



Die Bodenkunde auf chemisch-physikalischer Grundlage

Fleischer, Moritz

Berlin, 1922

§§ 111 und 112. Das Bodenwasser

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

setzt sind. Ihr Kalkgehalt ist zum größeren Teil an Humussäuren gebunden, kommt aber auf gut durchlüfteten Böden bei seiner allmählichen Umwandlung in Karbonat den Pflanzen zugute. Schnell erfolgt die Umwandlung beim Brennen einer Moorprobe, und so kann in der Torfasche ein Kalkgehalt gleichfalls durch Übergießen mit Säure nachgewiesen werden.

Die quantitative *chemische Untersuchung eines Moorböden*, deren große Bedeutung auf S. 189 besprochen wurde, kann natürlich nur von einer mit der chemischen Mooruntersuchung durchaus vertrauten Persönlichkeit ausgeführt werden. Jedoch wird auch der mit der Chemie auf gespanntem Fuß Stehende, aber mit einigen botanischen Kenntnissen Ausgestattete bald lernen, irgendein Moor der Gruppe der kalk- und stickstoffarmen Hochmoore oder der kalk- und stickstoffreichen Niederungsmoore zuzuweisen. (S. unter Kapitel V: Die Prüfung des Moorböden, worin auch auf das für den Laien leicht erkennbare *Vorhandensein größerer Mengen von Phosphaten* aufmerksam gemacht wird.

Leicht auszuführen ist auch die *Prüfung auf das Vorkommen von Schwefeleisen* (S. 49) im Moorböden oder in dessen mineralischem Untergrund (Sand- oder Marschboden). Ohne chemische Hilfsmittel, durch einen einfachen Vegetationsversuch in folgender Weise: Der verdächtige Boden wird in kleine Blumentöpfe gefüllt, diese mit einigen keimfähigen Haferkörnern besät und an einen luftigen hellen Ort gestellt. Die sich entwickelnden jungen Pflänzchen sind reichlich mit Feuchtigkeit zu versehen. Ist Schwefeleisen vorhanden, so geht dieses allmählich in Schwefelsäure und Ferrosulfat über. Die Pflanzen fangen an zu kränkeln und sterben ab. Zweckmäßig lässt man einen Versuch mit zweifellos giftfreiem Boden nebenherlaufen. Um zugleich die Wirkung des Gegenmittels zu prüfen, kann man zum Vergleich eine Probe des Bodens mit einer mäßigen Menge von gebranntem Kalk oder feinpulverigem Kalkmergel gründlich vermischen. Eine chemische Prüfung von Sand- oder Marschboden kann in der Weise vorgenommen werden, daß man eine Bodenprobe, die längere Zeit feuchter Luft ausgesetzt war, mit einer Messerspitze fein zerriebenen roten Blutlaugensalzes (Ferricyankalium, aus Drogenhandlungen zu ziehen) mischt und dann das Gemenge mit wenig Wasser durchfeuchtet. Die Anwesenheit von Ferrosulfat macht sich dann durch Blaufärbung der ganzen Masse oder durch das Auftreten blauer Punkte bemerklich. (Weiteres über die sehr empfindliche Reaktion s. o. S. 21).

§ 111.

Das Bodenwasser. Das in den Böden eindringende und dessen Hohlräume erfüllende Wasser bringt aus der atmosphärischen Luft die aus dieser aufgenommenen Gase und festen Stoffe mit. Da das Lösungs-

vermögen des Wassers für Kohlendioxyd weit größer ist als für Sauerstoff und für Sauerstoff größer als für Stickstoff, so ist das Verhältnis dieser drei Luftarten im Bodenwasser ein ganz anderes als in der Atmosphäre¹⁾. Infolge des Sauerstoffverbrauchs innerhalb des Bodens und der Kohlendioxydbildung bei der Oxydation der organischen Bodenbestandteile verschiebt es sich immer mehr zuungunsten des Sauerstoff- und zugunsten des Kohlendioxydgehalts. Außer diesen gasförmigen Bestandteilen enthält das in den Boden eindringende Wasser stets etwas Ammoniak, das aus den Fäulnisvorgängen, die sich an der Erdoberfläche vollziehen, in die Atmosphäre gelangt, sowie salpetersaures und salpetrigsaures Ammonium. Die Menge dieser Stoffe ist sehr gering und sehr wechselnd²⁾. In Berührung mit den festen Bodenbestandteilen nimmt das Bodenwasser eine Reihe von Stoffen auf, deren Art und Menge im wesentlichen abhängig ist von der Beschaffenheit der ersteren, dem Gehalt des letzteren an Kohlendioxyd und von dem Mengenverhältnis, worin Wasser und Boden zueinander stehen. Über die Zusammensetzung des Bodenwassers sind wir deswegen im unklaren, weil es nur durch Zufuhr großer Wassermengen aus dem Boden sich herausdrängen lässt, hierbei aber infolge der Veränderung des Verhältnisses zwischen Wasser und festen und gelösten Bodenbestandteilen in seiner Zusammensetzung Veränderungen erleiden muß³⁾. Die Beschaffenheit des aus dem Boden fließenden Wassers, des „Sicker-“ oder „Dränwassers“, das nur bei einem Wasserüberschuß im Boden austritt, lässt daher nicht ohne weiteres auf den Gehalt der Bodenflüssigkeit unter normalen Verhältnissen, sondern höchstens darauf schließen, ob sie an diesem oder jenem Stoff hervorragend reich oder arm ist.

§ 112.

Das *Sicker- oder Dränwasser. Grundwasser*. So wenig Aufschluß das aus den Böden absickernde Wasser über die Beschaffenheit des flüssigen Bodenbestandteils gibt (s. o.), so ist die Zusammensetzung der Dränwässer

¹⁾ Auf 100 Raumteile Sauerstoff kommen in der Atmosphäre . . . 378 Rtl. Stickstoff und ca. 0,15 Rtl. Kohlendioxyd in einem mit diesen Gas-

arten gesättigten Wasser 50 „ „ „ „ „ 3333 „ „ „

²⁾ Nach vielfachen Untersuchungen dürfte die jährlich auf 1 ha Bodenfläche in Form der genannten Stickstoffverbindungen gelangende Stickstoffmenge höchstens etwa 12 kg betragen.

³⁾ Mehr Sicherheit für richtige Schlußfolgerungen dürfte die Untersuchung des durch starken Druck auf den Boden erhaltenen „Preßsaftes“ bieten, wie ihn z. B. R a m a n n benutzte. Versuche, durch Verdrängung des Bodenwassers mittels Paraffinöls die unveränderte Bodenflüssigkeit zu gewinnen (Dr. W e s s e l i n g k v a n S ö c h t e l n, Journ. f. Landw., Bd. 60, 1912, S. 369) scheinen keine Fortsetzung gefunden zu haben.

doch insofern von Wichtigkeit, als sie die Mengen von Nährstoffen beurteilen läßt, die durch das Wasser dem Boden entzogen werden, und als das Dränwasser unter Umständen dazu benutzt werden kann, um anderen Böden befruchtende Stoffe zuzuführen. Seine Beschaffenheit richtet sich unter sonst gleichen Verhältnissen nach der Art und Behandlung (Bodenbearbeitung, *Düngung*) des Bodens, dem es entstammt, und nach der Wassermenge, die darauf einwirkt. Dränwasser von Böden, die aus *sauen* Gesteinen (S. 60) entstammen, pflegen an *Kalium*- und *Natrium*-verbindungen reich zu sein, während die aus *basischen* Gesteinen gebildeten Böden an *Calcium*- und *Magnesium*-salzen reiche Wässer liefern. Die erstenen nennt man (wegen ihres Verhaltens beim Waschen) „weiche“, die letzteren „harte“ Wässer¹⁾. Starke Düngung des Bodens mit Kalisalzen erhöht den Gehalt der Dränwasser an Calciumverbindungen sehr beträchtlich (Wechselzersetzung). (Bei Versuchen der *Moor-Versuchsstation*²⁾ vermehrte sich der Kalkgehalt des Sickerwassers bei Hochmoorboden um 64 kg, bei Niederungsmoor um 209 kg für je 100 kg des in der Düngung zugeführten Kalis.) Bei starkem Humusgehalt des Bodens ist das Sickerwasser braun gefärbt, falls die Humusstoffe sauer reagieren oder weiches Wasser auf sie einwirkt, gelblich oder farblos, wenn die Humusstoffe in Form von humussauren Salzen (Calciumhumat, Magnesiumhumat) vorhanden sind oder unter dem Einfluß von hartem Wasser stehen.

Ferner müssen die Stoffe, für die der Boden ein geringeres Absorptionsvermögen besitzt, im Sickerwasser reichlicher vertreten sein. Im allgemeinen wird dieses reicher an *Natrium*-, *Calcium*-, *Magnesium*-verbindungen sein als an *Kalium*-verbindungen. *Schwefelsäure* und *Chlor* werden in größeren Mengen dem Boden entzogen, die *Phosphorsäure* dagegen, die mit Calcium und Eisen schwerlösliche Salze bildet, bleibt im Boden zurück, und die Dränwasser sind fast stets sehr arm daran. Aus Böden, in denen die Bedingungen für Bildung von *Salpetersäure* günstig liegen, oder denen diese im Dünger zugeführt wird, laugen die Dränwasser große Mengen dieses wertvollen Stoffes aus, während das leicht absorbierbare Ammoniak (S. 190) nur in geringem Grade in das Dränwasser gelangt.

Höhere Bodentemperatur steigert den Gehalt der Sickerwässer an gewissen Stoffen, so an Nitraten infolge der verstärkten Salpetersäurebildung, an anderen Salzen, weil durch die vermehrte Kohlensäurebildung ein größerer Teil der Bodenbestandteile in Lösung gebracht wird.

¹⁾ Durch den Kalkgehalt des Wassers wird die aus fettsaurem Kalium oder Natrium bestehende, in heißem Wasser unter Aufschäumen leicht lösliche Seife in fettsaures Calcium („Kalkseife“) umgewandelt, die mit Wasser nicht schäumt, fast unlöslich und zum Waschen wenig tauglich ist.

²⁾ B. Tacke, IV. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchsstation.

In den allermeisten Fällen ist der Gehalt des Dränwassers an festen Stoffen sehr gering, er überschreitet nur selten ein Tausendstel der Wassermenge. Dennoch kann unter Umständen die durch das Dränwasser fortgeführte Menge an wichtigen Bodenbestandteilen sehr groß sein.

Nach Untersuchungen von v. Seelhorst, Kreydt und Wilm s verlor ein auf 1,25 m Tiefe dränierter Lehmboden in guter Kultur durch das abfließende Wasser auf ein Hektar und Jahr:

Stickstoff in Form

von Salpetersäure, salpetriger Säure und Ammoniak	Kali	Kalk	Magnesia	Schwefelsäure	Phosphorsäure (geschätzt zu etwa)
4,4 kg	8,4 kg	630 kg	140 kg	182 kg	2 kg.

An freiem Sauerstoff pflegen aus früher besprochenen Ursachen die Dränwasser ärmer, an Kohlendioxyd reicher zu sein als die mit der atmosphärischen Luft in Berührung befindlichen Wässer. Auch können sie unter Umständen pflanzenschädliches Schwefelwasserstoffgas enthalten. Falls die Sickerwässer zur Befeuchtung anderer Böden benutzt werden sollen, empfiehlt es sich daher, sie vorher längere Zeit mit dem atmosphärischen Sauerstoff in Berührung zu bringen, wobei ein großer Teil des Kohlendioxyds entweicht, der Schwefelwasserstoff zerstört¹⁾ und freier Sauerstoff aufgenommen wird (vgl. auch § 92).

Auf einem mit Pflanzen bestandenen Boden sind infolge der gesteigerten Verdunstung die Sickerwassermengen kleiner als auf dem nackten Boden, und es wird durch das abfließende Wasser dem bewachsenen Boden an Stoffen weniger entzogen als dem nackten, obwohl die aus dem ersteren austretenden Lösungen unter Umständen konzentrierter sein können als die Sickerwässer des nicht bewachsenen Bodens²⁾.

Die folgende Tabelle gibt die Zusammensetzung einiger Dränwässer aus verschiedenen Bodenarten wieder.

¹⁾ Der Schwefelwasserstoff scheidet hierbei häufig freien Schwefel aus: $(H_2S + O = H_2O + S)$.

²⁾ Sehr deutlich wird dies durch Untersuchungen von Dr. J. Hanemann (Biedermanns Zentralbl. f. Agrikulturchemie, 31. Jahrg., 1902, S. 201) zur Anschauung gebracht. Aus 50 kg eines als calciumkarbonathaltiger Alluviallehm zu bezeichnenden Bodens traten an Sickerwasser und in diesem gelösten festen Stoffen (in Gramm) aus:

Boden	Sickerwasser	Gelöste Stoffe:							
		Kohlen-säure	Salpeter-säure	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Schwefel-säure	Chlor
Unbewachsen	7080	0,42	0,21	0,17	0,19	0,57	0,11	0,39	0,09
Bewachsen mit Klee . .	2650	0,24	0,09	0,05	0,05	0,38	0,05	0,20	0,05
Bewachsen mit Sommer- weizen	2041	0,22	0,01	0,04	0,04	0,28	0,05	0,17	0,07

Dabei waren enthalten in 100 000 Teilen des Sickerwassers:

in dem unbewachsenen dem mit Klee dem mit Weizen bewachs. Boden
an festen Stoffen 46,4 53,0 50,7 Teile.

Zusammensetzung einiger Dränwässer
(nach Wolff, Krocke, Moor-Versuchsstation).

In 100 000 Teilen Wasser waren enthalten:

Bodenart	Organische Stoffe	Kohlen-säure	Salpeter-säure	Mineral-stoffe	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure	Schwefel-säure	Chlor	Kiesel-säure
Lehmiger Sand . . .	2,6	12,4	Spur	32,1	0,2	2,4	12,3	1,5	Spur	0,6	1,4	0,7
Tonboden auf Kalk-unterlage.	2,5	7,2	0,1	39,1	0,2	1,4	13,4	3,5	0	12,2	0,5	0,7
Niederungs - Moor-boden (stark mit Kainit gedüngt) .	22,9	6,5	17,0	130,1	6,3	15,8	43,3	2,9	0,1	33,8	24,2	2,2
Hochmoorboden. . .	11,4	0,2	0,3	12,4	1,2	2,3	2,9	0,4	0,02	2,5	1,3	2,1

Daß die *Menge* des von einer bestimmten Fläche ablaufenden Sickerwassers nicht nur von deren Umfang sowie von der Größe der Niederschläge und der seitlich zuströmenden Wassermengen, sondern auch von der natürlichen Beschaffenheit des Bodens und der Art seiner Behandlung abhängt, geht unmittelbar aus den früheren Darlegungen über Boden und Wasser hervor. Soweit das auf die Fläche gelangende Wasser nicht (bei geneigter Lage) abfließt, dient es zu einem beträchtlichen Teil dem Wasserbedarf der Pflanzen, ein anderer Teil wird durch die Wasserkapazität des Bodens festgelegt, ein dritter Teil fällt der Verdunstung von der Bodenoberfläche anheim. Der Rest ist das *Sickerwasser*. Je kräftiger die Pflanzenentwicklung auf irgendeinem Boden, je größer dessen Wasserkapazität, je mächtiger die wasserhaltende Bodenschicht ist, um so weniger Wasser sickert ab. Auf einem flachgründigen, pflanzenlosen, mit geringer Wasserkapazität ausgestattetem Boden werden die Sickerwassermengen steigen, und alle Umstände, die die Verdunstung verringern (Lockern der oberen Bodenschicht, Bedecken des Bodens mit Stoffen von schwacher Haarröhrchenkraft u. a.) werden in gleicher Richtung wirken.

Zum *Grundwasser* wird das Sickerwasser, wenn es sich auf undurchlässigen Boden- oder Gesteinsschichten ansammelt. Sind diese geneigt, so gerät das Grundwasser in Fluß („Grundwasserstrom“). In waldigem oder gebirgigem Gelände tritt es stellenweise als Quellen zutage, bildet Teiche und Seen, welche die Flüsse speisen oder auch von Flusswasser gespeist werden können. Das Grundwasser muß ferner eintreten, um die gewaltigen Wassermengen zu ersetzen, die der Pflanzenwuchs dem Boden entzieht¹⁾, und eine der wichtigsten Aufgaben des Kulturtechnikers ist es daher, durch geeignete Maßnahmen eine zu starke Senkung des Grundwasserspiegels zu verhüten.

¹⁾ Vergl. die Untersuchung von E. Krüger, S. 165.