



# **Die Bodenkunde auf chemisch-physikalischer Grundlage**

**Fleischer, Moritz**

**Berlin, 1922**

§ 81. Bodengefüge, Pulver- und Krümelstruktur

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78696](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-78696)

des letzteren gelingt es, mit großer Sicherheit in Bodenproben die vorhandenen Mengen von tonhaltigen und feiner- und gröbersandigen Bestandteilen zu ermitteln. Ihre Art und Größe sowie die Menge und Beschaffenheit der gleichfalls leicht zu bestimmenden Humusstoffe sind von größtem Einfluß auf die physikalischen Eigenschaften des Bodens, zunächst auf seine *Lagerungsverhältnisse*.

### § 81.

*Lagerung, Struktur, Kohärenz.* Die Lagerungsweise der einzelnen Bodenteilchen („Bodenelemente“), m. a. W. die „Struktur“ oder das Gefüge des Bodens ist verschieden, je nachdem die *einzelnen* Teilchen gleich wenig oder gleich fest aneinander gebunden sind („Einzelkornstruktur“), oder immer eine kleinere oder größere Anzahl von Bodenteilchen sich untereinander zu kleinen Haufwerken (Krümeln, Flocken) fester miteinander *verbunden* hat (Krümelstruktur). Sandboden wie Tonboden können Einzelkornstruktur aufweisen. Im ersten liegen die einzelnen Sandkörner (wenn sie trocken sind) lose, ohne jeden Zusammenhang, nebeneinander, im letzteren halten sich die Tonteilchen mit einer beträchtlichen Anziehungskraft aneinander gefesselt, die der mechanischen Trennung einen Widerstand entgegengesetzt<sup>1)</sup> und die man „Kohärenz“ nennt. Bei beiden Bodenarten kann die Einzelkornstruktur im Krümelstruktur übergehen; bei der ersten, wenn die Bodenelemente durch bindende Stoffe (Ton, Kieselsäure, Humus, Kalk oder auch durch Wasser) zu Krümchen verkittet werden, bei den letzteren dadurch, daß auf irgendeine Weise der gleichmäßige Zusammenhang der Masse gelockert und die Bildung einzelner in sich fester gefügter, aber lose *nebeneinander* liegender Bodenteilchen *gruppen* herbeigeführt wird. Hierdurch wird also die Kohärenz oder „Bindigkeit“ des Sandbodens *vermehrt*, die des Tonbodens *vermindert*. Die Überführung der Einzelkorn- in die Krümelstruktur ist für die landwirtschaftliche Verwertung des Bodens von hoher Bedeutung; daß sie seine Luft- und Wasserverhältnisse günstiger gestaltet und dadurch die Zugänglichkeit seines Nährstoffvorrats steigert, wird weiter unten erörtert

---

des Schönischen Schlämmapparates versteht man unter „Schlämmprodukten“ von dieser oder jener Korngröße“ solche Körner, die runden Quarzkörnern desselben Durchmessers hydraulisch gleichwertig sind.

<sup>1)</sup> Je nach der Zähigkeit, mit der die einzelnen Bodenteilchen aneinander haften, und die allermeist auch in der Zähigkeit ihres Anhaftens an Holz und Eisen sich ausspricht, unterscheidet der Landwirt zwischen „schweren“ oder „strenge“ (d. h. schwer zu bearbeitenden) und „leichten“ (leicht zu bearbeitenden) Böden, wobei allerdings an die Bezeichnung „schwer“ zugleich die Annahme eines größeren, an die Bezeichnung „leicht“ die eines geringeren Reichtums an den für die Pflanzenentwicklung wichtigen Stoffen geknüpft wird.

werden. Ein Boden mit Krümelstruktur erleichtert infolge des Vorhandenseins größerer Hohlräume das Eindringen und das Wachstum der Pflanzenwurzeln und die Bearbeitung mit landwirtschaftlichen Werkzeugen<sup>1)</sup>. Sie verhindert ferner die Krustenbildung und das Rissigwerden der tonreichen Böden (s. unter Volumveränderung, S. 158). Auf die Krümelbildung wirken insbesondere die folgenden Umstände ein. Von ungünstigem Einfluß sind heftige Platzregen und Hagelfälle, die die gebildeten Krümel zerstören, den Boden „verschlämmen“. Schon die Durchfeuchtung der Krümel erhöht die Verschiebbarkeit von deren Bestandteilchen, so daß der an sich nicht starke Druck der auffallenden Regentropfen genügt, um sie zum Verfallen zu bringen (Ramann).

Sehr verwickelt und nicht immer leicht verständlich ist die Wirkung gewisser, als Düngemittel verwandter Verbindungen auf die Krümelung. Einerseits ist es eine längst bekannte Tatsache, daß die Anwesenheit von Calciumoxyd und Calciumkarbonat das Bodengefüge günstig beeinflußt. So zeigten vergleichende Versuche, daß bei Zumischung von Kalk oder Mergel zum Boden eine Raumvergrößerung eintritt, der Boden also aufquillt oder lockerer wird, ein Erfolg, der nur durch Krümelbildung aus den feinen, vorher dicht aneinander gelagerten Bodenteilchen erklärt werden kann. Nach E. Hilgard<sup>2)</sup> trocknet Ton oder Tonboden, mit Wasser angeknetet, zu einer steinharten Masse aus, dagegen ist derselbe Ton, mit 0,5—1 % Calciumoxyd angerührt nach dem Austrocknen ein lockerer, leicht zerfallender Körper.

Anderseits haben zahlreiche Erfahrungen uns belehrt, daß gewisse Salze, wie Natronsalpeter und Kochsalz, äußerst ungünstig auf die mechanische Bodenbeschaffenheit einwirken können. Bei einseitiger reichlicher Düngung mit Chilisalpeter gingen nach Adolph Mayer<sup>3)</sup> die zuerst sehr gesteigerten Ernten stark zurück, und der tonreiche Boden geriet in einen höchst ungünstigen mechanischen Zustand (übergroße Bindigkeit, sehr dichte Lagerung und Verkrustung).

Sehr wahrscheinlich ist diese ülle Nachwirkung wenigstens zum Teil auf das Entstehen von Natriumkarbonat (Soda) zurückzuführen, indem vom Natriumnitrat des Chilesalpeters die Salpetersäure durch die Pflanzen aufgenommen und das zurückbleibende Natrium durch die Boden-Kohlenäsäure in Karbonat übergeführt wird<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> Der vorteilhafte Einfluß, den nach dieser Richtung hin eine die Krümelung fördernde Bodenbehandlung ausübt, läßt sich leicht mit Hilfe der jetzt üblichen „Zugkraftmesser“ bei den in Frage kommenden Bodenbearbeitungsgeräten nachweisen.

<sup>2)</sup> R. Sachse's Lehrbuch der Agrikulturchemie, S. 228.

<sup>3)</sup> Forschungen auf dem Gebiet der Agrikulturphysik, Jahrg. 1879, S. 373.

<sup>4)</sup> Die verderbliche Wirkung der leichtlöslichen Alkalikarbonate wurde zuerst auf den insbesondere in warmen trockenen Gegenden auftretenden „Alkaliböden“

Desgleichen wirkt erfahrungsgemäß ein hoher Gehalt von Chlornatrium vernichtend auf die Krümelkonstruktion, was besonders nach Überflutung tonreicher Böden mit kochsalzhaltigem Wasser hervortritt. Zur Erklärung kann unter anderen Ursachen die Umwandlung des die Bodenteilchen zu Krümeln verkittenden Calciumhumats in leichtlösliches, der Auswaschung verfallendes Calciumchlorid herangezogen werden (Ehrenberg). Handelt es sich um Überschwemmung mit Meerwasser, so pflegt die Schädigung nicht sofort, sondern erst nach längerer Zeit, etwa im zweiten Jahre, nämlich dann einzutreten, wenn der größere Teil der Seesalze aus dem Boden ausgetreten ist. Besonders kennzeichnend für diese Vorgänge ist das Verhalten der durch Eindeichung („Einpolderung“) der Schlickabsätze an der deutschen Nordwestküste gewonnenen Marschbodenflächen (S. 72 und 79). In den ersten Jahren weisen diese Böden eine ausgezeichnete Krümelstruktur auf, ganz im Gegensatz zu den aus Süßwasser abgesetzten „Auetonböden“. Wie bereits früher erwähnt wurde und gelegentlich der Besprechung der Kolloide (s. u.) noch eingehender erörtert werden muß, sind es hauptsächlich die Sulfate und Chloride des Meerwassers, welche die vom Flusswasser mitgeführten tonreichen Schwebestoffe zur Ausflockung bringen. Solange als sie der abgesetzten Bodenmasse verbleiben, behält diese ihre lockere krümelige Beschaffenheit. Wenn sie aber — die besonders leichtlöslichen Kalium- und Magnesiumsulfate und Chloride zuerst — durch die atmosphärischen Niederschläge ausgewaschen sind, und das schwer lösliche Natriumchlorid prozentisch sich angehäuft hat, dann erfolgt mit der Zerstörung der Krümel eine bis zur Verkrustung sich steigernde Dichtlagerung der Bodenteilchen<sup>1)</sup>, und zwar besonders schnell, wenn durch unvorsichtige Bodenbearbeitung die verschlämmende Kraft des Wassers noch gefördert wird.

Günstig beeinflußt wird die Krümelung eines tonreichen Bodens durch das Eindringen, die Verbreitung und das Wachstum der Pflanzenwurzeln und durch das Graben und Wühlen der im Boden lebenden Tiere.

Die Einwirkung der Regenwürmer auf die Lagerung des Bodens ist insbesondere von Darwin eindrucksvoll beleuchtet worden. Sie wirken nicht nur durch ihre grabende Tätigkeit, sondern auch dadurch auf die Krümelbildung hin, daß sie mit ihrer Nahrung große Mengen von mine-

---

(„Sodaböden“) erkannt. Solche Böden können Auswitterungen mit einem Soda-gehalt von über 90 % aufweisen. Schon geringe Beimengungen des Salzes zum Boden verhindern die Krümelbildung vollständig. Zudem veranlassen sie die Bildung harter, ortsteinähnlicher Bodenschichten.

<sup>1)</sup> Bei der Anlage von Rimpauschen Moordammkulturen benutzt man diese Wirkung bisweilen zum Schutz feinkörnigen Decksandes vor dem Verwehen. Bei rechtzeitigem Aufstreuen größerer Mengen Kainit überzieht sich die Sanddecke mit einer dünnen Kruste, die sie längere Zeit vor dem Fortwehen schützt.

ralischen Bodenbestandteilen aufnehmen und mit ihren Ausscheidungen in ausgezeichneter Krümelform zurücklassen. Nach Darwin besteht die Krume unserer guten Äcker hauptsächlich aus Regenwurmausscheidungen. Auch auf gut entwässerten Moorwiesen kann man diese Beobachtung nicht selten bestätigt finden. Nach Beobachtungen eines englischen Regierungsbeamten im Tal des Weißen Nils in der Umgebung von Kartum<sup>1)</sup> berechnete sich, daß die obere 60 cm starke Bodenschicht innerhalb eines Zeitraums von 25 Jahren den Leib des Regenwurms durchwandert hatte. In einer Nacht wurden auf 1 qm 200—550—550—750 g Auswurfsmasse festgestellt, das würde bei 550 g Auswurf 5500 kg je Hektar ergeben. Der Berichterstatter glaubt die fabelhafte Erzeugungskraft der Tropen der viel größeren Zahl und lebhafteren Tätigkeit der Regenwürmer zuschreiben zu sollen.

Nach A. Orth vermag der Regenwurm auch die durch Eisenhydroxyd verklebten Schichten des Untergrunds wieder zu öffnen, so daß die Pflanzen eindringen können. „Die Pflanzen gehen den Wurmrohren gern nach. In Ton- und Lehmböden ist der Regenwurm ein wesentliches Hilfsmittel sowohl für die Entwässerung als für das Tiefenwachstum der Wurzeln.“

Von anderen Insekten tragen wohl noch die Ameisen und manche Käfer zur Krümelung des Bodens bei. Unter den höheren Tieren übt der Maulwurf eine heilsame Wirkung auf die Bodenumlagerung aus.

Über den förderlichen Einfluß des Frostes wird bei der hier folgenden Besprechung der Kolloide berichtet werden. (Siehe auch dessen Wirkung auf die Krümelung des Seeschlicks S. 73.)

Daß unvorsichtiges menschliches Eingreifen die Krümelung erheblich stören kann, wurde bereits hervorgehoben. Im übrigen hat gerade die mechanische Beobachtung des Bodens mittels der üblichen landwirtschaftlichen Werkzeuge zum großen Teil den Zweck, die Krümelstruktur herbeizuführen. Er wird jedoch, insbesondere bei tonreichen Böden, verfehlt, wenn diese während der Bearbeitung sehr naß sind oder gleich nach der Bearbeitung viel Regen erhalten. Eine unvorsichtige Verstärkung der Ackerkrume („Tiefkultur“) durch Aufpflügen bindigen Untergrundbodens kann bei Eintritt starker Regengüsse eine Zerstörung der Krümelstruktur und eine unheilvolle Verkrustung der Oberfläche zur Folge haben. Von sehr günstigem Einfluß ist, wie bereits bemerkt, die Zufuhr von *Kalk* und *Kalkmergel* sowie von Gründüngungsmaße und von Stalldünger<sup>2)</sup> zu

<sup>1)</sup> Mitt. der D. Landw.-Ges., Jahrg. 1912, S. 324 (daselbst nach Journ. d'Agricult. prat.)

<sup>2)</sup> Die Zufuhr humusbildender Stoffe mildert durch das Eindringen der Humusteilchen in die leicht verklebende tonige Masse deren Kohärenz und schafft außerdem eine ständig fließende Quelle von Kohlensäure, die, wie wir auf S. 155 erfahren werden, das Zusammenflocken der Tonteilchen zu Krümeln fördert.

tonreichen Böden. Auch die Vermischung tonreichen Bodens mit grobem Sand ist geeignet, seine Kohärenz abzuschwächen. In gleicher Richtung wirkt der Anbau von Pflanzen mit stark entwickeltem Wurzelsystem (Klee). In sandreichen Böden wird man durch Aufbringen von humus- und von tonhaltigen Stoffen (z. B. von Tonmergel) auf eine *Verstärkung* der Kohärenz, also in diesem Fall gleichfalls auf die Krümelbildung günstig einwirken können.

### § 82.

**Die „Bodengare“.** Äußere Merkmale für einen „garen“<sup>1)</sup> Boden sind die folgenden:

Die Lagerung der Bodenteilchen ist weder zu dicht noch zu lose. Sie zeigt eine der Luft- und Wasserbewegung günstige Lockerheit, wie sie nur beim Krümelzustand möglich ist. Unzersetzte Pflanzenteile sind höchstens in geringer Menge vorhanden. Die Ernterückstände haben sich in einen die obere Bodenschicht gleichmäßig durchsetzenden und sie dunkel färbenden Humus umgewandelt. Der Boden zeigt einen eigentümlichen, kräftigen, besonders nach langer Winterruhe oder bei erquicklichem Regen nach anhaltender Trockenheit aufsteigenden („Erd-“) Geruch<sup>2)</sup>. Er besitzt eine gewisse Elastizität, setzt ähnlich wie ein weicher Teppich dem auftretenden Fuß einen Widerstand entgegen<sup>3)</sup>. Weder naß noch trocken besitzt er dauernd einen Feuchtigkeitsgrad, den der Landwirt „Bodenfrische“ nennt, und der einer angemessenen Durchlüftung günstig ist.

Daß dieser erstrebenswerte Bodenzustand, insbesondere die günstige Wasserregelung, die Durchlüftung, Humusbildung, Krümelung durch zweckmäßige mechanische Bodenbehandlung erheblich gefördert werden kann, wird im folgenden noch mehrfach erörtert werden, aber der landwirtschaftliche Schriftsteller A. v. Rosenberg-Lipinski<sup>4)</sup> hat gewiß Recht mit seiner Äußerung, man könne eine künstliche Mischung

<sup>1)</sup> Die Bezeichnung „Gare“ hat wohl nichts — wie mehrere Forscher annehmen — mit dem Vorgang der Gärung zu tun. Sie drückt lediglich den Begriff des Garen, des Gebrauchsfertigen aus, so wie man von „garen“ Speisen, „garen“ Metallschmelzen spricht.

<sup>2)</sup> Er röhrt von einem Bakterium der Cladotrichia odorifera oder Aktynomices odorifer her, das der Trockenheit und dem Frost widersteht, aber zu energischer Entwicklung gelangt und dabei einen würzigen Duftstoff absondert, wenn der warme Boden sich mit Feuchtigkeit sättigt.

<sup>3)</sup> „En ordentlich afmeßt Land muß wie eine Decke von Sanft aussehen,“ sagt Inspektor Bräsig in Fritz Reuters „Stromtid“. — Man hat den weichen und dabei elastischen Zustand des garen Bodens nicht unpassend mit dem Verhalten eines unter dem Einfluß des Hefepilzes aufgegangenen Brotteigs verglichen, wenn auch dieses anderen Ursachen seine Entstehung verdankt als das „Aufgehen“ des garen Bodens.

<sup>4)</sup> Der praktische Ackerbau, Breslau 1890.