Forderungen zum Schutze des Wassers, aber auch des Bodens und seiner Funktionen, wie auch zum Schutze der Landschaft und der in ihr vorkommenden Artenvielfalt so nachkommen zu können, sodaß sie wieder als Bewahrer der Natur betrachtet werden kann.

Literatur:

Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften

Nr. L 229 vom 30.08.1980: Richtlinie des Rates Nr. 80/778/EWG vom 15.07.1980 "EG-Trinkwasserrichtlinie".

Nr. L 158 vom 25.06.1988: Richtlinie des Rates vom 16. Juni 1988 zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 86/280/EWG betreffend Grenzwerte und Qualitätsziele für die Abteilung bestimmter gefährlicher Stoffe im Sinne der Liste I im Anhang der Richtlinie 74/464/EWG.

Nr. C 54/4 vom 3.3.1989: Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über Maßnahmen der Gemeinschaft zum Schutz von Süß-, Küsten- und Meerwasser vor der Verunreinigung durch Nitrate aus diffusen Quellen (KOM (88) 708 endg.); von der Kommission vorgelegt am 5. Jänner 1989 (89/54/04).

Republik Österreich

Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz: Erlaß Zl.

III/50.996/11-6/84 vom 10.08.1984 "Regelungen für Trinkwasser".

Bundeskanzleramt: Erlaß Zl. 70.966/2-VII/1/88 vom 25.02.1988 "Regelungen für Trinkwasser - Änderung des vorläufigen Grenzwertes für Atrazin(e)".

Anonym

AGRA - EUROPE 32/88 vom 8.8.1988: Neue Anwendungsverbote für Pflanzenschutzmittel.

AGRA - EUROPE 3/89 vom 16.1.1989: Richtlinienvorschlag zum Schutz von Gewässern vor Nitratverunreinigungen.

Entsorgungspraxis 6/88, S 260 - 264: Schutzstrategien für das Trinkwasser. Gefährdung des Grundwassers durch landwirtschaftliche Pflanzenschutzmittelanwendung.

ÖNORM M 6250 Öffentliche Trinkwasserversorgung: Anforderungen an die Beschaffenheit des Trinkwassers.

BMELF - Informationen Nr. 48 vom 30. November 1987 (BRD): Grundsätze einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaft.

Beschluß der Agrarminister des Bundes und der Länder vom 23. September 1987.

Autoren

- BLASL S.: Die Nitratbelastung des Grundwassers aus der Sicht der der landwirtschaftlichen Produktion. Vortrag vom 10.03.1989 vor der Vollversammlung der ARGE Landwirtschaftliches Versuchswesen OÖ.
- BRUSSARD W.: Die neue Düngergesetzgebung in den Niederlanden. Agrarrecht 6/88, S 161 - 163.
- DIETZ TH. und G. SOMMER: Veränderungen des Gehaltes an löslichem Stickstoff (N_{min}) im Jahresablauf. Bayer. Landw. Jahrb. 56, H 3/1979, S 351 - 363.
- KÖHNE M.: "Ordnungsgemäße" Landwirtschaft - ein Vorschlag. TOP - AGRAR 3/1987, S 3.
- WELTE E. und F. TIMMERMANN: Über den Nährstoffeintrag in Grundwasser und Oberflächengewässer aus Boden und Düngung. VdLUFA, Darmstadt, 1982.
-

Anschrift des Autors:
Prof. Dr. Walther Beck
Dornacherstr. 12
4040 L i n z

Walter - Kubiena - Preis

1. Der Walter-Kubiena-Preis bezweckt
 - Die Förderung von Studierenden für fachliche Arbeiten auf dem Gebiet der Bodenkunde
 - die Anerkennung einer geleisteten Arbeit.
2. Zu diesem Zwecke führt die ÖBG alljährlich eine Beurteilung und Prämierung von bodenkundlichen Originalarbeiten durch. In Frage kommen Diplomarbeiten, Dissertationen und gleichwertige Arbeiten.
3. Es können nur Arbeiten von Studierenden (a) an österreichischen Universitäten, Hochschulen; b) an Höheren Lehranstalten) in unbezahlter Stellung eingereicht werden.
4. Die Geldmittel für den Fonds werden durch einen jährlichen Beitrag der ÖBG in der Höhe von S 5.000,- bereitgestellt.
5. Arbeiten müssen von den Universitäten, Hochschulen und Höheren Lehranstalten angenommen sein und sind in zweifacher Ausführung an die Beurteilungskommission der ÖBG bis zum 31. August einzureichen.
6. Zur Beurteilung der Arbeiten wird vom Vorstand der ÖBG eine Beurteilungskommission von höchstens 3 Mitgliedern bestellt.
7. Der gesamte Vorstand entscheidet auf Antrag der Beurteilungskommission über die Prämierung guter Arbeiten.
8. Für die prämierte Arbeit wird dem Verfasser eine Anerkennungs-urkunde der ÖBG ausgestellt.
9. Autoren und Titel von prämierten Nachwuchsarbeiten werden in den Mitteilungen der ÖBG veröffentlicht.
10. Ein Exemplar der Arbeit bleibt bei der ÖBG.

Mitteilungen
der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft

- Heft 1 1955, 46 Seiten
JANIK, V.: Das Beispiel Ottensheim - ein Beitrag zur Bodenkartierung
FRANZ, H.: Zur Kenntnis der "Steppenböden" im pannonischen Klimagebiet Österreichs
SCHILLER, H.: Der Einfluß gestaffelter Jauchegaben auf einem Acker- und Wiesenboden
- Heft 2 1956, 40 Seiten
WAGNER, H.: Die Bewertung der Wasserstufen in der Bodenschätzung des Grünlandes
SCHMIDT, J.: Die Tonminerale burgenländischer Flugsandböden
EHRENDORFER, K.: Schnellmethoden zur näherungsweisen Bestimmung der Bodenfeuchte
- Heft 3 1959, 44 Seiten
FINK, J.: Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand
JAKLITSCH, L.: Zur Untersuchung oststeirischer Böden, insbesondere jener auf Terrassen des Ritscheintales
LUMBE-MALLONITZ, Ch.: Untersuchungen über den Zurundungsgrad der Quarzkörner in verschiedenen Sedimenten und Böden Österreichs
- Heft 4 1960, 58 Seiten
REICHART, J.: Untersuchungen über die Wirkung intensiver Gülledüngung auf Dauergrünland
JANIK, V. und H. SCHILLER: Charakterisierung typischer Bodenprofile der Gjaidalm
FINK, J.: Bemerkungen zur Bodenkarte Niederösterreichs
- Heft 5 1961, 55 Seiten
BARBIER, S., H. FRANZ, J. GUSENLEITNER, K. LIEBSCHER und H. SCHILLER: Untersuchungen über die Auswirkungen langjährigen Gemüsebaues auf den Boden bei mangelnder animalischer Düngung
NESTROY, O.: Jahreszyklische Schwankungen des Wassergehaltes in zwei niederösterreichischen Lössböden
- Heft 6 1961, 189 Seiten
Exkursionen durch Österreich:
FRANZ, H.: Die Böden Österreichs
BLÜMEL, F.: Das Bundesversuchsinstitut für Kulturtechnik und technische Bodenkunde in Petzenkirchen, NÖ und die Versuchsanlage in Purgstall
FINK, J.: Der östliche Teil des nördlichen Alpenvorlandes
FRANZ, H., G. HUSZ, H. KÜPPER, G. FRASL und W. LOUB: Das Neusiedlerseebecken

- FINK, J.: Die Ortsgemeinde Moosbrunn als Beispiel einer Kartierungsgemeinde
FRANZ, H., F. SOLAR, G. FRASL und H. MAYR: Die Hochalpen-
exkursion
FINK, J.: Die Südostabdachung der Alpen
JANEKOVIC, G.: Über das Alter und den Bildungsprozeß von Pseudogley aus pleistozänem Staublehm am südwestlichen Rand des pannonischen Beckens
- Heft 7 1962, 46 Seiten
WEIDSCHACHER, K.: Die Böden am Westrande des niederösterreichischen Weinviertels südlich Retz
- Heft 8 1964, 72 Seiten
SOLAR, F.: Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau
- Heft 9 1965, 72 Seiten
MIECZKOWSKI, Z.: Untersuchungen über die Bodenzerstörung im niederösterreichischen Weinviertel
- Heft 10 1966, 61 Seiten
GHOBIADIAN, A.: Salz- und Steppenböden des Seewinkels (Burgenland, Österreich); Charakteristik, Meliorationsergebnisse und bodenwirtschaftliche Aspekte
- Heft 11 1967, 88 Seiten
MESSINER, H.: Pflanzenbauliche Beurteilung chemischer Bodenanalysen
MÜLLER, H.J.: Der Wasserhaushalt eines Pseudogleyes mit und ohne künstliche Beregnung
NESTROY, O.: Bodenphysikalische Untersuchungen an einem Tschernosem in Wilfersdorf (NÖ)
SCHILLER, H. und E. LENGAUER: Über den Kationenbelag und den Spurenelementgehalt in den Böden der IDV-Serie
SOLAR, F.: Phosphatformen und Phosphatumschwingungsdynamik in Anmoorschwarzerden
- Heft 12 1968, 79 Seiten
KRAPPENBAUER, A.: Waldernährung und Problematik der Waldernährung
GLATZEL, G.: Probleme der Beurteilung der Ernährungssituation von Fichte auf Dolomitböden
Symposium über die Untersuchung von Waldböden
- Heft 13 1969, 95 Seiten
FINK, J.: Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs
- Heft 14 1970, 136 Seiten
SOLTANI-TABA, Ch.: Vergleich einiger Pararendsinprofile des Steinfeldes im südlichen Inneralpinen Wiener Becken
KAZAI-MOGADHAM, M.: Vergleich von Böden des Tschernosemtypus mit Auböden im südlichen Inneralpinen Wiener Becken

- Heft 15 1971, 139 Seiten
Exkursion der ÖBG am 16. u. 17. 10. 1970 in den Raum
"Kärntner Becken nördlich und südlich der Drau"
WILFINGER, H.: Das Klima des südöstlichen Klagenfurter
Beckens
EISENHUT, M., H. MÜLLER, E. PRIESSNITZ, H. ROTH, A. SCHROM
und F. SOLAR: Die Böden
- Heft 16 1972, 110 Seiten
RIEDMÜLLER, G.: Zur Anwendung von Bodenkunde und Tonminera-
logie in der baugelologischen Praxis
Exkursion der ÖBG am 8. u. 9. 9. 1972 in den Pasterzenraum
und in den Pinzgau
BURGER, R. und H. FRANZ: Die Böden der Pasterzenlandschaft
im Glocknergebiet
SOLAR, F.: Die Böden des Raumes Großglockner - Zell am See
SCHNETZINGER, K.: Oberflächenvergleych im Raum Zell am See
- Heft 17 1973, 123 Seiten
GRUBER, P.: Zusammenhänge zwischen Klimaunterschieden,
Bodenchemismus und Bodenwasserhaushalt auf Lockersed-
imenten des Wiener Raumes
- Heft 18/ 1977, 102 Seiten, vergriffen
19 Exkursion der ÖBG 1971: Böden des inneralpinen Trockenge-
bietes in den Räumen Oberes Inntal und Mittleres Ötztal
SOLAR, F., W. ROTTER, H. WILFINGER und H. HEUBERGER: Böden
des inneralpinen Trockengebietes in den Räumen Oberes
Inntal und Mittleres Ötztal
Exkursion der ÖBG 1976:
FRANZ, H., A. BERNHAUSER, H. MÜLLER und P. NELHIEBEL:
Beiträge zur Kenntnis der Bodenlandschaften des Nord-
burgenlandes
- Heft 20 1978, 86 Seiten
MRAZ, K.: Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Erforschung
von Waldhumusformen unter besonderer Berücksichtigung der
Grundprinzipien der Systematik
KLAGHOFER, E.: Stoffbewegung im Boden
RIEDL, H.: Die Bodentemperaturverhältnisse am Südrand des
Tennengebirges - ein Beitrag zum UNESCO-Programm Man and
Biosphere
- Heft 21 1979, 109 Seiten
SOLAR, F.: Die Talböden, ein allgemeiner Überblick
BLÜMEL, F.: Regelung des Bodenwasserhaushaltes in Talungen
HOLZER, K.: Praktische Durchführung von Meliorationen in der
Oststeiermark
SCHROM, A.: Standortskundliche und pflanzenbauliche Probleme
der Talböden bei intensiver Ackernutzung durch Maisbau
BLASL, S.: Probleme der Maisernährung auf dränagierten Tal-
böden
ORNIG, F.: Möglichkeiten der Schaden-Ersatz-Berechnung
STEFANOVITS; O.: Umweltschutz im Spiegel der Bodenkunde

CERNY, V.: Einfluß der Bodenbearbeitung auf Boden und Ertrag unter den Standortbedingungen in der CSSR

Heft 22 1980, 112 Seiten

DUDAL, R.: Landreserven der Erde. Eine Weltbodenkarte
BLUM, W.E.H.: System Boden - Pflanze und bodenkundliche Forschung
KASTANEK, F. et al.: Zur Nomenklatur der Bodenphysik, Teil 1
NESTROY, O.: Die Aktivitäten der Gesellschaft ab ihrer Gründung bis 1979

Heft 23 1981, 183 Seiten

SOLAR, F.: In memoriam Julius Fink
SOLAR, F.: In memoriam Bernhard Ramsauer
GUSENLEITNER, J.: Würdigung von Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Herwig Schiller
SCHLEIFER, H.: Dir. Dipl.-Ing. Dr. Franz Blümel zum 65. Geburtstag
GESSL, A.: Würdigung von Ministerialrat Dipl.-Ing. Adolf Stecker
BLUM, W.E.H. und M. SALI-BAZZE: Zur Entwicklung und Altersstellung von Böden der Donau- und Marchauen
KLUG-PÜMPPEL, B.: Phytomasse und Primärproduktion alpiner Pflanzengesellschaften in den Hohen Tauern
STELZER, F.: Bioklimatologie der Gebirge unter besonderer Berücksichtigung des Exkursionsraumes 1981
Kurzfassungen der Vorträge

Heft 24 1982, 116 Seiten

Aktuelle Probleme der landwirtschaftlichen Forschung,
8. Seminar: Stoffumsatz am Standort
SOLAR, F.: Eröffnung
BECK, W.: Einleitungsreferat
ULRICH, B.: Stoffumsatz im Ökosystem - theoretische Grundlagen und praktische Schlußfolgerungen
BENECKE, P. und F. BEESE: Bodenstruktur und Stoffumsatz - Methodik der Erfassung bodenphysikalischer Parameter
MÜLLER, W.: Bodenbeurteilung und Bodenmelioration vor dem Hintergrund moderner physikochemischer und bodenkundlicher Erkenntnisse
Diskussion

Heft 25 1982, 173 Seiten

RIEDL, H.: Die Prägekraft des sozioökonomischen Strukturwandels auf Morpho- und Pedosphäre des subalpinen Lebensraumes
GUSENLEITNER, J., K. AICHBERGER und W. NIMMERVOLL: Die Wirkung steigender Kaliumgaben auf das Wachstum von Italienischem Raygras (*Lolium multiflorum*) in Abhängigkeit von der Bodenart
LICHTENEGGER, E.: Der Wärme- und Wasserhaushalt - ertragsbildende Faktoren in Abhängigkeit von der Seehöhe, dargestellt aus pflanzensoziologischer Sicht
Kurzfassungen der Vorträge

Heft 26 1983, 165 Seiten

Exkursionsführer Marchfeld; Thema: Böden und Standorte des Marchfeldes

NESTROY, O.: Zur Geologie und Morphologie des Marchfeldes

HARLFINGER, O.: Das Klima des Marchfeldes

STELZER, F.: Standortsbeurteilung nach der Niederschlagswirksamkeit

STECKER, A.: Die Böden des Marchfeldes

MADER, K.: Die forstliche Standortskartierung der österreichischen Donauauen

Profilbeschreibungen

KLAGHOFER, E.: Bodenphysikalische Kenndaten

NESTROY, O.: Vergleichende Betrachtungen über die bodenphysikalischen Kenndaten der Exkursionsprofile und Profile von Weikendorf und Schönfeld

BLUM, W.E.H. und H.W. MÜLLER: Mineralogische und bodenchemische Kennwerte ausgewählter Böden des Marchfeldes

BLUM, W.E.H.: Zum Nährstoffversorgungsgrad ausgewählter Böden im Raume des Mühlviertels

LOUB, W.: Zur Mikrobiologie der Böden des Marchfeldes
Kartenbeilagen

Heft 27 1983, 154 Seiten

MÜCKENHAUSEN, E.: Neuere Entwicklung in der Bodensystematik der Bundesrepublik Deutschland

VERGINIS, S. und O. NESTROY: Standortskundliche Untersuchungen auf dem Nordwest- und Zentral-Peloponnes

LOUB, W. und G. HAYBACH: Bodenbiologische Untersuchungen an Böden aus Lockersedimenten

Kurzfassungen der Vorträge

Heft 28 1984, 145 Seiten

Exkursionsführer Mühlviertel; Thema: Böden des Mühlviertels

KOHL, H.: Zur Geologie und Morphologie des Mühlviertels

STELZER, F.: Die klimatischen Verhältnisse des westlichen Mühlviertels

SCHNETZINGER, K.: Die Böden des oberen Mühlviertels

GRUBHOFER, G.: Die Boden- und Nutzungsverhältnisse des Mühlviertels

DUNZENDORFER, W.: Pflanzensoziologie des oberen Mühlviertels

BLASL, S.: Begrenzende Ertragsfaktoren im Ackerbau des Mühl- und Waldviertels

MAIERHOFER, E.: Die pflanzliche Produktion des Mühlviertels
Profilbeschreibungen

KLAGHOFER, E.: Bodenphysikalische Kenndaten der Böden im Exkursionsbereich der ÖBG-1983

BLUM, W.E.H. und H.W. MÜLLER: Mineralogische und bodenchemische Kennwerte ausgewählter Böden des oberen Mühlviertels

BLUM, W.E.H.: Zum Nährstoffversorgungsgrad ausgewählter Böden des oberen Mühlviertels

- Heft 29 1985, 193 Seiten
Verwertung von Siedlungsabfällen aus der Sicht der Landwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Eignung landwirtschaftlicher Böden; Seminar
BECK, W., W.E.H. BLUM und D. KRIECHBAUM: Begrüßung und Eröffnung
HOFFMANN, G.: Bodenkundliche und pflanzenbauliche Aspekte beim Einsatz von Siedlungsabfällen in der Landwirtschaft
KÖCHL, A.: Nutz- und Schadwirkung von Klärschlamm
EDER, G., M. KÖCK und G. SCHECHTNER: Klärschlammhygiene im Grünland
AICHBERGER, K. und G. HOFER: Chemische Untersuchungen von Siedlungsabfällen
MÜLLER, H.: Müllkompost - Gütekriterien (ÖNORM S 2022) und Anwendung
MAYR, E.: Modell Oberösterreich - Klärschlammanfall und Entsorgung
MAIERHOFER, E.: Erwartungen der Landwirtschaft an die Qualität der Siedlungsabfälle und Forderungen an den Gesetzgeber
NELHIEBEL, P.: Einsatzmöglichkeiten von Bodenkarten bei der Ausbringung von Siedlungsabfällen
WIMMER, J.: Aufbau und bisherige Ergebnisse des Klärschlamm- und Müllkompostversuches St. Florian
ÖHLINGER, R.: Bodenzymatische Untersuchungen beim Versuch St. Florian
Generaldiskussion
Unterlagen zur Exkursion
- Heft 30 1985, 185 Seiten
BLÜMEL, F.: Sektionschef i.R. Hofrat Dipl.-Ing. Ernst Güntschl †
GUSENLEITNER, L.: In memoriam Hofrat Dipl.-Ing. Hans Schüller
HUBER, J.: Vergleichende Untersuchungen von Böden mit unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen hinsichtlich Wasser-, Nährstoff-, Humushaushalt und Biologie
FOISSNER, W., T. PEER und H. ADAM: Pedologische und protozoologische Untersuchungen einiger Böden des Tullnerfeldes (NÖ)
WALTER, R.: Die Viruskontamination des Bodens und Methoden ihrer Kontrolle
Kurzfassungen der Vorträge
- Heft 31 1986, 68 Seiten
Arbeitsgruppe Waldbodenuntersuchung der ÖBG
BLUM, W.E.H., O.H. DANNEBERG, G. GLATZEL, H. GRALL, W. KILIAN, F. MUTSCH und D. STÖR: Waldbodenuntersuchung; Geländeaufnahme - Probennahme - Analyse. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich

- Heft 32 1986, 209 Seiten
Bodeninventur aus ökologischer Sicht; Symposium am 11. u.
12. 4. 1985
DANNEBERG, O.H.: Kartierung landwirtschaftlich genutzter
Böden in Österreich
WITTMANN, O.: Kartierung und Bodeninventur in Bayern
KILIAN, W.: Forstliche Standortsklassifikation und Kartie-
rung in Österreich aus internationaler Sicht
FOERST, K.: Forstliche Standortserkundung in Bayern
GESSL, A.: Die österreichische Bodenschätzung
GRÄF, W.: Der Boden in Naturraumpotentialkarten
LAMP, J.: Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Boden-Infor-
mationssysteme
NESTROY, O.: Bericht über die abschließende Podiumsdis-
kussion
- Heft 33 1986, 383 Seiten
Aktuelle Probleme der landwirtschaftlichen Forschung,
Seminar am 5. und 6. 6. 1986; Thema: Die Anwendung enzy-
matischer und mikrobiologischer Methoden in der Boden-
analyse
BECK, W. und O. NESTROY: Einleitung und Eröffnung
SCHINNER, F.: Die Bedeutung der Mikroorganismen und Enzyme
im Boden
HOFFMANN, G.: Bodenenzyme als Charakteristika der bio-
logischen Aktivität und von Stoffumsätzen im Boden
BECK, Th.: Aussagekraft und Bedeutung enzymatischer und
mikrobiologischer Methoden bei der Charakterisierung des
Bodenlebens von landwirtschaftlichen Böden
HOLZ, F.: Automatisierte photometrische Durchflußmethoden
zur Bestimmung der Aktivität von Bodenenzymen - ihre An-
wendung und einige Ergebnisse
KANDELER, E.: Der Einsatz enzymatischer Methoden am Beispiel
eines Stroh- und Klärschlamm düngungsversuches
ÖHLINGER, R.: Der Einsatz enzymatischer Methoden am Beispiel
eines Grünlanddüngungsversuches
Postervorträge
Diskussion
- Heft 34 1987, 80 Seiten
DUCHAUFOR, Ph.: Stand und Entwicklung der internationalen
Bodensystematik aus französischer Sicht
MANCINI, F.: Stand der bodenkundlichen Forschung in Italien
Kurzfassung der Vorträge
- Heft 35 1987, 80 Seiten
Bodenschutz-Symposium
STICHER, H.: Bodenschutz als integrale nationale Aufgabe -
Möglichkeiten und Grenzen
BECK, W.: Entwicklungsstand der Bodenschutzkonzeption in
Österreich
EISENHUT, M.: Das Steiermärkische Bodenschutzgesetz

Heft 36 1988, 152 Seiten

Thema: Aktueller Stand physikalischer und chemischer Bodenuntersuchungsverfahren.

DANNEBERG, O.H.: Aktueller Stand der landwirtschaftlichen Bodenanalyse in Österreich

KÖCHL, A.: Beziehungen zwischen bodenanalytischen Daten und Felddaten

MÜLLER, H.J.: Bodenuntersuchung aus der Sicht der Landwirtschaft

KILIAN, W.: Die Bodenanalytik aus forstlicher Sicht

MAJER, Ch.: Untersuchungen zur kleinräumigen Variabilität von Bodenparametern in Waldböden

NEMETH, K.: Die EUF-Methode als Grundlage für die Düngempfehlung

KLAGHOFER, E.: Physikalische Methoden in der landwirtschaftlichen Bodenforschung.

BLUM, W.E.H.: Die Bodenanalyse im Rahmen der Bodengenetik und -taxonomie

Heft 37 1988, 179 Seiten

Führer zur Exkursion in das obere Mürztal; Thema: Montane Bodenentwicklung unter dem Einfluß verschiedener Nutzungsformen.

KILIAN, W.: Standortkundliche Darstellung des Exkursionsgebietes Hönigsberg

HARLFINGER, O.: Das Klima des Mürztals

PINTER, J.: Forstgut Langenwang

Profilbeschreibungen

Analysendaten

BLUM, W.E.H. und MENTLER, A.: Chemisch-mineralogische Kennwerte ausgewählter Böden des oberen Mürztals

KILIAN, W.: Interpretation der Analysendaten der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

Heft 38 1989, 117 Seiten

BLUM, W.E.H.: Spezifische Probleme des Bodenschutzes in Gebietsregionen Zentraleuropas

STEFANOVITS, P.: Die Karte der Bodenminerale und ihre Verwendung in der Landwirtschaft Ungarns

HORN, R.: Ursachen und Auswirkungen von Strukturschäden unter besonderer Berücksichtigung methodischer Aspekte

HARTGE, K.H.: Aktueller Forschungsstand der Bodenphysik unter besonderer Berücksichtigung des Bodengefüges

Kurzfassung der Vorträge

Heft 39 1989, 102 Seiten

MÜCKENHAUSEN, E.: Curriculum vitae von Professor Dr. W. KUBIEN

BLÜMEL F.: Der wissenschaftliche Nachlaß nach Walter L. KUBIEN

MÜCKENHAUSEN E., S. STEPHAN und K. ZIMMERMANN: Rotlehme und Rotlehmssedimente, Tirsoid Böden und Kalkkrusten

STOOPS G: Die Bedeutung der Mikro-Morphologie in der Bodenkunde

1. Sonderheft der Mitteilungen der ÖBG (1978, 92 Seiten)
Exkursionsführer südöstliches Alpenvorland;
Thema: Landformung und Bodenbildung auf Talböden des süd-
östlichen Alpenvorlandes (Standorts- und Meliorations-
probleme)
2. Sonderheft (1979, 126 Seiten)
Exkursionsführer Ost- und Weststeiermark;
Thema: Obstbau in der Steiermark - Standorte und Probleme
3. Sonderheft (1981, 199 Seiten)
Exkursionsführer durch das Glocknergebiet und die Karni-
schen Alpen in Kärnten;
Thema: Böden und Standorte in den Zentral- und Südalpen -
Nutzungsprobleme des montanen und subalpinen Grünlandes

Die Hefte können über die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft,
Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, bezogen werden.

Der Autor trägt für den Inhalt seines Beitrages die Verantwortung.