



Humus – schwarzes Gold im Boden

Wer mit Boden arbeitet, kommt am Thema Humus nicht vorbei. Denn Humus ist die Grundlage für gesundes Bodenleben und Pflanzenwachstum. Und er hilft, Boden und Klima zu schützen. Der Baustein erklärt vereinfacht, warum der Humus im Boden so wertvoll ist.

LERNZIELE UND KOMPETENZEN

Fächer: Sachunterricht, Natur und Technik, Biologie, AG Schulgarten

Die Schülerinnen und Schüler

- » wiederholen Bestandteile und Funktionen des Bodens;
- » ordnen Sätze zum Ablauf der Humusbildung;
- » säen und vergleichen Getreide auf humusreicher und -armer Erde;
- » führen Versuch zur Wasserbindung durch;
- » malen ein Bild zu einem Text zur CO₂-Bindung im Boden (Dauerhumus);
- » vermessen einen Regenwurm.

SACHINFORMATION

HUMUS IST WERTVOLL

Böden enthalten vielfältige mineralische Teilchen wie Sand, Schluff und Ton. Dazu kommen organische Bestandteile, also Pflanzen mit ihren Wurzeln, Bodenorganismen vom Einzeller bis zum Regenwurm oder Maulwurf – und eben Humus.

Humus ist die abgestorbene organische Substanz im Boden. Er ist dunkel, fast schwarz, und ein Boden mit Humus erwärmt sich bei Sonnenschein schneller als helle Flächen. Das kann im Frühjahr von Vorteil sein. In sandigen Böden versickert Niederschlagswasser schnell,

in Tonböden kann Wasser zu stark gebunden sein. Enthält der Boden aber Humus, kann er für die Pflanzen gut verfügbares Wasser speichern. Bodenorganismen wie Regenwürmer nutzen das organische Material im Boden als Nahrung und tragen so zum Auf-, Um- und Abbau von Humus bei. Ihr Kot bildet mit den anorganischen Bodenbestandteilen stabile Krümel bzw. Aggregate, sogenannte Ton-Humus-Komplexe. Eine gute Bodenstruktur hilft u. a. das Abschwemmen von Bodenteilchen (Bodenerosion) zu verhindern und trägt zu einer guten Durchlüftung und Durchwurzelbarkeit des Bodens bei.

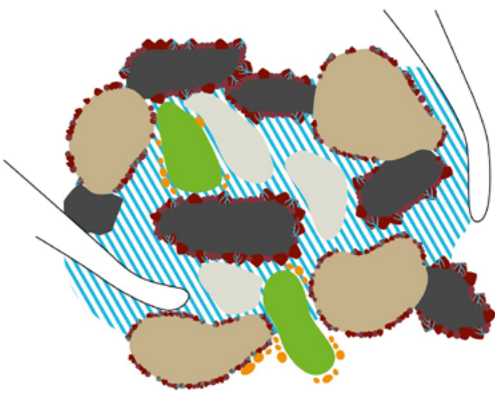
Mit Blick auf Klimawandel und Wetterextreme wie Dürren oder Starkregen ist noch etwas wichtig: Humus enthält rd. 58 Prozent Kohlenstoff (C). Diesen binden erst die Pflanzen bei ihrem Wachstum (in ihrem Baustein Cellulose), nach dem Verrotten speichern ihn die Böden im Humus. So gelangen in 1 kg Humus stolze 580 Gramm C. Das entspricht dem Äquivalent von 2,1 kg Kohlendioxid (CO₂), das wir Menschen z. B. bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen als klimaschädliches Gas ausstoßen. Außerdem enthält Humus den Nährstoff Stickstoff (N), ohne den Pflanzen nicht wachsen können. Wenn also LandwirtInnen oder GärtnerInnen

den Humusaufbau im Boden fördern, tun sie etwas Gutes für das Klima und den Ertrag.

ENTSTEHUNG VON HUMUS

Nach der Ernte bleibt auf dem Feld organisches Material wie Stängel oder Wurzeln zurück und stirbt ab. Aus den verrottenen Pflanzenresten, Ausscheidungen von Tieren sowie organischen Düngern (z. B. Mist, Gülle) ernähren sich Bodentiere, Pilze und Mikroorganismen und bilden Humus. Hier wirken Regenwürmer mit ihrer Aktivität und ihrem nährstoffreichen Kot als wichtige Zwischenstufe.

Beim Umbau der organischen Substanz spielen die Humifizierung und die Mineralisierung durch Pilze und Bakterien zusammen: Einerseits entstehen organische Verbindungen wie Huminstoffe, die komplexe und stabile Bodenaggregate aufbauen (Humifizierung). Bei guten Bedingungen sorgen die Huminstoffe für den frisch-erdigen Geruch. Andererseits wird organische Substanz abgebaut und die enthaltenen Nährstoffe werden freigesetzt (Mineralisierung). Dabei entsteht auch CO₂ und Wasser, das in den Boden und die Atmosphäre gelangt. Das ist Teil des natürlichen Kreislaufs. Je nach Bodentyp, Standort und Bewirtschaftung unterscheiden sich die Humusgehalte der Böden als Bilanz von Abbau und Aufbau



Modell eines Bodenkrümel

Organik*	Ton
Bakterien	Wasserporen/Wasser
Humus	Luftporen
Sand	Wurzelhaar/Wurzelkapillare

*abgestorbene Pflanzenteile und tierische Bestandteile

Einteilung nach Humusgehalten

Je nach Gehalt an organischer Substanz (in %) gilt der Boden als ...

<1 %	humusarm
1–10 %	humos
11–15 %	humusreich
>30 %	Torf

deutlich. Im Kompost ist die Humusbildung bereits weit fortgeschritten, weshalb er als Dünger einen raschen Humusaufbau im Boden bewirkt.

HUMUS: WAS DRIN IST

Im Boden gibt es Nähr- und Dauerhumus. Beide machen den Boden fruchtbar. Nährhumus wird recht schnell abgebaut. Er fördert als Nahrungsquelle die Bodenlebewesen und die freigesetzten Nährstoffe sind pflanzenverfügbar. Etwa ein Drittel des Humus im Boden ist Nährhumus. Je nach Zustand und Ausgangsmaterial unterscheidet man Rohhumus, Moder und Mull.

Dauerhumus liegt dagegen in stabilen Verbindungen vor, die von den Mikroben nur sehr langsam abgebaut werden. Erst bei diesem Abbau werden Nährstoffe wie Stickstoff und Schwefel pflanzenverfügbar. Andere Nährstoffe wie Kalium und Magnesium lagern sich außen an den Humusteilchen an und können bei Bedarf in die Wurzeln wandern. Als langsam fließende Stickstoffquelle ist Humus insbesondere im Ökolandbau und Garten von großer Bedeutung.

Eine Faustregel besagt: Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) liegen im Humus etwa in einem Verhältnis von 10 zu 1 vor. Bei rund 580 Gramm C enthält Humus also etwa 58 Gramm N. Der ist als Baustein von z. B. Eiweiß unverzichtbar für das Wachstum allen Lebens.

SENKE FÜR KOHLENSTOFF, SPEICHER FÜR WASSER

Kohlenstoff ist ein wichtiger Baustein der Cellulose, der Gerüstsubstanz aller Pflanzenzellen. In der Biosphäre sind rund 27×10^{10} Tonnen C in Lebewesen

festgelegt, davon mehr als 99 Prozent in Pflanzen. Mit organischem Material, auch Düngern, gelangt der darin gebundene C in den Boden und zum Teil in den Dauerhumus (s. links). Nimmt man die obersten 30 Zentimeter, sprich die Tiefe eines üblichen Schullineals, von einem Quadratmeter (Garten-)Boden mit einem Humusgehalt von 3 Prozent, dann sind hier allein 15 kg Humus und darin 8,7 kg C (entspricht ca. 32 kg CO₂-Äquivalente) gespeichert.

In derselben Menge Humus können 75 Liter Wasser gebunden werden. Denn Humus kann das Fünffache seines Gewichtes an Wasser speichern! Einerseits nimmt das organische Material selbst Wasser auf, andererseits wird Wasser auch zwischen den mit organischem Material verbauten Bodenteilchen festgehalten. Deshalb gilt: Je mehr Humus ein Boden enthält, desto mehr Wasser kann er speichern, und zwar pflanzenverfügbar. Das ist gerade bei Extremwetterereignissen wie Dürren oder Starkregen wichtig, die durch den Klimawandel vermehrt auftreten.



Die Düngung mit Kompost liefert Nachschub für den Humusaufbau im Boden.

HUMUSAUFBAU IM BODEN: WIE GEHT'S?

Auf dem Feld verbleibende Erntereste und Wurzeln liefern dem Boden organische Substanz. Das allein reicht aber nicht aus, um den Humusvorrat im Boden zu erhöhen und damit zusätzlichen C festzulegen.

Aus diesem Grund ist die organische Düngung in Landwirtschaft und Gartenbau so wichtig. Egal ob das Getreidestroh auf dem Feld verbleibt, ob

Pflanzen wie Gelbsenf als Gründünger angebaut werden, ob Wirtschaftsdünger wie Gülle und Stallmist in den Nährstoffkreislauf auf den Feldern zurückgeführt oder Kompost und Gärprodukte ausgebracht werden: Es gibt viele Möglichkeiten, den natürlichen Humusabbau im Boden zu ersetzen oder die Humusgehalte sogar zu erhöhen.

Interessant dabei: Die Pflanzen selbst brauchen den C aus dem Bodenhumus nicht; sie versorgen sich aus der Luft mit CO₂ für ihre Fotosynthese. Aber als Lebenselixier für das Bodenleben, als Wasserspeicher und -filter, als Teil einer stabilen Bodenstruktur und als klimawirksame Kohlenstoffs Senke ist und bleibt der Humus unverzichtbar.



METHODISCH-DIDAKTISCHE ANREGUNGEN

Der Baustein knüpft u. a. an die Themen Naturkreisläufe, Bodenleben und Kompost an. Da humusreiche Erde schon über ihre Farbe und ihren Geruch auffällt, verteilt die Lehrkraft zum Einstieg mehrere Bodenproben, auch humusreiche Erde. Eine Anleitung zum Bodenvergleich findet sich in Heft 5 (inkl. allg. Gedanken zur Bedeutung von Boden). Das **Extrablatt** (Download) erklärt, wie Humus entsteht. Die SchülerInnen säen dann gemäß der **Sammelkarte** (S. 15) auf humusreicher und -armer Erde Getreide aus, um das Wachstum bzw. die Fruchtbarkeit zu vergleichen. Dass der Humus auch einen Unterschied bei der Wasserbindung macht, beobachten die Kinder parallel mit dem Experiment auf **Arbeitsblatt 1**. Falls der Versuch nicht allein zu Hause durchgeführt wird, sollte die Lehrkraft die Bodenproben besorgen. Die Wasserbindung stellt einen Bezug zu drohenden Dürren her. Auch **Arbeitsblatt 2** spricht vereinfacht eine klimarelevante Leistung von Humus an: Dauerhumus dient als CO₂-Senke – und der Regenwurm hilft mit! Nach der Textarbeit nehmen die Kinder die Würmer mit neuen Augen unter die Lupe.

LINK- UND MATERIALTIPPS

- » Anknüpfende Themen und Materialien z. B. in Heft 5 (Boden), 13 (Kompost) und 20 (Bodenarten und Sammelkarte → Fingerprobe) unter ima-lehrermagazin.de
- » Sonderheft „Komposthaufen und Biotonne“ und Unterrichtsposter „Boden“ unter ima-shop.de
- » Werkstattmappe „Boden ist Leben“ des NUA NRW und weitere Materialtipps unter bodenwelten.de/content/unterrichtsmaterialien
- » Magazin „HuMuss Garten“ unter kurzelinks.de/HuMussGARTEN-2018
- » Weitere Informationen zu Humusarten unter bodenwelten.de/content/von-der-streu-zum-humus

Wie ein Schwamm im Boden

Boden enthält Wasser. Wenn sich das Klima und das Wetter weiter verändern, gibt es mehr Dürren und mehr Starkregen. Bei Dürren ist es wichtig, dass der Boden gut Wasser speichern kann. Auch hier spielt Humus eine wichtige Rolle. Vergleiche den Wassergehalt mehrerer Bodenproben.



Du brauchst:

3–5 Bodenproben in Schüsseln (z. B. Komposterde, Sand, Boden aus Schulgarten, Wiese), Handschaufel, 3–5 Behälter (keine Pappe!), Esslöffel, Küchenwaage

Verwende z. B. die Erden wie im Pflanzversuch (vgl. Sammelkarte S. 15)!

Anleitung:

1. Suche und markiere Stellen für 3–5 Bodenproben und gieße sie alle mit derselben Menge Wasser, z. B. je 200 ml.
2. Entnimm am nächsten Tag je 3 Schaufeln Erde und fülle sie getrennt in Schüsseln. Entferne daraus die Pflanzenreste und großen Steine.
3. Stelle ein Gefäß auf die Waage und fülle mit dem Esslöffel 100 g Boden hinein. Beschrifte es. Wiederhole diesen Schritt für alle Bodenproben. Notiere alle Gewichte, wobei das Gefäß mitzählt.
4. Stelle die Bodenproben an einen trockenen Ort mit geringer Luftfeuchtigkeit (z. B. auf die Fensterbank) und lasse sie eine Woche lang trocknen.
5. Wiege die trockenen Bodenproben erneut und notiere das Gewicht.
6. Berechne für jedes Gefäß den Unterschied: Gewicht vor dem Trocknen – Gewicht nach 7 Tagen. Schreibe alle Zahlen in eine Tabelle.
7. Erkläre, woher die Veränderung kommt. Erläutere, was das über den Wassergehalt der Bodenarten vor und nach dem Versuch aussagt.

Zusatzfrage:

Wer aus der Klasse hat die größte Veränderung gemessen?
Bei welcher Erde?

Was hat Humus mit Klima zu tun?

① Lies den Text.

Bestimmt hast du schon von CO₂ oder Kohlenstoff(dioxid) in unserer Luft gehört. Es kommt aus unserer Atmung, von Autoabgasen, Heizungen und vielen anderen Quellen. Weil wir auf der Erde zu viel CO₂ freisetzen, schadet das dem Klima (Treibhauseffekt).

Doch Pflanzen binden CO₂ aus der Luft. Sie bilden daraus Pflanzenbausteine zum Wachsen und geben frischen Sauerstoff ab (Fotosynthese). Ein Teil dieses Kohlenstoffs gelangt mit den Wurzeln und Pflanzenteilen, die später verrotten, in den Boden. GärtnerInnen und LandwirtInnen bringen noch mehr Kohlenstoff in den Boden ein, wenn sie Stoppeln, Stroh, Wirtschaftsdünger oder Kompost einarbeiten.

Die Lebewesen im Boden zersetzen das Pflanzenmaterial, auch die Reste von Bodentieren. Sie bilden daraus Humus. Er enthält Stoffe, in denen auch Kohlenstoff steckt. Etwas Kohlenstoff geht auch wieder in die Luft. Aber manche Humusstoffe sind sehr stabil und können Jahrzehnte im Boden bleiben. Sie ergeben den Dauerhumus und reichern den Kohlenstoff im Boden an.

Im Bodenhumus sind riesige Mengen an Kohlenstoff aus der Erdgeschichte gespeichert und es könnte noch viel mehr werden. Dafür müssen die Menschen die Böden so nutzen und düngen, dass sie mehr Humus aufbauen als abbauen.

② Male ein Bild, an dem du erklären kannst, wie der Kohlenstoff in den Boden kommt. Beginne mit einer Pflanze mit Blättern in der Luft und Wurzeln im Boden. Male auch Bodentiere, Bakterien und Erdkrümel. Kohlenstoff kannst du mit C abkürzen.

③ Untersuche mehrere Regenwürmer, die Humushelden des Bodens.

Der Regenwurm ist ein wichtiger Helfer der Humusbildung. Er frisst Blätter und anderes abgestorbenes Material und scheidet einen sehr nährstoffreichen Kot aus. Daraus entsteht wertvoller Humus mit viel Kohlenstoff. Manchmal findest du die Häufchen auf der Erde. Der Wurm „vergräbt“ aber auch viel im Boden.

Du brauchst: einige Regenwürmer, saubere Unterlage (z. B. Glasteller), Küchenwaage oder Briefwaage, Lineal, Radiergummi, Bleistift

Anleitung:

1. Wiege die Regenwürmer einzeln auf der Waage.
2. Miss jeden Regenwurm einzeln mit einem Lineal, wenn er sich nicht streckt. So kannst du die Ergebnisse besser miteinander vergleichen.
3. Zeichne deine Ergebnisse auf. Lege dazu Lineal und Regenwurm auf ein Blatt Papier und ziehe einen Strich. Schreibe sein Gewicht daneben.

Setze die Würmer wieder am Fundort aus.

Regenwürmer –
die Humushelden



Wie Humus entsteht



Du kannst den Humusaufbau im Boden fördern, indem du ihn mit Kompost düngst!

① Lies alle Textkästen.

② Schreibe in die Kästen jeweils die Nummer, die sie im Bild erklären.



Hornmilben und Springschwänze fressen die Blätter seitlich an. Insektenlarven, Tausendfüßler, Asseln und Schnecken fressen Löcher hinein, bis nur noch die harten Blattadern übrigbleiben.



Im Herbst fallen die verwelkten Blätter auf den Boden.



Das alles steckt im Humus. Manche Nährstoffe helfen den Pflanzen beim Wachsen. Sie bilden neue Blätter. So entsteht ein natürlicher Kreislauf.



Auch Regenwürmer ernähren sich von den abgefallenen Blättern. Sie ziehen sie tiefer in den Boden und durchmischen diesen. Der Kot der Würmer ist nährstoffreich.



Bakterien und Pilze zerlegen die übrigen Blattgerippe und den Kot der Bodentiere. Sie setzen Nährstoffe frei und bilden Humusstoffe, auch Wasser und Kohlendioxid.



Regen, Pilze und Bakterien greifen die Blattoberfläche an und weichen sie auf.

Wie Humus entsteht



① Lies alle Textkästen.

② Schreibe in die Kästen jeweils die Nummer, die sie im Bild erklären.

③ Hornmilben und Springschwänze fressen die Blätter seitlich an. Insektenlarven, Tausendfüßler, Asseln und Schnecken fressen Löcher hinein, bis nur noch die harten Blattadern übrigbleiben.

① Im Herbst fallen die verwelkten Blätter auf den Boden.

⑥ Das alles steckt im Humus. Manche Nährstoffe helfen den Pflanzen beim Wachsen. Sie bilden neue Blätter. So entsteht ein natürlicher Kreislauf.

④ Auch Regenwürmer ernähren sich von den abgefallenen Blättern. Sie ziehen sie tiefer in den Boden und durchmischen diesen. Der Kot der Würmer ist nährstoffreich.

⑤ Bakterien und Pilze zerlegen die übrigen Blattgerippe und den Kot der Bodentiere. Sie setzen Nährstoffe frei und bilden Humusstoffe, auch Wasser und Kohlendioxid.

② Regen, Pilze und Bakterien greifen die Blattoberfläche an und weichen sie auf.