

Interessantes rund um den Boden aus biologischer, chemischer und physikalischer Sicht

Das Ziel des Workshops war es, einfache experimentelle Möglichkeiten für Bodenanalysen zu zeigen und den Teilnehmern Anregungen für die praktische Freilandarbeit mit Schülern zu geben. Bodenuntersuchungen sind letztendlich eine wichtige Voraussetzung für eine standortgerechte Auswahl der Pflanzen, da nur dadurch optimale Wachstumsbedingungen gegeben sind.

1. Bodenbiologie

Der Boden ist Lebensraum für unzählige Pflanzen und Tiere. Zahllose Würmer und Insekten durchwühlen den Boden und lockern ihn dadurch auf. Sie zerbeißen und zerkleinern abgestorbene Pflanzenteile, durchmischen sie mit dem Mineralboden und tragen zur Bildung des wertvollen Humus bei. Mikroorganismen sorgen für die Umwandlung zu Mineralstoffen (wie z. B. Stickstoff, Phosphor und Kalium), die von den Pflanzen als lebensnotwendige Stoffe wieder mit den Wurzeln aufgenommen werden. Bodenlebewesen schließen somit den Stoffkreislauf in der Natur und sorgen für eine kontinuierliche natürliche Düngung.

Viele Bodentiere (z. B. auch Milben) sind darauf angewiesen, dass Mikroorganismen das derbe Pflanzengewebe zuvor zerstört und aufbereitet haben. Zu den besonders schwer zersetzbaren organischen Stoffen zählt das im Holz enthaltene Lignin. Es wird von Bakterien abgebaut, die aufgrund ihres Aussehens irreführenderweise Strahlenpilze genannt werden und den typischen Geruch der Erde bewirken.

Regenwürmer und andere Bodentiere tragen zur Lockerung, Durchlüftung und Wasserspeicherung des Bodens bei. Damit wird den Pflanzen das Durchwurzeln erleichtert und einer Auswaschung von Nährstoffen entgegengewirkt. Kot und Schleimabsonderungen dieser Tiere sind – ebenso wie viele Mikroorganismen – an der Entstehung einer stabilen, lockeren Krümelstruktur des Bodens beteiligt.

Innerhalb des Ökosystems Boden zeigen sich vielfältige und enge Verknüpfungen zwischen den abiotischen Umweltfaktoren (der unbelebten Natur), den Stoffkreisläufen und den biotischen Faktoren (dem pflanzlichen und tierischen Leben). Das Ökosystem befindet sich in einem natürlichen Gleichgewicht und kann Einflüsse von außen bis zu einem gewissen Grad ausgleichen.

Versuch: Mit Becherlupen werden Bodenlebewesen gesammelt und mit Bestimmungsbüchern die Art ermittelt. Des Weiteren können Blätter in verschiedenen Zersetzungsstadien gesammelt werden und mit Klebeband auf Arbeitsblätter geklebt werden.

2. Chemische Parameter

Eine Bodenanalyse wäre unvollständig, wenn sie die chemischen Parameter nicht einbezieht. Wichtig ist als erstes, einen geeigneten Zeitpunkt für eine solche Analyse im Schulgarten auszuwählen. Als geeignet erweist sich hier das zeitige Frühjahr, da der Boden nach dem Winter ruht und sich die Nährstoffe auf einen stabilen Wert eingependelt haben. Zum zweiten sollte man wissen, was auf welchen Beetflächen angebaut werden soll und wie der Nährstoffbedarf der einzelnen Kulturen ist. Schwierig wird es dadurch, dass die Pflanzen in den einzelnen Entwicklungsstadien (Wachstum, Blüte, Fruchtbildung, Samenreife) durchaus sehr unterschiedliche Ansprüche haben und sich die chemischen Verhältnisse im Boden mit der Witterung und den tages- und jahreszeitlichen Schwankungen auch ständig ändern. Es werden deshalb hier keine zahlenmäßigen Angaben folgen, sondern Aussagen zu den zu beachtenden Dingen bei den chemischen Bodenanalysen und den Zusammenhängen zu den physikalischen und biologischen Faktoren.

pH-Wert

Der Gehalt an Humus, Wasser und Luft im Boden sagt weder viel über seine Fruchtbarkeit aus, noch darüber, welche Pflanzen gerne und welche nicht auf ihm wachsen. Dazu müssen wir noch wissen, wie der Boden chemisch reagiert, ob er sauer (kalkarm) oder alkalisch (kalkhaltig) ist. Reagiert der Boden neutral, wird er im Ergebnis der Bodenuntersuchung mit pH 7 bezeichnet, während Zahlen über 7 alkalische Reaktion, unter 7 saure Reaktion anzeigen.

sehr sauer	sauer	schwach sauer	neutral	alkalisch
pH 4,5 - 5	pH 5 - 5,9	pH 6 - 6,9	pH 7	pH 7,1 - 9

Die Mehrzahl aller Kulturpflanzen verträgt keine saure Bodenreaktion, sondern gedeiht in schwach saurem bis neutralem pH-Bereich am besten. Ebenfalls wird im sauren Boden die Lebenstätigkeit der meisten Bodenlebewesen (z. B. Bodenbakterien, Pilze, Regenwürmer, Hundertfüßer, Tausendfüßer, Käfer) erheblich eingeschränkt, so dass damit auch die Humusbildung und die Krümelstruktur des Bodens in Mitleidenschaft gezogen werden. Torf im Gartenboden beschleunigt die Versauerung des Bodens! Saure Böden sind sehr ungünstig, da durch überschüssige H⁺-Ionen die Nährstoffe ausgewaschen werden und somit den Pflanzen nicht mehr zu Verfügung stehen. Durch Kalken lässt sich der pH-Wert des Bodens erhöhen. Am Auftreten bestimmter Pflanzen, so genannter "Zeigerpflanzen" kann man ebenfalls erkennen, ob der Boden sauer, neutral oder alkalisch ist. Folgende Pflanzen gedeihen bei entsprechenden Böden am besten:

sauer

Heidelbeere, Heidekraut,
Rhododendron, Kleiner Sauerampfer,
Kartoffeln, Himbeeren, Erdbeeren

alkalisch

Scharbockskraut, Buschwindröschen,
Klatsch-Mohn, Pfingstrose,
Leberblümchen, Tomaten

Ein pH-Wert um 7 (neutraler Boden) bietet den meisten Gartenkulturen beste Voraussetzungen. Die Bodenlebewesen finden optimale Bedingungen. In diesen Böden kommen deshalb auch organische Dünger wie Mist oder Hornmehl besonders gut zur Wirkung, da sie von den Bodenorganismen langsam abgebaut werden und somit für einen langen Zeitraum zur Verfügung stehen. Eine alte Bauernregel sagt: „Horn und Haar düngt sieben Jahr.“

Stickstoffgehalte

Stickstoff (N) muss den Pflanzen als Nährstoff ausreichend zur Verfügung stehen. Stickstoffgehalte lassen sich schlecht als verlässliche Werte ermitteln, da N zu 95 % im Humus und der Biomasse gebunden ist und erst durch die Tätigkeit der Mikroben als Nitratstickstoff freigesetzt wird. Stickstoff kommt z. B. als Ammoniumion und Nitration im Boden vor.

Der ökologischer Nachteil besteht darin, dass Nitrat-N sehr leicht ausgewaschen werden kann. Besonders in der vegetationslosen Zeit gibt es eine hohe Nitratauswaschung.

Notwendig erscheint der Verzicht auf mineralische Dünger! Alternativen sind organische Düngung mit Blutmehl, Hornmehl, Hornspänen, Gründüngung, Mulchen, Kompostgaben, Pflanzenjauchen, Mist. Der Vorteil dieser natürlichen Dünger ist ihre günstige physikalische, chemische und bodenbiologische Wirkung (Erhöhung der Nährstoff- und Wasserkapazität, bessere Wasser- und Luftzuführung, bessere Bearbeitbarkeit, gute Krümelstruktur, biologische Stabilität, Reichhaltigkeit an Bodenlebewesen), da sie langsam und über relativ lange Zeiträume ihren Einfluss entfalten.

3. Bodenphysik

Insbesondere die Schulgartenarbeit bietet gute Möglichkeiten das Thema in einen für die Schüler lebensnahen Kontext zu bringen. Die vorgeschlagenen Freilanduntersuchungen sind für Schüler ab Klassenstufe 3 gut geeignet, um die vielfältigen Unterschiede des Bodens zu verdeutlichen.

Geeignet sind dabei Aussagen:

- zur Saugkraft und zum Wasserspeichervermögen
- zur Versickerung
- zur Bestimmung der Bodenart durch Fingerprobe

Saugkraft und Wasserspeichervermögen

Eine Voraussetzung für jedes Pflanzenwachstum ist Wasser. Das Wasser ist gleichzeitig Träger der aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffe. Die Fähigkeit des Bodens Wasser zu speichern, ist besonders für niederschlagsarme Zeiten wichtig, um auch in Trockenzeiten die Pflanzen mit Wasser versorgen zu können. Das **Wasserspeichervermögen** eines Bodens ist von der Krümelstruktur, aber auch von der Bodenart, d. h. der Korngröße abhängig. Sand und Ton speichern das Wasser z. B. sehr unterschiedlich. Beim Wassergehalt von 20 % fühlt sich Sand nass, Schluffboden feucht und ein Tonboden trocken an. Ton besitzt unzählige kleinere Zwischenräume (Poren), die das Wasser gut festhalten und auch für das Aufsteigen von Grundwasser sorgen. Es entsteht eine Wasserspannung.

Versuch: Das Wasserspeichervermögen eines Bodens kann ermittelt werden, indem Glasröhren zur Hälfte mit den verschiedenen Bodenproben gefüllt werden und unter jede Röhre ein Becherglas gestellt wird. Anschließend durch jedes Rohr gleiche Wassermengen (z. B. 300 ml) durchlaufen lassen und die Durchlaufzeit und die Menge des durchgesickerten Wassers messen.

Versickerung des Wassers im Boden am natürlichen Standort

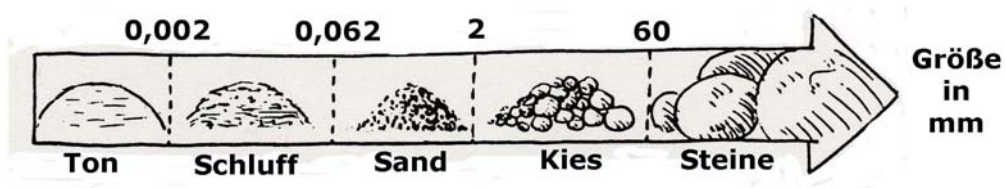
Durch chemische Zersetzungsprozesse und die Tätigkeit der Bodenlebewesen entsteht ein krümeliger Boden. Ein solcher "Krümel" ist ein rundliches, poröses Gemenge, vorrangig aus Ton, aber auch Humusstoffen, Schleimabsonderungen von Bakterien und Algen, Pilzgeflecht, Luft- und Wassereinschlüssen. In einem gesunden krümeligen Boden gibt es winzige Zwischenräume, in die genügend Wasser und Luft eindringen können und gespeichert werden. Nicht nur die Pflanzenwurzeln, sondern auch die Bodentiere benötigen zum Leben Wasser und Luft. Trockener Boden, aber auch Staunässe führen zum Verkümmern und Absterben der Pflanzen und Tiere. Jedoch auch in Böden, die durch schwere Traktoren und Erntefahrzeuge verdichtet werden, sind die Wasserspeicherung und die Versickerung gestört!

Versuch: Konservendosen, die an zwei Seiten geöffnet sind, an verschiedenen Stellen bis zur Hälfte mit dem Hammer in den Boden rammen. In die Dosen gleiche Mengen (z. B. 200 ml) Wasser gießen und die Zeit bis zum völligen Einsickern messen.

Bestimmung der Bodenart

Eine Bestimmung der Bodenart ist zur Einstufung hinsichtlich Bearbeitbarkeit wichtig. Es lassen sich Rückschlüsse auf den Luft- und Wasserhaushalt (Durchlässigkeit, Durchlüftungs-, Speichervermögen) ziehen und auch für die Beurteilung der Verschlammungs- und Verdichtungsgefahr ist die Bodenart von großer Bedeutung.

Boden besteht aus verschiedenen großen Teilchen. Nach diesen Korngrößen lassen sich auch Körnungsklassen unterscheiden:



Steine und Kies gehören zum **Grobboden**. Dieser ist dadurch charakterisiert, dass die Bodenteilchen größer als 2 mm sind.

Sand, Schluff und Ton bilden den **Feinboden**. Die Bodenteilchen sind kleiner als 2 mm. Der Lehm ist ein Gemisch aus Sand, Schluff und Ton.

Je nach Mischung dieser Bestandteile gibt es verschiedene Bodenarten und Unterarten (z. B. lehmiger Sand, schluffiger Ton) mit unterschiedlichen Eigenschaften.

Eigenschaften der Bodenarten

	Sand	Schluff	Ton	Lehm
Wasserspeicher- vermögen	gering	mittel	hoch	sehr hoch
Wasserdurch- lässigkeit	gut	mittel	schlecht (Staunässe- gefahr)	gut
Bodenluft	intensive Durchlüftung	mittlere Durchlüftung	schlechte Durch- lüftung	gute Durchlüftung
Erwärmung im Frühjahr	schnell	mittel	langsam	zügig
praktische Bedeutung	lässt sich durch Humus- zugaben verbessern	kommt in reiner Form nicht vor	trockene Böden sind steinhart, verkrustet und schwer zu bear- beiten	besonders günstig für den Ackerbau, da aus- gewogener Wasser- und Nährstoffhaushalt; bester Boden, wenn er neutral, tiefgründig und voller Lebewesen ist

Versuch: Mit Hilfe der Fingerprobe (dabei wird der Anteil von Ton, Schluff und Sand am Boden geschätzt) oder mit einem Bodensiebsatz kann festgestellt werden, aus welcher Bodenart die Bodenprobe besteht.



Zusammenfassung

Boden in der freien Natur	viele Gärtner
<ul style="list-style-type: none">- ist in der Regel bedeckt/bewachsen und dadurch vor Erosion und Austrocknung geschützt- ist in Schichten aufgebaut- beherbergt in seinen Schichten eine Vielzahl von Bodenlebewesen, die für die Humusneubildung und ein natürliches Gleichgewicht im Boden sorgen- düngt sich selbst und regeneriert sich in einem Kreislaufprozess- ist gekennzeichnet durch ein Gleichgewicht zwischen den im und auf dem Erdreich vorkommenden Organismen	<ul style="list-style-type: none">- entfernen das Unkraut, lassen nur bestimmte Pflanzen stehen,<ul style="list-style-type: none">• es entstehen unbewachsene Flächen• die Natur sorgt durch neues „Unkraut“ wieder für die Bodenbedeckung- graben um und zerstören dadurch die natürliche Bodenschichtung,<ul style="list-style-type: none">• Alternative: mit Grabegabel, Grubber oder Hacke nur lockern, aber nicht umwerfen- stellen durch das Umgraben die Stockwerke des Bodenlebens auf den Kopf,<ul style="list-style-type: none">• ein neues biologisches Gleichgewicht muss sich herausbilden- entziehen durch die Ernte Nährstoffe,- müssen deshalb dem Boden neue Nährstoffe zuführen- vernichten „Unkräuter“, pflanzen Monokulturen,<ul style="list-style-type: none">• das natürliche Gleichgewicht wird zerstört

Folgende **Methoden der Bodenbearbeitung**, die die natürlichen Vorgänge beachten bzw. nachahmen, sollten im Schulgarten berücksichtigt werden:

Kompostieren

- um den Boden lebendig, fruchtbar und gesund zu erhalten.

Natürlich düngen

- um zusätzliche Nährstoffe dort aufzufüllen, wo sie gebraucht werden.

Mulchen

- um das Bodenleben zu fördern und die Erde feucht und locker zu halten.

Mischkulturen anlegen

- um durch günstige Nachbarschaften gesundes Pflanzenwachstum zu fördern und Schädlinge oder Krankheiten abzuwehren.