

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

**Fleischer, Moritz**

**Berlin, 1922**

§ 52. Einfluß der Beschaffenheit der gesteinbildenden Mineralien auf die Umwandlung

---

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

sehen werden, durch Einwirkung von Kaliumsalzen das Natrium und das Calcium der Zeolithe sehr leicht durch Kalium und andere Stoffe ersetzen, wobei sie eigentümlicherweise ihr Wasser verlieren.

### C. Umwandlung der Gesteine in Boden unter dem Einfluß der mechanisch und chemisch wirkenden Kräfte.

Für die Schnelligkeit, mit der unter dem Einfluß der oben geschilderten Kräfte aus den Gesteinen der festen Erdrinde Boden gebildet wird, und für die Beschaffenheit des letzteren sind im wesentlichen als Faktoren maßgebend: a) die Beschaffenheit der gesteinbildenden Mineralien und b) die einwirkenden Wassermengen.

#### § 52.

**Einfluß der Beschaffenheit der gesteinbildenden Mineralien auf die Umwandlung.** 1. *Die Oberflächengestaltung des verwitternden Gesteins.* Ist diese eben oder gar muldenförmig, so werden nur die durch den Verwitterungsprozeß löslich gewordenen Stoffe durch das Wasser fortgeführt; auf geneigten oder abschüssigen Flächen tritt dagegen zugleich auch die mechanische, auch ungelöste Stoffe verschwemmende Kraft des Wassers in Wirkung. *Granit* mit ebener oder muldenförmiger Oberfläche hinterläßt bei seiner Verwitterung einen an Ton und Glimmerteilchen reichen *Lehm**boden*, auf stark abfallenden Flächen wird Ton und Glimmer fortgeschwemmt, und es bleibt tonarmer *Sandboden* zurück.

2. *Die Struktur des verwitternden Gesteins.* Je leichteren Zutritt ein Gestein den Verwitterungsagenzien Wasser, Sauerstoff, Kohlensäure gewährt, um so energischer können diese bodenbildend einwirken. *Geschichtete* und *schiefrige* Gesteine werden fast immer schneller der Verwitterung unterliegen als *komplexe*: Gneis schneller als Granit, die Flöz- oder Sedimentärgesteine ganz allgemein schneller als die kristallinischen Massengesteine. Sind die geschichteten Gesteine durch irgendwelche im Erdinnern wirkenden Kräfte *ausgerichtet* worden, so wird dadurch das Eindringen des Wassers mit seinen zerstörenden Agenzien, die sprengende Wirkung des Eises und damit der Zerfall erheblich beschleunigt. In gleicher Richtung wirkt die eigentümliche regelmäßige *kugelige* oder *säulenförmige* *Asonderung*, die manche Gesteine, z. B. viele *Basalte*, aufweisen. Eine *dichte* Gesteinsstruktur, die mit einer feinen und gleichmäßigen Verteilung der Gemengteile verbunden ist (z. B. bei vielen *Porphy*-Arten), verlangsamt, eine mehr *grobkörnige* oder *grobkristallinische* Struktur beschleunigt im allgemeinen die Verwitterungsvorgänge. Denn die letztere ruft durch die verschiedenartige Ausdehnung der gesteinbildenden Mineralien die Bildung zahlreicher Risse und Abspaltungen hervor, die die

Verwitterung in das Gesteinsinnere tragen. So zerfällt der grobkörnige, große Quarz- und Feldspatkristalle enthaltende *Granit* verhältnismäßig leicht zu einem aus größeren und kleineren Trümmern bestehenden Grus, der bei weiterer Zersetzung einen tiefgründigen Boden liefert, während aus feinkörnigen Graniten und aus *Porphyren* mit sehr dichter Grundmasse („*Hornsteinporphyr*“), bei denen die Verwitterung nur von der Oberfläche des Gesteins ausgeht, meist flachgründige Böden entstehen.

3. *Die chemische Beschaffenheit der gesteinbildenden Mineralien.* Sind die Gemengteile eines Gesteins in verschiedenem Grade der Verwitterung zugänglich, so folgt diese dem durch die Lage der leichter zerstörbaren Mineralien vorgezeichneten Weg, löst dadurch den Zusammenhang der Gesteinsmasse und führt ihren Zerfall zu „Grus“ herbei. *Granite*, die neben dem schwer verwitternden Orthoklas leicht zerfallenden Oligoklas oder gar Labrador enthalten, unterliegen daher schneller der Umwandlung als die von Plagioklasen freien Glieder dieser Gesteinsart. Da die Hornblende schwieriger verwittert als der Augit (S. 87), so liefert der aus Plagioklas und Hornblende bestehende *Diorit* (§ 36, 2) einen an feinerdiger Masse armen steinigen Boden, während der aus Plagioklas und Augit gebildete *Diabas* (§ 36, 3) ziemlich schnell zu fruchtbarem, tiefgründigem Boden zerfällt.

Von großer Bedeutung für die leichtere oder schwerere Verwitterung eines Gesteins ist der Gehalt an *niederen Oxydationsstufen des Eisens*, an Ferrioxyd ( $FeO$ ) und Ferroferrioxyd ( $Fe_3O_4$ ). Sie werden entweder durch die im Wasser gelöste Kohlensäure in Ferrokarbonat übergeführt, das, in kohlensäurehaltigem Wasser sich lösend, aus dem Gestein austritt, oder unter dem Einfluß des zutretenden Sauerstoffs oxydiert. Beide Prozesse wirken lockernd auf den Gesteinsverband. Der Übergang der dunkel (grün) gefärbten Ferroverbindungen in gelbrotes Ferrioxyd oder in braunrotes Ferrihydroxyd macht sich äußerlich durch den Farbenwechsel bemerkbar, der beim Übergang des unverwitterten Gesteins in Boden sich vollzieht (§ 43). Von der Oberfläche nach unten hin geht die Farbe solcher Böden nicht selten von gelbrot in braunrot, in rot und grün gemengt und schließlich in das Grün des bodenbildenden Gesteins über, eine Aufeinanderfolge von Farben, die ein Urteil über die Tiefe zuläßt, bis zu der die Verwitterung sich erstreckt. An Ferrooxyd reich sind von den plutonischen Gesteinen namentlich die „*basischen*“, wie Basalt, Dolerit, Diabas, Melaphyr u. a. Die Sedimentärgesteine, die aus ihnen durch Verwitterung und Verschwemmung hervorgegangen sind, pflegen naturgemäß an niederen Oxydationsstufen des Eisens ärmer zu sein, falls solche nicht nachträglich durch Reduktionsprozesse innerhalb des neugebildeten Gesteins aus dessen Oxyden sich zurückgebildet haben (§ 24). Am häufigsten kommen sie hier in den *Tongesteinen* vor.

Ein hoher Gehalt der Gesteine an *Calciumverbindungen*, die durch Wasser und Kohlensäure in Karbonat umgewandelt und ausgewaschen werden, wirkt gleichfalls auf ihre rasche Umbildung zu Boden hin. Auch aus diesem Grunde zerfallen die kalkreichen *basischen* Urgesteine schneller als die *sauren*, und erstere liefern daher im allgemeinen einen tiefgründigeren Boden als die letzteren. Der an Calcium- und Magnesiumsilikat reiche *Basalt* wird bei der Verwitterung infolge der Bildung und Fortführung von Calcium- und Magnesiumkarbonat<sup>1)</sup> an Calcium und Magnesium immer ärmer, während andere schwerer lösliche Bestandteile sich anhäufen.

So fand man in hundert Teilen:

	des ursprünglichen Gesteins	der ersten Verwitterungsstufe	der zweiten Verwitterungsstufe
Kalk (CaO) . . .	14,6	10,6	3,7
Magnesia (MgO)	7,3	7,1	1,3
Tonerde (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .	17,1	19,8	32,5
Eisenoxyd (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7,7	8,4	9,2

Schneller noch findet natürlich der Zerfall des Gesteins statt, wenn darin fertiggebildete *Karbonate* enthalten sind. Infolge der Auswaschung wird die Gesteinsmasse und der daraus entstehende Boden insbesondere an Calciumkarbonat immer ärmer, an anderen Bestandteilen reicher. Von der Entkalkung der Geschiebemergel-Böden war schon früher die Rede (S. 70). Ein sehr lehrreiches Beispiel liefern auch die Untersuchungen E. v. Wolffs über die Bodenbildung aus dolomitischem Muschelkalkstein.

Es enthielt:

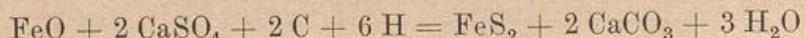
	das ursprüngliche Gestein %	die erste Verwitterungsstufe %	die zweite Verwitterungsstufe <sup>2)</sup> %
Calciumkarbonat (CaCO <sub>3</sub> ) . . . .	77,9	47,8	35,2
Magnesiumkarbonat (MgCO <sub>3</sub> ) . . . .	16,6	34,9	22,8 <sup>3)</sup>
Tonerde (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	0,8	2,6	7,7
Kieselerde (SiO <sub>2</sub> ) . . . . .	3,1	9,8	24,7
Kali (K <sub>2</sub> O) . . . . .	0,27	1,12	2,82
Phosphorsäure (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	0,08	0,16	0,42
Eisenoxyd (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	0,65	1,69	2,15

<sup>1)</sup> In einem gewissen Verwitterungsstadium weist der zu Boden zerfallende Basalt einen mehr oder weniger großen Gehalt an Karbonaten auf.

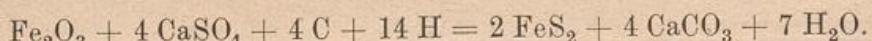
<sup>2)</sup> Das ursprüngliche Gestein war sehr fest, die „erste Verwitterungsstufe“ bereits ziemlich mürbe geworden, die „zweite Verwitterungsstufe“ zum Teil zu leicht zerreiblichen Gesteinsbröckeln, zum Teil zu lockeren Pulver auseinander gefallen, ohne schon den Zustand eines „Kulturbodens“ erlangt zu haben.

<sup>3)</sup> In diesen Zahlen macht sich zugleich die größere Widerstandsfähigkeit des Magnesiumkarbonates gegenüber dem Calciumkarbonat bemerklich. Erst wenn der größere Teil des Calciumkarbonates durch Auswaschung entfernt ist, unterliegt das Magnesiumkarbonat der Auflösung (§ 46).

Die Verarmung der äußersten Verwitterungsrinde der bodenbildenden Gesteine an Karbonaten kann so weit gehen, daß im Interesse der landwirtschaftlichen Kultur eine künstliche Zufuhr von Kalk oder Mergel nötig wird. Nicht selten kann das hierzu nötige Material dem tieferen Untergrund entnommen werden. So bringt man z. B. auf den Marschböden (S. 79), deren äußerst fein verteilte Karbonate der Auswaschung besonders leicht unterliegen, zum Ersatz die an Calciumkarbonat noch reiche Erde der tieferen Schichten („Kuhlerde“ oder „Wühlerde“) zur Oberfläche („Kuhlen“, „Wühlen“, „Überkleien“). — Auch die stellenweise über Marschboden als Untergrund aufgewachsenen Moore („Marschmoore“, s. u.) sucht man vielerwärts durch Aufbringen von Marscherde aus dem Untergrund, die man mittels besonderer Hebevorrichtungen („Kuhlmaschinen“) bisweilen aus sehr beträchtlicher Tiefe gewirnt, zu verbessern und insbesondere mit Kalk anzureichern. Unter dem Einfluß der vermodernden Moorpflanzen haben jedoch die unmittelbar unter dem Moor liegenden oder auch die tieferen, stark mit Pflanzenresten durchsetzten und stets Calciumsulfat,  $\text{CaSO}_4$ , enthaltenden Marschbodenschichten Veränderungen erlitten, die sie für den beregten Zweck völlig untauglich machen können. Aus ihren schwefelsauren Salzen und Ferro- oder Ferrioxyd ist durch Reduktion (§ 24) Zweifachschwefeleisen entstanden. Die Umsetzung läßt sich durch folgende chemische Gleichungen veranschaulichen:



oder



Wird dieser an sich unschädliche Stoff an die Oberfläche gebracht, so geht er unter der Einwirkung des Luftsauerstoffs in zwei starke Pflanzengifte, nämlich in freie Schwefelsäure und Ferrosulfat (in wasserhaltigem Zustande „Eisenvitriol“ genannt) über (S. 49). Solange genügende Mengen von Calciumkarbonat vorhanden sind, erfahren, wie früher (a. a. O.) erörtert wurde, jene Schädlinge eine heilsame Umwandlung, ist aber das Calciumkarbonat aus der betreffenden Bodenschicht ausgelaugt (was unter der Einwirkung der aus pflanzlichen Resten reichlich entwickelten Kohlensäure häufig der Fall ist), so lassen sie ein Pflanzenwachstum nicht mehr aufkommen. Die schwefeleisenhaltige und dabei ihres Calciumkarbonates ganz oder fast ganz beraubte Marscherde bezeichnet man im nordwestlichen Deutschland als „Gifterde“, „Pulvererde“, „Bettelerde“ oder „Maibolt“<sup>1)</sup>). Man schützt sich vor ihr dadurch, daß man den von den

<sup>1)</sup> Der Unterschied zwischen brauchbarer und der durch Reduktion und Auslaugung ungünstig veränderten Marscherde geht deutlich aus folgenden Untersuchungsergebnissen der Moorversuchsstation hervor. Es enthielten in

Kuhlmaschinen aufgehobenen Boden nur dann verwendet, wenn er beim Übergießen mit Salzsäure aufbraust. (Entweichen von Kohlendioxyd.)

Infolge der starken Auswaschung, der die Karbonatminerale unterliegen, kann es vorkommen, daß von einem ursprünglich fast ausschließlich aus Kalkstein, Magnesit, Dolomit bestehenden Gestein bloß die beigemengten schwerlöslichen Mineralien wie Ton, Sand, Eisenoxyd zurückbleiben, und der Charakter des entstehenden Bodens sich ausschließlich nach dem Vorwiegen dieses oder jenes *zufälligen* Bestandteils des ursprünglichen Gesteins richtet.

### § 53.

**Einfluß der bei der Verwitterung mitwirkenden Mengen von Wasser und der Art und Menge der im Wasser gelösten Stoffe. Die Salzablagerung.** Bei der verschiedenen Löslichkeit der einzelnen Gesteinsbestandteile in kohlensäurehaltigem Wasser können die aus einem und demselben Gestein hervorgehenden Böden sehr verschiedenartig sein, je nachdem der Verwitterungsprozeß in Anwesenheit von viel oder wenig Wasser sich vollzieht. Im ersten Falle wird mit den leichter löslichen Bestandteilen auch ein größerer Teil der Kieselsäure in Lösung gebracht und entfernt, im anderen werden fast nur die leichter löslichen Bestandteile fortgeführt, und es bleibt ein an Kieselerde reicherer Boden zurück. Ebenso bewirkt ein größerer Gehalt des Wassers an Kohlensäure eine schnelle Verwitterung, bei der die in Karbonate umgewandelten Basen der Silikate rasch entführt werden und die schwer lösliche Kieselerde zurückbleibt, während bei geringerem Kohlensäuregehalt die Verwitterung langsam vorschreitet, und die geringen Mengen ausgeschiedener Kieselerde zugleich mit den entstandenen Karbonaten fortgespült werden. Die Art der Salze, die das Wasser gelöst enthält, ist bestimmd für die Gesteinsumwandlungen, die man als „komplizierte“ Verwitterung bezeichnet (§ 50), also auch für die Art des sich bildenden Bodens. Aus reinem *Kalkstein* kann ein an Magnesiumkarbonat reicher Boden entstehen, wenn Lösungen dieses Salzes auf jenen einwirken. Eine Lösung von Magnesiumkarbonat ist imstande, noch große Mengen von Calciumkarbonat aufzunehmen; beide Salze bilden

100 Teilen der von Wasser und von organischen Beimengungen frei gedachten Masse:

	Gute Marscherde	Maibolt
Calcium- und Magnesiumkarbonat . . .	8,58 Teile	2,43 Teile
Schwefeleisen . . . . .	2,18 „	9,77 „
Ferrisulfat *) . . . . .	0,00 „	1,50 „
Freie Schwefelsäure *) . . . . .	0,00 „	0,45 „

\* Bei längerem Liegen der Probe an der Luft aus Schwefeleisen entstanden.