

## BODENUNTERSUCHUNG MIT LUPE UND MIKROSKOP

Bei Gesprächen über den Erdboden wird oft deutlich, wie verschiedenartig die Vorstellungen sind, die man sich über diesen Gegenstand machen kann. Das ist nicht sehr verwunderlich, denn unsere Böden sind ohne Zweifel eine außerordentlich vielgestaltige Naturerscheinung. Fast ebenso zahlreich sind zudem die Möglichkeiten zu ihrer näheren Untersuchung, sei es in physikalischer, chemischer oder biologischer Hinsicht. Mit diesen Methoden werden aber vielfach nur Einzelmerkmale erfaßt, deren Kenntnis allein uns noch nicht befriedigt. Wir sind vielmehr bestrebt, eine möglichst umfassende Einsicht in die Bodeneigenschaften zu erhalten, aus der heraus erst die Einzelmerkmale richtig verstanden werden. Am besten gelingt dies, wenn zuerst die äußerlich wahrnehmbaren Kennzeichen eines Bodens eingehend beschrieben werden.

### Die Profilbeschreibung muß Grundlage der Bodenuntersuchung sein

Diese morphologische Untersuchung gibt uns Auskunft über die Tiefe der Bodenbildung und das Muttergestein, über die Körnungsart, den Humus und die Bodenfärbung; wir erkennen Unterschiede in den einzelnen Bodenhorizonten, beobachten die Wurzel- und Tiertätigkeit im Boden, den Aufbau des Gefüges und viele andere Merkmale. Alle diese Einzelheiten vermitteln einen Gesamteindruck von diesem Boden, auf Grund dessen wir Aussagen über seine Eigenschaften als Kulturboden machen und Hinweise für eine zweckmäßige Bodennutzung und gegebenenfalls Bodenverbesserung geben können.

Allerdings können wir auf weitere Untersuchungen, z. B. chemischer oder physikalischer Art, nicht verzichten. Diese sind zur Deutung von Profilvermerkmalen, wie zur Ergänzung und Sicherung unserer Aussagen ebenso erforderlich. Je mehr es aber gelingt, die Ergebnisse solcher Untersuchungen mit dem äußeren Erscheinungsbild und der Entwicklungsgeschichte eines Bodens in Einklang zu bringen, desto mehr haben wir die Möglichkeit, aus der morphologischen Untersuchung praktische Schlüsse zu ziehen.

Solche Zusammenhänge sind aus mancherlei Gründen oft zu wenig beachtet worden. Infolgedessen haben sich manche Forschungsgebiete, die eigentlich zusammen hätten vorangetrieben werden müssen, getrennt voneinander weiterentwickelt. Unter dem Eindruck der großen praktischen Erfolge der Agrilkulturchemie sind beispielsweise die chemischen Untersuchungsmethoden in viel stärkerem Maße vervollkommen worden, als die morphologischen. Dazu kommt, daß unter landwirtschaftlichen Gesichtspunkten vielfach nur die oberste Bodenschicht zur Untersuchung herangezogen wurde, während der

Profilaufbau dagegen wenig Berücksichtigung erfuhr. Infolge dieser einseitigen Entwicklung ist eine Lücke zwischen den genannten Untersuchungsmethoden entstanden, die zu schließen heute eine dringende Aufgabe ist. Die Aufforderung hierzu kommt vor allem auch aus der landwirtschaftlichen Praxis selbst. Mit der zunehmenden Mechanisierung der Feldarbeiten und den damit verbundenen Umstellungen in der gesamten Wirtschaftsweise wird des öfteren die Frage laut, ob diese Entwicklung unseren Böden auf die Dauer nicht schädlich wird. Um diese Frage beantworten zu können, ist in erster Linie eine eingehende Kenntnis des Bodengefüges unter natürlichen Bedingungen, wie unter Ackerkultur erforderlich. Diese Kenntnis kann aber ohne eine ganzheitliche Betrachtung des Bodens nicht gewonnen werden. Damit kommt also ganz allgemein die morphologische Bodenuntersuchung zu größerer Bedeutung.

### Lupe und Mikroskop bieten weitere Möglichkeiten

Durch die Anwendung mikroskopischer Methoden haben wir heute die Möglichkeit, auf diesem Gebiet einen großen Schritt voranzukommen. Obwohl das Mikroskop in den meisten naturwissenschaftlichen Disziplinen schon seit Jahrzehnten im Gebrauch war und die Entwicklung der Forschung ohne dieses Gerät nicht denkbar wäre, hat es doch in der Bodenkunde erst sehr spät einen festen Platz erlangt. Wohl gab es schon lange den Begriff der mikroskopischen Bodenuntersuchung, doch wurde darunter lediglich die Mineralanalyse verstanden, die indessen nicht sehr große Verbreitung gefunden hat.

Erst durch die Arbeiten KUBIENA'S (1) hat die mikroskopische Bodenuntersuchung — nun aber als Gefügeuntersuchung des ungestörten Bodens in natürlicher Lagerungsweise — größere Bedeutung erlangt. Wir sind heute in der Lage, angefangen von der Beobachtung mit dem bloßen Auge am Bodenprofil, über die Betrachtung von Handstücken mit Hilfe einer Lupe, bei steigender Vergrößerung bis in die feinsten, lichtmikroskopisch noch erfaßbaren Teilchen, den Aufbau des Bodengefüges zu studieren. Dabei eröffnet sich eine Welt, in der uns die meisten unserer Böden noch völlig unbekannt sind.

### Einblicke in das Bodengefüge bei steigender Vergrößerung

Die beigegefügtten Bilder sollen einen Eindruck solcher fortschreitenden Vergrößerung vermitteln. Die Bilder wurden an verschiedenen, aus Löß entstandenen Bodentypen aufgenommen. Lediglich Bild 1



zeigt einen etwas schwereren Lehmboden, der aber einen großen Anteil Lößmaterial enthält. Das würfliche bis polyedrische Gefüge ist besonders in den B-Horizonten mit höherem Tonanteil mancher Lößböden anzutreffen. Es entsteht vornehmlich durch die Schrumpfung des Bodens beim Austrocknen. Auch der Frost kann diesen Gefügetyp entstehen lassen, da mit der Ausbildung von Eislinsen ebenfalls Trocknung des Bodens verbunden ist (2). Die einzelnen Aggregate sind meist so groß, daß sie an der Profilwand deutlich in Erscheinung treten. — Das plattige Gefüge (Bild 2) ist dagegen typisch für Lößböden mit mittlerem und geringem Tongehalt. Wir treffen es meistens unter der bearbeiteten Krumenschicht der Ackerböden an, es kann aber auch in Krusten an der Bodenoberfläche oder an Schollen innerhalb der Ackerkrume auftreten. Die Größe der Aggregate schwankt ebenso wie die der würflichen Elemente beträchtlich. Sehr oft sind die Plättchen nur sehr klein und dünn. Betrachten wir einzelne Elemente genauer, so ist festzustellen, daß sie vielfach nur nach oben und unten natürlich begrenzt sind, wogegen sie an den Seiten noch im Verband zusammenhängen. Andere zeigen wieder eine bessere Abgrenzung und können als Übergangsbildungen zu den würflichen Formen betrachtet werden. Das plattige Gefüge entsteht ebenfalls durch Quellungs- und Schrumpfbewegungen sowie auch durch Frost (3).

Im 3. Bild ist ein Querschnitt durch eine Bearbeitungsgrenze bei schwacher Vergrößerung dargestellt. Mit schroffem Übergang stoßen hier zwei gegensätzliche Gefügearten aufeinander: oben ein krümeliges Gefüge mit zahlreichen Aggregaten und Hohlräumen und darunter ein kompaktes Gefüge, ohne sichtbare Aggregatbildung. Damit sind vier wichtige Gefügearten vorgeführt.

### Anwendung von Bodendünnschliffen

Weitere Einblicke in das Bodengefüge können anhand von Dünnschliffen gewonnen werden. Hierbei sind die Bodenproben jedoch in bestimmter Weise zu präparieren. Lufttrockene Bodenstückchen werden im Vakuum mit einer Harzmasse durchtränkt, die anschließend erhärtet und den Boden vollkommen fest einschließt. Mit Hilfe einer Säge werden sodann aus den gehärteten Stücken dünne Scheiben herausgeschnitten, angeschliffen, auf einen Objektträger gekittet und dann bis auf ein bestimmtes Maß (etwa  $20 \mu$ ) dünn geschliffen. Erst dann sind die Präparate für die mikroskopische Untersuchung geeignet (4).

Die Bilder 4 und 5 zeigen ähnliche Bildungen wie in Bild 3 bei schwacher Vergrößerung im durchfallenden Licht. Das krümelige Gefüge enthält vorwiegend rundlich geformte Aggregate von verschiedener Größe. Daneben befinden sich Hohlräume, die teilweise auch durch Kleintierarbeit oder Pflanzenwurzeln entstanden sein können. Ein solches Gefüge ist vornehmlich dort anzutreffen, wo biologische Faktoren lange Zeit ungestört einwirken können. Wo es rein mechanisch durch intensive Bodenbearbeitung gebildet wird, ist es meist weniger fein differenziert (vergl. Bild 3) und die Einzelaggregate sind dann im Innern sehr dicht. Das Präparat ent-



Bild 1: Würflig-polyedrisches Gefüge. Ausschnitt einer Profilwand, etwa 6fach verkleinert.



Bild 2: Plattiges Gefüge. Handstück, etwa 2 : 1 vergrößert.



Bild 3: Querschnitt durch eine Bearbeitungsgrenze; krümeliges und kompaktes Gefüge. Handstück 1,5 : 1 vergrößert.

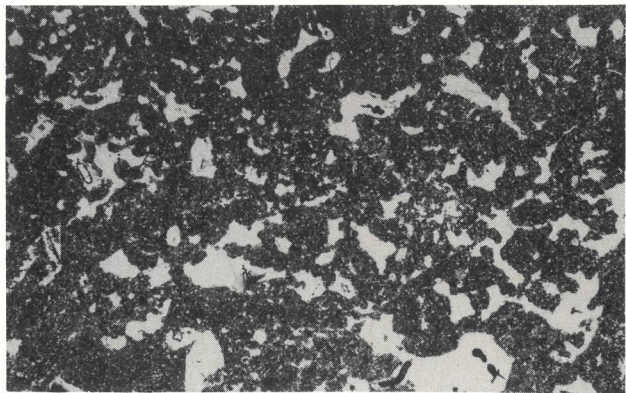


Bild 4: Feinkrümeliges Gefüge. Dünnschliff, 6 : 1 vergrößert.



stammt einem Waldboden. Das Bild 5 zeigt anschaulich das dichte Gefüge einer Ackerscholle.

### Primärteilchen des Bodengefüges

Die Dünnschliffuntersuchung erschöpft sich jedoch nicht damit, Gefügebildungen, die auch am Profil oder Handstück schon erkennbar sind, lediglich deutlicher sichtbar zu machen. Der besondere Wert liegt vielmehr darin, durch stärkere Vergrößerung auch die Bindungsform der Primärteilchen erkennen zu lassen. So können in den Lößböden u. a. zwei grundverschiedene Bindungsformen beobachtet werden. In Bild 6 sind die Feinsandkörnchen z. B. locker gelagert und allseits durch geflockt erscheinende, etwas humose, kolloidale Substanz miteinander verbunden. Das Gefüge macht dadurch einen völlig stabilen Eindruck. In Bild 7 erscheint die Kolloidsubstanz dagegen stark dispergiert und beweglich zu sein. Die Feinsandkörnchen sind größtenteils ringum von einer Haut eingeschlossen. An anderer Stelle bilden sich Ansammlungen dieser Kolloidsubstanz in Hohlräumen. Daraus ist zu schließen, daß dieselbe dazu neigt, im Boden zusammenzuzießen. Bei starker Vergrößerung (Bild 8) wird sichtbar, daß unzählige feinste Partikel in der Fließmasse dispergiert sind. In späteren Entwicklungsstadien dieser Böden finden sich dann kräftige Anlagerungen auch in größeren Bodenhohlräumen. Die Beläge sind durch starke Schrumpfung beim Trocknen oft von zahlreichen Rissen durchzogen (s. Titelbild).

Wenn wir so Schritt für Schritt in feinere Gefügezusammenhänge eindringen, erwächst uns umgekehrt die Aufgabe, aus diesen Feststellungen eine Synthese des Bodenaufbaus und einen Zusammenhang zu den äußeren Bodeneigenschaften zu finden. Bei der großen Vielfalt der Erscheinungen, die schon beobachtet werden konnten, dürfen wir überzeugt sein, daß nicht nur für die bodenkundlichen Interessen, sondern auch für die Praxis wesentliche Gesichtspunkte zur Beurteilung des Bodens daraus resultieren.

### Schrifttumsnachweis

1. KUBIENA, W. L.: Micropedology. 243 S. Collegiate Press. Inc., Ames, Iowa 1938.
2. CZERATZKI, W.: Zur Wirkung des Frostes auf die Struktur des Bodens. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde 72. (117), 15—32, 1956.
3. CZERATZKI, W. u. FRESE, H.: Kinematographische Untersuchungen zur Strukturbildung. Sixième Congrès de la Science du Sol, Vol. B, I, 24, S. 173—178, Paris 1956.
4. ALTEMÜLLER, H.-J.: Neue Möglichkeiten zur Herstellung von Bodendünnschliffen. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkunde 72 (117), 56—62, 1956.
5. ALTEMÜLLER, H.-J.: Morphologische Untersuchungen zur Strukturbildung an einigen Bodentypen aus Löß. VIème Congrès de la Science du Sol, Vol. B, I, 38, S. 257—263, Paris 1956.

Bild 8, rechts: Kolloidsubstanz mit feinsten Partikeln durchsetzt. Dünnschliff, 700 : 1 vergrößert.

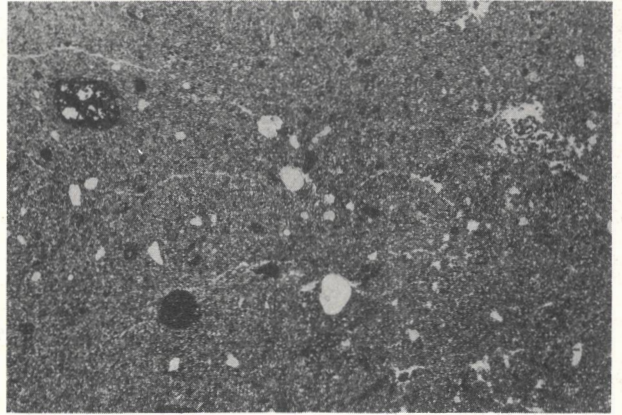


Bild 5: Kompaktes Gefüge. Dünnschliff, 6 : 1 vergrößert.

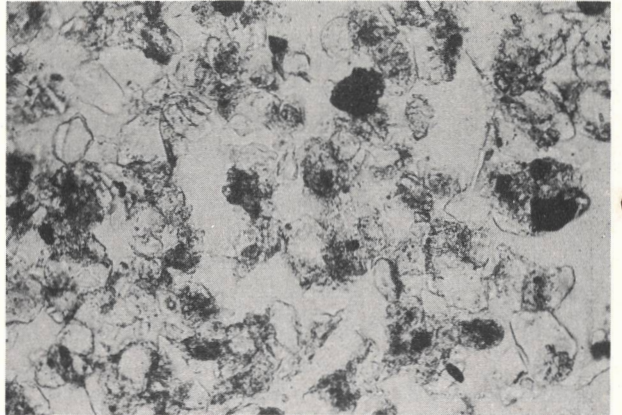


Bild 6: Stabile Kornbindung mit geflockter Kolloidsubstanz. Dünnschliff, 250 : 1 vergrößert.

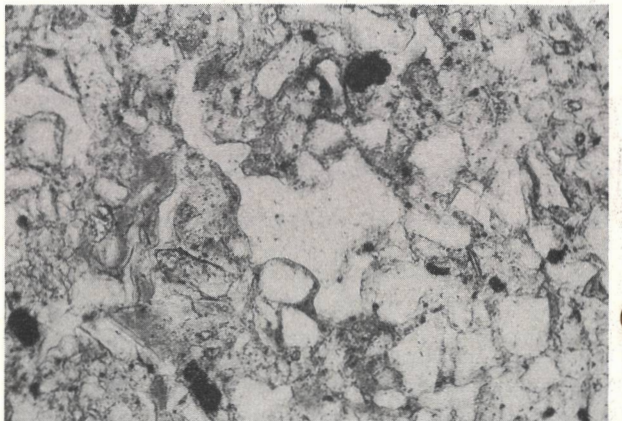


Bild 7: Gefügetyp mit dispergierter, beweglicher Kolloidsubstanz. Dünnschliff, 250 : 1 vergrößert.

