

# Fruchtbarkeit unserer Böden

Autor(en): **Bodenmann, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =  
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **90 (1992)**

Heft 8

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-234857>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Fruchtbarkeit unserer Böden

M. Bodenmann

Bodenfruchtbarkeit entwickelt sich in einem mehrere Jahrhunderte bis Jahrtausende dauernden Prozess. In wenigen Sekunden kann sie schwer geschädigt oder zerstört werden. Unsere steigenden Ansprüche an Wohnraum, Industrie- und Verkehrsfläche sowie der Bedarf an Freizeitanlagen haben in den letzten Jahrzehnten viele fruchtbare Böden «wegkonsumiert». Schonender Umgang mit dem unvermehrten Gut Boden tut deshalb Not. Eine besondere Verantwortung trägt die Landwirtschaft.

*La fertilité du sol se développe selon un processus qui s'étend sur plusieurs siècles, voire sur des millénaires. En quelques secondes, celle-ci peut être gravement atteinte ou détruite. Nos exigences sans cesse accrues en espace d'habitat, en surfaces industrielles et de transport ainsi que le besoin en installations de détente ont absorbé ces dernières décennies beaucoup de sols fertiles. C'est pourquoi il est urgent de prendre des mesures de protection de ce bien précieux et limité: le sol. L'agriculture porte une responsabilité particulière.*

### Vielfalt der Böden

So vielfältig wie unsere Landschaften, so unterschiedlich sind auch unsere Böden. Auf Felskuppen und an Steilhängen haben sie meist nur eine geringe Mächtigkeit (dünne Bodenschicht) und viele Steine, denn das feine Bodenmaterial wird – besonders wenn eine schützende Pflanzendecke fehlt – vom Regen in die Mulden geschwemmt. Dort entstehen mächtige Böden. Tiefgründige Böden sind ausgezeichnete Filter und deshalb für die Gewinnung von Trinkwasser besonders wertvoll. In Schwemmlandebenen lagerten die Flüsse bald Kies, bald Feinmaterial ab: die Folge ist ein Mosaik der verschiedenartigsten Böden.

Unsere fruchtbarsten Böden findet man im Mittelland auf Terrassen, Plateaus und in Ebenen, die durch eiszeitliche Ablagerun-

gen (Schotter, Moräne) geprägt sind. In einem komplizierten Prozess bildete sich ein etwa ein Meter mächtiger Bodenkörper. Der Oberboden ist mit Humus angereichert und deshalb graubraun gefärbt. Die rötlichbraune Farbe des Unterbodens ist auf oxidiertes Eisen (Rost) zurückzuführen und weist auf eine gute Durchlüftung hin.

### Fruchtbarkeit

Die wichtigste Eigenschaft des Bodens ist aus landwirtschaftlicher Sicht seine Fruchtbarkeit. «Fruchtbar» heisst «Früchte hervorbringen» – im Zentrum stehen also die Pflanzen und ihre Ansprüche. Die Fruchtbarkeit eines Bodens hängt stark davon ab, wieviel Wasser er speichern und an die Pflanzen abgeben kann. Ein Gerüst aus Steinen, Sand, Ton



Abb. 2: Wenn die Bodenfruchtbarkeit nicht erhalten bleibt, kann der Boden keine Früchte tragen.

und Humus bildet ein Hohlraum-System mit unterschiedlich grossen Poren. Je kleiner die Poren sind, desto stärker binden sie das Wasser. In den feinsten Poren ist es so stark an die Bodenteile gebunden, dass die Pflanzenwurzeln es nicht aufnehmen können. Das Wasser in den Poren mittlerer Grösse hingegen ist für die Pflanzen leicht verfügbar. Die Grob- oder Sickerporen binden das Wasser nur schwach; nach einem Regen versickert es rasch und macht Platz für Luft, welche die Bodenlebewesen und die Pflanzenwurzeln zum Atmen brauchen.

Im Winterhalbjahr füllt das Niederschlagswasser die Bodenporen auf. Ein mit Wasser gesättigter Boden enthält rund 500 Liter Wasser pro Kubikmeter, wovon in einem guten Boden etwa 100 Liter den Pflanzen leicht verfügbar sind.

Die geringe Konzentration der Nährstoffe im Bodenwasser bedingt, dass die Pflanzen grosse Wassermengen aufnehmen müssen, um ihren Nährstoffbedarf zu decken; den weitaus grössten Teil geben sie über die Blätter als Wasserdampf wieder ab. Durch Transpiration kann auch überschüssige Wärme abgeleitet werden. Nur ein bis zwei Prozent des Wassers, das die Pflanzen aufnehmen, brauchen sie für ihren Aufbau.

### Wasserverbrauch und Sickerwasser

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-Reckenholz (FAP) verfügt über eine Lysimeteranlage; mit dieser Messanlage untersucht man den Wasserverbrauch landwirtschaftlicher Kulturen und das Sickerwasser. 2,5 Meter hohe «Blumentöpfe» mit einem Durchmesser von zwei Metern werden bepflanzt. Da sie auf Waagen stehen, kann die Gewichtsveränderung durch Verdunsten von Wasser oder durch Niederschläge aufgezeichnet werden. Zusätzlich misst man das Wasser, das aus den Töpfen herausicksert und die Niederschläge. Aus diesen Werten lässt sich der Wasserverbrauch der Pflanzen errechnen. Feld- und Gartenkulturen in vollem Wachstum benötigen in den Niederungen der Alpennordseite an einem sonnigen Sommertag fünf Liter Wasser pro Quadrat-

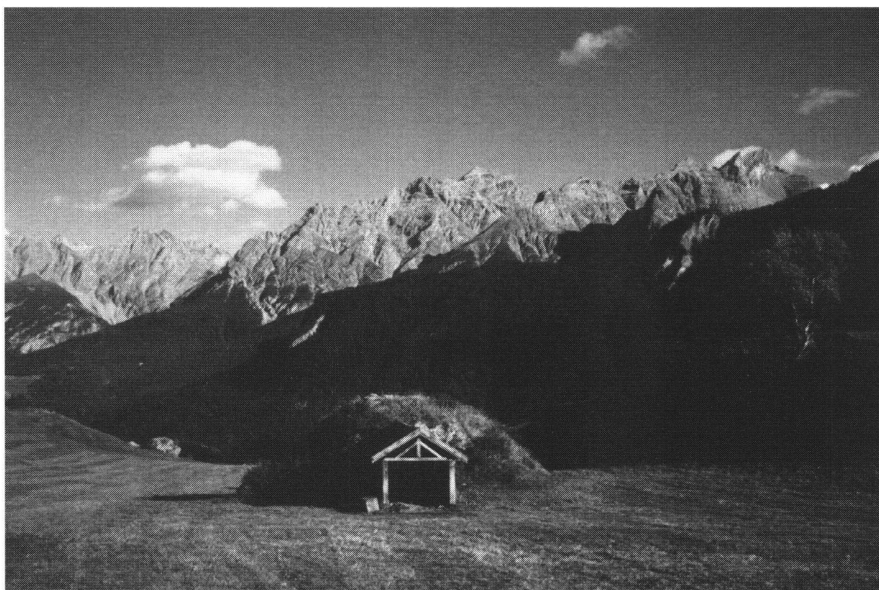
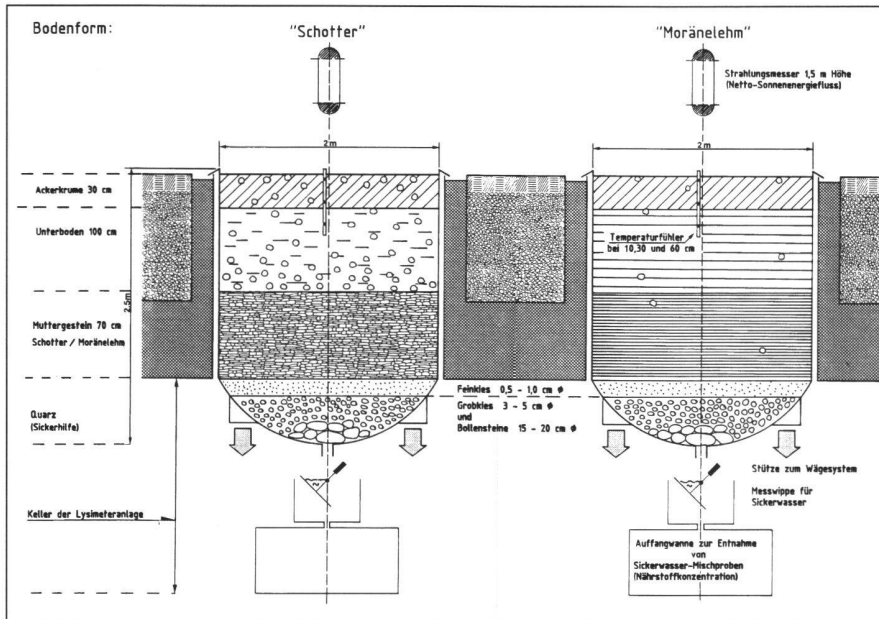


Abb. 1: An Steilhängen und auf Kuppen entwickeln sich weniger fruchtbare Böden als in Mulden und Talsohlen.



**Abb. 3:** Mit der Lysimeteranlage wird der Wasserverbrauch von Feldkulturen und das Sickerwasser untersucht. Die Pflanzengefäße stehen auf einer unterirdischen Waage; ihre Oberfläche ist im Freien den natürlichen Wetterbedingungen ausgesetzt.

meter, bei Wind sind es sogar sechs. Wenn die Mittelporen mit Wasser gefüllt sind, reicht der Bodenwasser-Vorrat während einer längeren Schönwetterperiode bis zu zwei Wochen, sofern der Boden tiefgründig ist und die Pflanzen tief genug wurzeln. Ist das Wetter trüb oder regnerisch, beträgt der Wasserverbrauch im Sommer ein bis zwei Liter pro Quadratmeter und Tag. Die Lysimeter-Gefäße sind mit zwei verschiedenartigen Böden gefüllt. Der eine ist feinkörnig und kann viel Wasser speichern; der andere ist steinig und deshalb durchlässiger. Auf einem steinigen Boden leiden die Pflanzen in einer Trockenperiode rascher an Wassermangel, zudem kann das Sickerwasser während einer Regenperiode eher wertvolle Nährstoffe auswaschen. Die Untersuchungen des Sickerwassers zeigen, unter welchen Bedingungen die Gefahr der Nährstoffauswaschung gross ist, und ermöglichen Empfehlungen für die landwirtschaftliche Praxis.

## Bodenleben

Für die ökologisch bedeutende Fähigkeit der Böden zur Selbstregulation und -regeneration sind die Eigenschaften der Bodenteilchen, vor allem aber die Bodenlebewesen verantwortlich. Sie sind es, die abgestorbene organische Substanz abbauen und in wiederverwertbare Komponenten verwandeln (Nährstoff-Recycling). Die dabei umgesetzten Mengen organischer Substanz sind beträchtlich; während eines Jahres werden pro Hektare bis zu 10 Tonnen Kohlendioxid und 40 bis 100 Kilogramm Stickstoff in pflanzenverfügbarer Form (Nitrat) freigesetzt. Nicht alle organischen Substanzen werden vollständig

abgebaut; teilweise werden sie in Huminstoffe umgewandelt, die zusammen mit schwer zersetzbaren Überresten den Humus bilden. Durch seine schwammartige Struktur erhöht der Humus sowohl die Durchlässigkeit als auch das Speichervermögen für Wasser und Nährstoffe. Bakterien Schleim und Pilzfäden leisten zudem einen wichtigen Beitrag zum Aufbau und zur Stabilisierung der Krümelstruktur des Bodens.

Im weitern sind Bodenlebewesen in der Lage, nicht oder nur schwer pflanzenverfügbare Nährstoffe in die Pflanzen zu bringen. Sie können auch Pflanzenschutzmittel und ähnliche Stoffe abbauen. Daraus ergibt sich eine gewisse Selbstreinigung des Bodens. Schwermetalle hingegen lassen sich durch bodenbiologische Vorgänge nicht entfernen.

In einem einzigen Gramm Boden leben bis zu einer Milliarde Bakterien. Unter einer Hektare Wiesland findet man bis zu einer Million Regenwürmer, die zusammen rund 1500 Kilogramm wiegen. Zählt man noch die 15 000 bis 20 000 Kilogramm Bakterien und Pilze dazu, so bringen es allein schon diese Bodenlebewesen auf ein Ge-

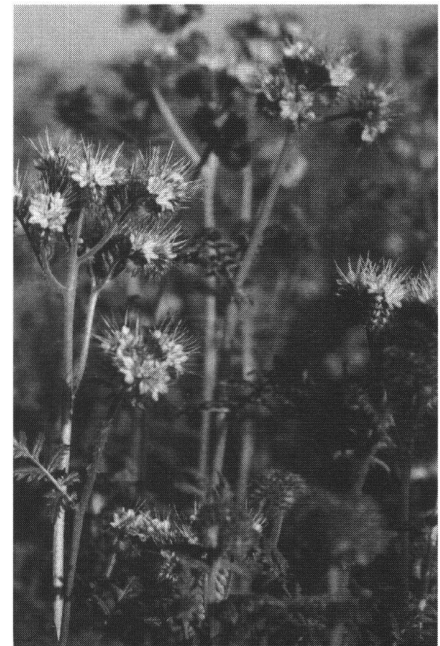


**Abb. 4:** Der Regenwurm ist ein Indikator für die Fruchtbarkeit des Bodens.

wicht, das rund zehnmals grösser ist als jenes der zwei bis drei Kühe, die sich vom Gras dieser einen Hektare Wiesland ernähren können.

## Die Pflanzen schützen den Boden

Das Blätterdach der Pflanzen schützt den Boden vor dem Austrocknen und dem direkten Aufprall des Regens. Dadurch wird einer Verschlämmung und Verkrustung der Bodenoberfläche vorgebeugt. Die Wurzeln durchdringen den Boden als fein verästertes Netzwerk und vollenden damit die Lebendverbauung, welche ihn vor Erosion schützt. Wurzelauausscheidungen sind eine bevorzugte Nahrung für die Bodenlebewesen, weshalb die Organismendichte in Wurzelnähe um ein Vielfaches höher ist als in wurzelfreien Bereichen. Durch ihr Absterben liefern die Wurzeln nochmals eine gewaltige Menge an Nahrung und hinterlassen unzählige Poren, die den Luft- und Wasserhaushalt des Bodens vorteilhaft beeinflussen.

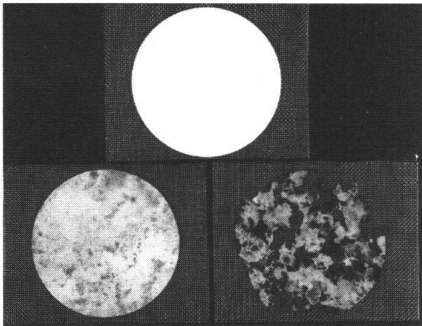


**Abb. 5:** Pflanzen schützen den Boden, weshalb er möglichst das ganze Jahr bewachsen sein soll, zum Beispiel mit Phacelia zwischen zwei Kulturen.

## Das Bodenleben untersuchen

Pflanzenwachstum, Bodeneigenschaften und biologische Aktivität sind voneinander abhängig. Zwischen gegenseitigem Fördern und voneinander Profitieren stellt sich in der Regel ein Gleichgewicht ein. Darauf beruht die natürliche Bodenfruchtbarkeit.

Mit steigendem Bedürfnis, die bodenbiologischen Verhältnisse zu erfassen, werden an verschiedenen Forschungsanstalten, wie auch an der FAP, entsprechende Untersuchungsverfahren entwickelt und geprüft. Für folgende Merkmale stehen heute geeignete Methoden zur Verfügung:



**Abb. 6:** Filterpapier in Gazebeutel dient als Testsubstanz für den Zelluloseabbau im Boden (oben); der Abbaugrad ist ein Hinweis auf die Fähigkeit der Bakterien und Pilze zum Abbau organischer Rückstände im Boden (unten).

- Biomassegehalt und Organismenzahlen geben Auskunft über die Anwesenheit bestimmter Bodenlebewesen.
- Die Bodenatmung ist ein Mass für die biologische Gesamtaktivität.
- Enzymaktivitäten geben Aufschluss über spezifische Stoffumsetzungen.
- Die Intensität des Zelluloseabbaus zeigt die Fähigkeit zum Abbau organischer Substanzen.

Der Zelluloseabbau-Test ist ein geeigneter Indikator sowohl für die biologische Aktivität als auch für die Lebensbedingungen in einem Boden. Zur Messung des Zelluloseabbaus werden Filterpapierscheiben als Testsubstanz im Boden vergraben und ihre Gewichtsabnahme während vier Wochen bestimmt. Der Zelluloseabbau ist abhängig von der Anwesenheit geeigneter Mikroorganismen, von einem ausreichenden Stickstoffangebot und von günstigen Durchlüftungs-, Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnissen. Damit ist der Zelluloseabbau-Test ein geeigneter Indikator sowohl für die biologische Aktivität als auch für die Lebensbedingungen in einem Bo-

den. Es gilt, geeignete Lebensbedingungen für die Bodenorganismen zu schaffen, dann stellen sich diese von selbst ein.

## Bodenkarten

Bodenkarten geben Auskunft über Eigenschaften und Verbreitung der verschiedenen Böden und zeigen auf, wie sie genutzt werden können.

Das bunte Muster einer Bodenkarte zeigt die Eigenschaften der Böden auf, die für das Wachstum der Pflanzen am wichtigsten sind: den Wasserhaushalt und die durch die Pflanzen nutzbare Bodentiefe oder Gründigkeit. Die Karte gibt an, wie diese unterschiedlichen Böden land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden können. Die Bodenkarten zeigen aber auch den Bodentyp auf und geben Auskunft über weitere wichtige Eigenschaften, die bei der Nutzung und Bearbeitung des Bodens eine Rolle spielen wie Steingehalt, Feinerdekorngung, Geländeform sowie Säuregrad.

### Eine Bodenkarte entsteht

Die Arbeit der Bodenkartierer – dies sind Agronomen, Kultur- und Forstingenieure und Naturwissenschaftler – beginnt im Freien. Sie heben im Gelände Erdgruben aus und holen zusätzlich Bohrkern mit Hilfe eines Bohrfahrzeugs aus der Erde. Ein solcher Blick in eine Bodentiefe von bis zu 1,5 Metern gibt Aufschluss über den Aufbau und die Zusammensetzung des Bodens. Man entnimmt gleichzeitig Bodenproben, die im Labor analysiert werden. Auf diese Weise erstellen die Bodenkartierer ein Inventar aller Böden, die im entsprechenden Gebiet vorkommen. Anschließend untersuchen sie mit einem Handbohrstock das gesamte Gelände, um die verschiedenen Böden gegeneinander abzugrenzen. Erst jetzt kann mit dem Zeichnen der Karte begonnen werden.

## Bodenkarten für die Landwirtschaft

In der Landwirtschaft dient die Bodenkarte einerseits zur Schätzung landwirtschaftlicher Betriebe und als Grundlage für Güterzusammenlegungen und Meliorationen, andererseits ist sie ein gutes Hilfsmittel für die Betriebsberatung. Sie zeigt auf, wie gut ein Boden für den Ackerbau (Hackfrüchte, Getreide, Ansaatwiesen) und für die Nutzung als Wiese oder Weide geeignet ist. Erosions- und verdichtungsgefährdete Böden können erkannt und entsprechend schonend bewirtschaftet werden. Andere Böden speichern nur wenig Wasser und müssen deshalb zurückhaltend gedüngt werden, um eine Belastung des Grundwassers zu verhindern.

## Bodenkarten für die Forstwirtschaft

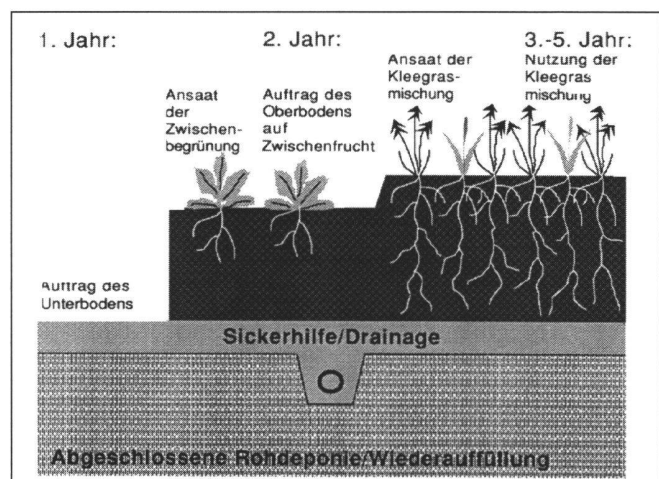
Dem Förster gibt die Bodenkarte Anhaltspunkte für die Pflege des Waldbodens und die Wahl von Baumarten, die an den Standort angepasst sind; zum Beispiel vermögen gewisse Baumarten schwere (dichte, tonreiche) Böden nicht genügend zu durchwurzeln, so dass ihrer geringen Standfestigkeit wegen leicht Sturmschäden entstehen. Die bodenkundlichen Angaben lassen auch Rückschlüsse auf die Befahrbarkeit des Bodens zu und helfen, Schäden durch Verdichtung zu vermeiden. Zudem sind die Karteninformationen beim forstlichen Strassenbau für die Beurteilung des Bodens als Baugrund und Baustoff äusserst wichtig.

## Orts- und Regionalplanung

Nicht zuletzt sind Bodenkarten wichtige Beurteilungs- und Beweisgrundlagen in der Orts- und Regionalplanung. Sie sollen dazu beitragen, dass nicht die fruchtbaren Ackerböden eingezont und überbaut werden oder durch Strassenbau verloren gehen.



**Abb. 7:** Die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten ist nicht nur eine Aufgabe der Landwirtschaft.



**Abb. 8:** Zeitlicher Ablauf der Rekultivierung eines landwirtschaftlichen Bodens.

## Ist Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit möglich?

Die rege Bautätigkeit in unserem Land verändert das Landschaftsbild. Besonders beim Bau moderner Verkehrswege und beim Abbau von Sand und Kies müssen beträchtliche Mengen an Bodenmaterial abgetragen und gelagert werden. Nach Abschluss der Bauarbeiten bleiben unschöne Baupisten, offene Abbauflächen und Deponieplätze zurück. Häufig stehen solche Flächen erneut für landwirtschaftliche Nutzung zur Verfügung. Heute ist es in bestimmten Fällen möglich, die Fruchtbarkeit solcher Böden wieder herzustellen. Pflanzenbaugerechte Rekultivierung heisst das Zauberwort. Die Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit ist technisch äusserst anspruchsvoll und langwierig. Bis der Boden erneut für den Ackerbau geeignet ist, vergehen nach Abschluss der Rekultivierungsarbeiten mindestens fünf Jahre.

## Entscheidend ist der Luft- und Wasserhaushalt des Bodens

Die Fruchtbarkeit wird durch das Zusammenspiel der chemischen, physikalischen und biologischen Vorgänge im Boden geprägt. Wiederherstellung der Bodenfruchtbarkeit bedeutet demnach, optimale Voraussetzungen für die natürlichen Abläufe im Boden zu schaffen. Das Wichtigste ist dabei die Regulierung des Luft- und Wasserhaushaltes. Der Boden muss Wasser für Trockenzeiten speichern und überschüssiges Regenwasser absickern lassen können. Und der Boden muss genügend durchlüftet sein. Die meisten chemischen Eigenschaften des Bodens lassen sich durch die Verwendung von Düngemitteln verbessern. Die biologischen Abläufe regeln sich dann bei günstigen chemischen und physikalischen Voraussetzungen von selbst ein.

## Technik der Rekultivierung

Bodenspezialisten der FAP sind seit vielen Jahren an der Erforschung der Möglichkeiten zur Wiederherstellung der Boden-

fruchtbarkeit beteiligt. Sie haben ein mehrstufiges Rekultivierungsverfahren entwickelt, das bereits mit Erfolg an verschiedenen Orten angewandt wird. Die Rekultivierung bedarf einer genauen Planung, die schon vor Baubeginn erfolgen muss. Fachstellen ermitteln die Qualität des Bodens und legen die Rahmenbedingungen für die spätere Bewirtschaftung fest. Zudem wird ein detailliertes Ausführungsprojekt erarbeitet. Das im Laufe der Bau- und Aushubarbeiten mit grösster Sorgfalt abgetragene Bodenmaterial muss für die spätere Wiederauffüllung getrennt nach Bodenschicht (Unterboden und Oberboden) gelagert werden.

Im ersten Jahr der Rekultivierung wird die Rohdeponie erstellt: die Fläche wird bis ein bis zwei Meter unter Terrain aufgefüllt und planiert. Über der Rohplanie baut man eine Sickerschicht aus Kies oder eine Sickerleitung ein. Darüber wird der mindestens 80 Zentimeter dicke Unterboden aufgetragen und eine Zwischenbegrünung mit Kreuzblütlern angesät. Die Pflanzen aktivieren das Bodenleben und sichern die Verbindung der Sickerporen zwischen dem Unterboden und dem künftigen Oberboden. Im zweiten Jahr legt man den humushaltigen Oberboden an, der mit einer mehrjährigen Luzerne-Kleeegrasmischung begrünt wird.

Entscheidend für das Gelingen der Rekultivierung ist nicht nur der Oberboden, sondern auch die Menge und der Wasserhaushalt des Unterbodens. Wird die Auffüllung fachgerecht ausgeführt, kann wieder mit einer normalen Bodenfruchtbarkeit gerechnet werden.

## Rekultivierter Boden ist empfindlich

Durch geeignete Massnahmen ist es heute möglich, in gewissen Fällen die Bodenfruchtbarkeit wieder herzustellen. Frisch rekultivierte Flächen sind jedoch instabil, druckempfindlich, und es besteht die Gefahr der Verschlammung und Verdichtung. Die nachträgliche Behebung von Schäden ist schwierig. Rekultivierte Böden müssen deshalb besonders sorgfältig bewirtschaftet werden.

Auch wenn es in gewissen Fällen möglich ist, abgetragene Böden wieder herzustellen und zu kultivieren, sollten wir die fruchtbaren Böden vor Zerstörung bewahren. Weltweit gesehen nimmt die Fläche der guten Böden ständig ab: Wüsten dehnen sich aus, Böden versalzen, Erosion durch Wind und Wasser machen grosse Gebiete unfruchtbar, und sinkende Grundwasserspiegel lassen Böden austrocknen.

## Umweltschonender Pflanzenanbau

Bei schonender Bewirtschaftung werden der Bodenfruchtbarkeit und der Umwelt zwar Sorge getragen, für die Pflanzen sind jedoch unter Umständen die Wachstumsbedingungen nicht optimal, so dass Ertragseinbussen entstehen können. Wo liegt nun das Optimum zwischen Ökonomie und Ökologie? Die Antwort hängt nicht nur vom Ermessen des Landwirts ab, sondern auch vom Bedürfnis und der Bereitschaft der Konsumenten, umweltschonendere Anbauverfahren zu unterstützen. Weil Aufwand und Risiko derartiger Produktionsweisen grösser sind, fällt der Produktpreis zwar unter Umständen höher aus; auf lange Sicht könnten schonende Anbauverfahren jedoch sowohl volkswirtschaftlich wie auch ökologisch vorteilhaft sein.

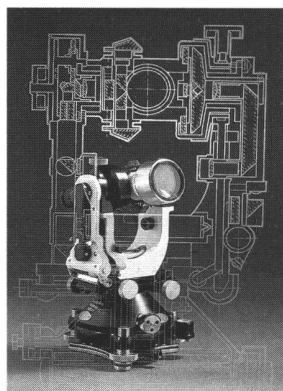
Adresse der Verfasserin:

Marianne Bodenmann  
Eidgenössische Forschungsanstalt für  
landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-  
Reckenholz  
Reckenholzstrasse 191  
CH-8046 Zürich

Mitautoren: Werner Jäggi, Friedrich Jäggi,  
Jakob Nievergelt, Hansruedi Oberholzer,  
Andreas Ruef, Thomas Stauss, Peter  
Weisskopf, Urs Wegmüller, Urs Zihlmann

**Limitierte  
Auflage  
500  
Exemplare**

Preis: sFr. 28.–  
inkl. Porto  
und Verpackung



Das Titelbild des Sonderheftes 3/92 kann als Poster (Kunstdruckpapier ca. 35 x 42 cm / ohne Textindruck) bestellt werden.

Der Erlös geht zugunsten der Zeitschrift.

Wäre dies nicht die Geschenkidee für besondere Anlässe?

Bestellungen richten Sie bitte an:

**SIGWERB AG**  
Dorfmattestrasse 26  
5612 Villmergen  
Telefon 057/23 05 05, Fax 057/23 15 50