

Bodenart

Der Begriff bezeichnet die Korngrößenzusammensetzung des Bodens. Dabei wird zwischen Grob- (Korngröße > 2 mm) und Feinboden (Korngröße < 2 mm) unterschieden, wobei ersterer für die Lockerheit, letzterer für die Bodengüte (Nährstoff-, Wasserhaltevermögen) bedeutsam ist. Böden mit einem Grobbodenanteil von > 75% werden als „Skelettböden“ bezeichnet.

2 Noch rein mineralisches Substrat: Ruderalstandort ehemaliger Tagebau mit Ansätzen einer initialen Bodenbildung



3 Junger Boden mit noch hohem Mineral- und Skelettanteil: wenig entwickelte Rendzina auf Kalkschotter



Kationenaustauschkapazität

Sie ist die Fähigkeit eines Bodens zum Kationenaustausch, d.h. Nährstoffe in pflanzenverfügbarer Form zu speichern, und ist somit ein wichtiger Faktor für die Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit. Die Kationenaustauschkapazität wird in Milliäquivalent (mval) je 100 Gramm trockener Bodenmasse angegeben.

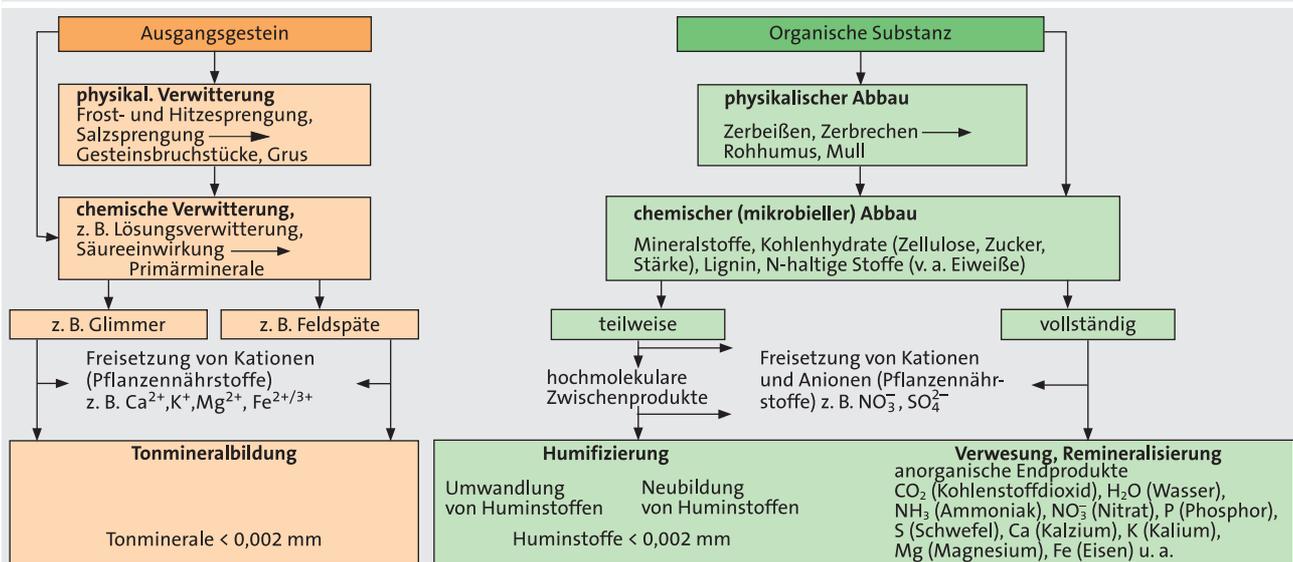
Der überwiegende Anteil des Bodens besteht aus dem sogenannten Mineralkörper, der hauptsächlich aus der Gesteinsverwitterung hervorgegangen ist. Das Ausgangsgestein wird durch physikalische und chemische Verwitterung in seine Mineralbestandteile zerlegt. Bei der physikalischen Verwitterung erfolgt durch Frost-, Hitze- und Salzsprengung eine Zerkleinerung des Gesteins, welches dabei allerdings chemisch unverändert bleibt. Erst die chemische Verwitterung bewirkt die weitere Zerlegung in die Mineralbestandteile. Durch den Einfluss von Säuren oder

durch Lösungsvorgänge werden z.B. aus Granit die Primärminerale Feldspat, Quarz und Glimmer freigesetzt. In weiteren chemischen Prozessen werden unter Freisetzung von Kationen, die als Pflanzennährstoffe dienen, daraus **Tonminerale** gebildet.

Die chemische Verwitterung vollzieht sich in den einzelnen Klimaregionen unserer Erde mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Je höher die Temperaturen und Niederschläge sind, desto intensiver läuft sie ab. So ist sie in den immerfeuchten Tropen vier- bis fünfmal so stark

Mineralisierung als bodenbildender Prozess

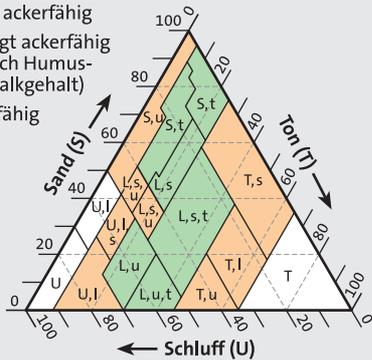
1 Verwitterungs- und Abbauprozesse im Boden



4 Korngrößendreieck zur Bestimmung gemischter Feinsubstrate (Bodenarten) und Beurteilung ihrer Bearbeitbarkeit

Es werden dabei hauptsächlich Sand-, Schluff- und Tonböden sowie als Mischform Lehm Böden unterschieden. Übergangsformen werden mit Haupt- und Nebenbestandteilen angegeben (z. B. „Schluff, sandig“ (Abkürzung U,s) oder „Lehm, tonig“ (Abkürzung L,t)).

- kaum ackerfähig
- bedingt ackerfähig (je nach Humus- und Kalkgehalt)
- ackerfähig



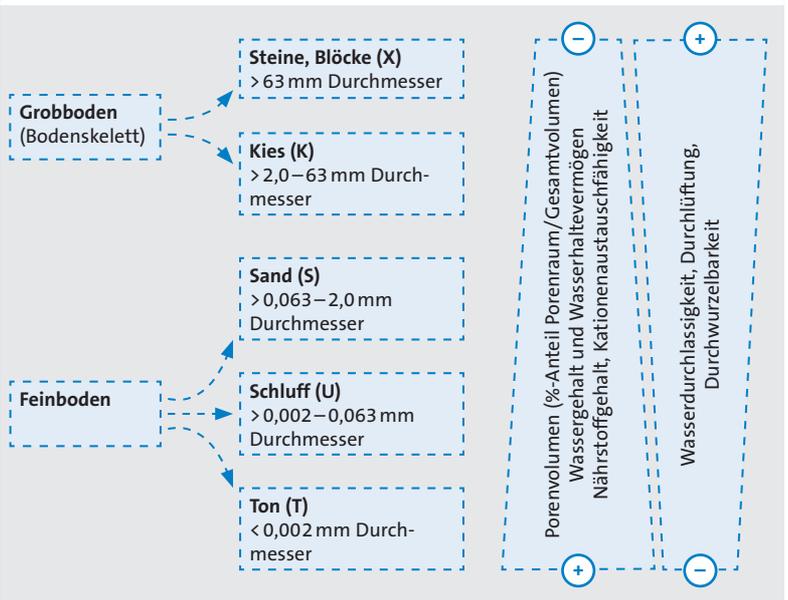
wie in den mittleren Breiten. Entsprechend besitzen die Böden der immerfeuchten Tropen eine größere Mächtigkeit als die unserer Breiten: ca. 8–10 m im Vergleich zu ca. 1 m.

Entscheidend für die **Bodenfruchtbarkeit** ist bei der mineralischen Substanz deren chemische Eigenschaft, eine bestimmte Menge an Pflanzennährstoffen zu speichern und an die Pflanzen abzugeben (**Kationenaustauschkapazität**). Nur die kleinste Gruppe der mineralischen Substanz, die Tonminerale, besitzt diese Fähigkeit.

Tonminerale

Die Tonminerale bestehen aus mehreren Silikat-Molekülschichten. Sie werden deshalb als Schichtsilikate bezeichnet. Ihre verschiedenen Arten unterscheiden sich strukturell durch die unterschiedliche Anzahl von Silikatschichten. Bei den Dreischichttonmineralen ist die Kationenaustauschkapazität besonders groß, da hier die Ionen zwischen den Schichten angelagert werden können. Sie kommen vor allem in den Böden der mittleren Breiten vor. Die austauschungsarmen Zweischichttonminerale herrschen in den Böden der immerfeuchten Tropen und in den niederschlagsreichen Teilen der Feuchtsavannen vor. Die unterschiedliche Austauschkapazität ist der entscheidende Grund dafür, dass die Fruchtbarkeit der meisten tropischen Böden geringer ist als die in den Außertropen.

5 Korngrößenfraktionen nach DIN 4020/22 und Bodeneigenschaften in Abhängigkeit von der Bodenart



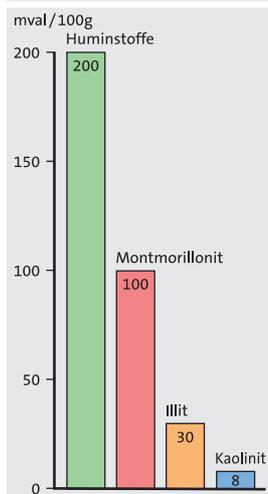
6 Aufbau und Kationenaustauschkapazität von Tonmineralen

Zweischichttonmineral Kaolinit Kationenaustauschkapazität 5–15 mval/100g		⊕ Si-O-Schicht (tetraedrisch) ⊕ Al-OH-Schicht (oktaedrisch) ⊕ Grenzflächen aufgrund starker Bindungen nicht weitbar; austauschbare Kationen nur randlich angelagert	1:1-Aufbau
Dreischichttonminerale Randlich aufgeweiteter Illit Kationenaustauschkapazität 20–50 mval/100g		⊕ Si-O-Schicht (tetraedrisch) ⊕ Al (Mg, Fe)-OH-Schicht (oktaedrisch) ⊕ Si-O-Schicht (tetraedrisch) ⊕ Grenzflächen je nach Verwitterungsgrad randlich geweitet; austauschbare Kationen auch an Schichtgrenzflächen	2:1-Aufbau
Montmorillonit (Smectit) Kationenaustauschkapazität 80–120 mval/100g		⊕ Si-O-Schicht (tetraedrisch) ⊕ Al (Mg, Fe)-OH-Schicht (oktaedrisch) ⊕ Si-O-Schicht (tetraedrisch) ⊕ austauschbare Ionen ⊕ Grenzflächenbindung schwach, variabel aufgeweitet; austauschbare Kationen zwischen den Grenzflächen angelagert	2:1-Aufbau

- 1 Erklären Sie die Funktion der Tonminerale.
- 2 Bestimmen Sie durch grobe Einschätzung die Bodenarten eines Ihnen zur Verfügung stehenden Bodensubstrates (z. B. Blumen-, Gartenerde). Verwenden Sie dazu die Grafik 8.
- 3 Beurteilen Sie die Vor- und Nachteile von Böden mit jeweils hohem Kies-, Sand- bzw. Tongehalt aus bodenkundlicher Sicht.

Die Menge Boden, die man mit zwei Händen halten kann, enthält mehr Lebewesen als Menschen auf der Erde existieren!

7 Kationenaustauschkapazität von Huminstoffen und Tonmineralen



Humifizierung

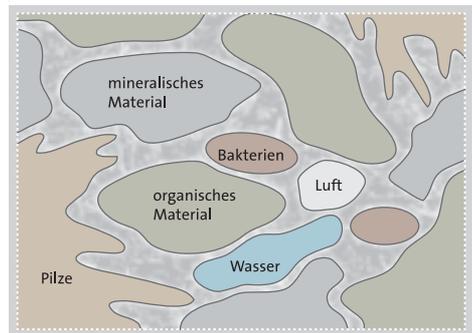
Wie das Ausgangsgestein, so wird auch die organische Bodensubstanz, welche aus abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Bestandteilen besteht, umgewandelt. Der Umwandlungsprozess geschieht durch das **Edaphon**, das sind Kleinlebewesen wie Regenwürmer, Springschwänze, Milben oder Fliegenlarven sowie Mikroorganismen wie Bakterien, Algen und Pilze, die das organische Material zunächst mechanisch zerkleinern und dann chemisch zersetzen.

Produkte im Ergebnis dieses Prozesses sind u. a. Mineralstoffe, verschiedene Kohlehydrate, Eiweiße und andere Stoffverbindungen. Je nach weiterem Umwandlungsgrad werden daraus **Huminstoffe** (Huminkolloide).

Die letzte Stufe beim Abbau der organischen Substanz ist die Mineralisierung. Bei diesem Prozess werden die organischen Substanzen in anorganische überführt, z. B. in Kohlenstoffdioxid, Ammonium, Phosphate oder Stickstoff.

Die Huminkolloide weisen wie die **Tonminerale** eine Korngröße von $< 0,002 \text{ mm}$ auf und entscheiden zusammen mit diesen über die Fruchtbarkeit eines Bodens. Wie die Tonminerale haben sie die Fähigkeit, Pflanzennährstoffe in großen Mengen zu speichern. Ihre **Kationenaustauschkapazität** liegt jedoch um das Zwei- bis Dreifache über der der Tonminerale. Ebenso ist ihre Fähigkeit, Wasser und Gase anzulagern, im Vergleich zu den Tonmineralen um ein Vielfaches höher. Dementsprechend weisen Böden mit einem hohen

8 Ton-Humus-Komplexe



Anteil an Huminstoffen, wie z. B. die Schwarzerdeböden in den kontinentalen Steppengebieten, eine außerordentlich hohe potenzielle **Bodenfruchtbarkeit** auf.

Die Auflockerung und Durchmischung von mineralischen und organischen Bodenbestandteilen wird durch Bodenwühler, wie z. B. Wühlmäuse, vorgenommen (**Bioturbation**). Dadurch ist auch ein guter Gasaustausch zwischen Boden- und atmosphärischer Luft gewährleistet. Noch weitergehend ist die Rolle vieler Kleinlebewesen, allen voran der Regenwürmer, welche in ihrem Verdauungstrakt durch Verbindung von mineralischen und organischen Stoffen für die **Bodengüte** wertvolle krümelige und stabile **Ton-Humus-Komplexe** erzeugen.

pH-Wert

Die gesamten chemischen, biotischen und physikalischen Bodenbildungsprozesse, vor allem die Verfügbarkeit und Speicherkapazität der Pflanzennährstoffe, werden durch den pH-Wert gesteuert. Mit dem pH-Wert wird in diesem Falle die Säurekonzentration im Boden angegeben. Der pH-Bereich, in dem Nutzpflanzen optimal gedeihen, ist unterschiedlich. So beträgt er bei Weizen 6,5–7,0 (neutraler Bereich), bei Hafer ca. 6,0 (schwach saurer Bereich). Auch die chemische Verwitterung ist vom pH-Wert abhängig. Je niedriger er ist, desto stärker verläuft die chemische Verwitterung. Bei niedrigen pH-Werten kommt es ferner zu einer erheblichen Einschränkung der biotischen Aktivitäten. Dauert dieser Zustand über längere Zeit an (z. B. durch den Eintrag saurer

Niederschläge), werden die Bodenlebewesen geschädigt. Einer der ersten „Flüchtlinge“ ist dann der Regenwurm.

Zwar besitzen die Böden verschiedene Möglichkeiten zur **Pufferung**, mit denen der Säureeintrag über eine bestimmte Zeit ausgeglichen werden kann, ständiger Säureeintrag führt

jedoch zur Zerstörung dieser Pufferfunktion. Im Endstadium kommt es dann zur vollständigen Auswaschung der Pflanzennährstoffe und zur Freisetzung von Metallionen, die potenziell Zellgifte sind. Im weiteren Verlauf gelangen diese Metallionen ins Grundwasser und belasten es in erheblicher Weise.