

Humus und Edaphon

unsere Lebensgrundlage

Für uns Menschen bedeutet **Humus Leben**. Ohne Humus gäbe es nichts Grünes, keine Bäume, Sträucher, Wiesen, Getreidefelder; keine weidenden Rinder oder Schafe, keine Blumen, keine Insekten, keine Vögel, keinen Sauerstoff zum Atmen, den ja die Pflanzen durch ihre Photosynthese, die Assimilation produzieren.

Kein Obst, kein Gemüse, kein Brot, weder Milch noch Käse, nicht Fleisch und Wurst, weder Wein noch Bier, rein gar nichts.

Nur Fische. Aber auch das dürfen wir bezweifeln. Die Wissenschaft ist sich nämlich keineswegs so sicher, daß „alles Leben aus dem Meer entstanden“ ist. Die Gestalt und der Aufbau mancher Mikrokorganismen, zum Beispiel der Kieselalgen (Diatomeen), legen den Gedanken nahe, daß sie zuerst das Land, nämlich den Boden erobert haben, danach erst die Flüsse, die Seen und das Meer.

Humus ist die wichtigste Station im biologisch-geologischen Kreislauf des Lebens.

Die fruchtbare Erde ist

keine tote Substanz,
nicht einfach ein geologisches, ein physikalisch-chemisches
oder biologisches Abbauprodukt,
sondern ein in sich geschlossener Kreislauf,
ein mit Eigenleben begabter Gesamtorganismus.

Aber was ist der Humus, der uns unser Leben spendet ? Wie der fruchtbare Humus in großen biologischen Kreisläufen entsteht, war um die Jahrhundertwende noch ganz unbekannt.

Humus besteht fast ausschließlich aus Ausscheidungen von Kleintieren, die im Boden leben, vermischt mit dem *Edaphon*.

Edaphon: Das im Boden lebende [griechisch]. So nannte 1910 sein Entdecker, der Biologe Raoul Heinrich FRANCÉ, die Pflanzen und Tiere, die dauernd im Boden leben und dort eine enge Lebensgemeinschaft bilden; ebenso die Bakterien und die Pilze, die weder zu den Pflanzen noch zu den Tieren gehören.

Die Bezeichnung Edaphon ist das Gegenstück zu *Plankton*, das die Organismen umfaßt, die im Süßwasser und im Meer schweben und die Grundlage des Lebens dort bilden, als Nahrung für kleine Tiere, die wiederum Nahrung für größere Tiere sind ... und so fort.

Plankton und Edaphon unterscheiden sich im Prinzip nicht. Es gibt allerdings Arten und Gattungen, die nur im Wasser oder gar im Meerwasser vorkommen, und solche, die nur in der Erde leben. Die in der Erde lebenden Arten sind nicht so zahlreich wie die des Wassers. Denn der Boden ist ein schwieriges Terrain, das von den Mikroorganismen Anpassung und Spezialisierung erfordert. Aber eines haben alle Mikroorganismen gemeinsam, sie sind alle Wasserwesen. Auch die im Boden lebenden, ihnen genügt oftmals ein hauchdünner Überzug

von Kondenswasser oder ein winziges Tröpfchen von kaum einem zehntel Millimeter Durchmesser. Aber ohne Wasser können sie nicht leben!

Was ist Edaphon, was lebt im Boden ?

Hier einige ungefähre Zahlen am Beispiel einer Dauerwiese.

- *In einer Bodentiefe bis zu 20 cm leben auf einem einzigen Quadratmeter:*

100	Schecken
100	Asseln
100	Spinnen
200	Regenwürmer
300	Urinsekten
600	Tausendfüßler
1.000	Rädertiere
4.000 – 5.000	Insektenlarven /-puppen
10.000	Borstenwürmer
30.000	Springschwänze
40.000	Milben
5'000.000	Fadenwürmer

- *in 5 Gramm Erde leben:*

600 Millionen Bakterien (öfter bis zu 5 Milliarden)

50.000 bis 100.000 Algen

100.000 bis 300.000 Pilze und Hefen

In den *Bakterien* sind auch ca. 40 % Strahlenpilze (Aktinomyzeten, Myxobakterien enthalten).

Andere Zahlenangaben nach Gewicht:

1 Hektar Ackerland enthält etwa:

800	kg	Regenwürmer
450	kg	Bodenalgen, Pilze, Kleintiere
450	kg	Bakterien

Sie verarbeiten jährlich 2.500 kg organische Stoffe zu Kompost.

1 Gramm Bodenprobe enthält bis zu 100.000 Pilze.

In 1 Kubikzentimeter Boden findet sich Pilzmyzel von 10 bis 30 Meter Gesamtlänge.

Die Pilze bauen im Boden ab: Lignin und Gerbstoffe (Holz), und zwar besser als Bakterien.

Bodenpilze wachsen am besten bei 5 bis 7 pH, also in saurem bis neutralem Boden, Bakterien besser in neutralem bis alkalischem.

Die genannten Zahlen sind verschiedenen wissenschaftlichen Untersuchungen, Zählungen und Schätzungen vieler Jahre entnommen, die hauptsächlich in der Zeit vor 1960 gemacht wurden. Gerade in den letzten beiden Jahrzehnten sind aber die Methoden verbessert worden, und man erkennt, daß die tatsächlichen Zahlen teilweise weit darüber liegen, besonders bei den Mikroorganismen.

In der Zone bis 5 cm Tiefe lebt die größte Arten- und Individuenzahl.

In der oberen Bodenschicht bis 15 cm Tiefe machen die Bakterien an Masse je Hektar aus: 1.700 bis 8.400 kg mit einem Stickstoffgewicht von 34 bis 170 kg.

Alle Bodenbewohner stehen in enger Wechselbeziehung zueinander. Keine Art kann für sich alleine existieren, sie bilden einen geschlossenen Lebensraum, der sich durch ständige gegenseitige Anpassung aller Organismen in einem harmonischen Gleichgewicht befindet. Keine Art kann sich über das ihr zukommende Maß hinaus auf Kosten der anderen vermehren oder ausbreiten. Durch Selbststeuerung bewahrt dieses Ökosystem seine Geschlossenheit und beeinflusst auch die physikalisch-chemischen Prozesse seiner Umwelt, wirkt so auf Wasser, Erde, Gesteine, Mineralien, also ganz allgemein auf das Weltgeschehen. Diese Lebensgemeinschaft ist von grundsätzlicher Bedeutung für die mechanische Durcharbeitung, Selbstreinigung, Verwitterung, Durchlüftung, Humifikation und den Stickstoffhaushalt des Bodens. Ohne sie gäbe es keine fruchtbare Erde. Durch ihre Tätigkeit findet auch das Tote wieder zu neuen Formen des Lebens.

Das notwendige Gleichgewicht wird zum Beispiel durch Giftstoffe wie chemische Düngemittel oder Unkraut- und Insektenvernichtungsmittel stark gestört, ebenso durch Bodenverdichtung durch zu schwere landwirtschaftliche Maschinen. Im Wald wird das Gleichgewicht oft durch die Beseitigung von Fallaub, Streu und totem Holz zerstört, weil den Organismen dann der Nahrungsnachschub fehlt.

Auf diese Weise werden Acker-, Wiesen - und Waldboden von Jahr zu Jahr weniger fruchtbar. Zum Ausgleich der abnehmenden Fruchtbarkeit wird fälschlicherweise dann noch mehr Chemie eingesetzt. So entsteht ein unheilvoller Kreislauf, der den Humus oftmals auf Dauer schädigt, indem er die Mikroorganismen aus dem Gleichgewicht bringt. Sie trocknen aus, sterben ab, haben eine falsche Artenzusammensetzung oder ihre Menge reicht nicht mehr aus, die seigensvolle Arbeit zu tun.

Man kann das **Edaphon** in zwei große Gruppen unterteilen:

A) Gänge- und Höhlenbewohner

Regenwürmer
Borstenwürmer
Käfer sowie ihre Larven und Raupen
Fliegenlarven
Maulwurfsgrißen
Ameisen, Grabwespen
(Auch: Maulwürfe und Wühlmäuse kann man dazu zählen)

B) Bewohner der Bodenporen

Einzeller: Amöben, Geißel- und Wimpertiere
Mehrzeller: Nematoden (Fadenwürmer), Räder- und Bärtierchen
Springschwänze, Urinsekten
Kiesel- und Grünalgen, Augenflagellaten,
Pilze, Bakterien und Blaualgen (Cyanobakterien).

Wie bereiten die Organismen den Boden auf, wie entsteht der Humus ?

1. Gliedertiere (aus der obigen Gruppe A) setzen ihre Kotbällchen in die Hohlräume zwischen die Bodenkrümel ab.
2. Bakterien und Pilzmyzel umspinnen sie. So entsteht ein Rasen aus Bakterien und Mycelgeflecht, der die Wände der Bodenporen auskleidet.
3. In diesen Bodenporen leben zum Beispiel Amöben und Wimpertiere, die sich hauptsächlich von Bakterien ernähren. Die Algen ernähren sich von den mineralischen Substanzen, in welche die Bakterien und Pilze das organische Material zerlegt haben. Sie produzieren dabei unter anderem Gallertschleim, Kolloide, die das Wasser im Boden binden und ihn damit feucht halten. So trocknet er nicht aus.
3. Die geschilderte Lebendverbauung des Bodens verhindert – zusammen mit Wurzeln – die Verschlammung nach Regen. Sonst würde die Erde rasch weggeschwemmt. (Das ist auch das Problem in den Tropen: Dort ist die Erde voller Bakterien, die infolge der hohen Feuchtigkeit und Wärme sehr aktiv sind. Andere Mikroorganismen gibt es nur wenige, nicht genug zum Festhalten des Wassers im Boden, der – wenn einmal die Bäume abgeholzt sind und kein Wurzelwerk die Erde festhält – rasch durch die starken Regenfälle weggespült wird und nicht mehr neu gebildet werden kann.)
4. Die Organismen schaffen und erhalten auf diese Weise eine lockere Bodenstruktur.

Die Besatzdichte mit Mikroorganismen ist ein Maßstab für die Fruchtbarkeit bzw. Ertragsfähigkeit des Bodens.

Humusreichtum oder Humusarmut sind nur andere Bezeichnungen für Organismenreichtum oder Organismenarmut.

Ein Boden ist durch die in ihm arbeitenden Mikroorganismen umso „tätiger“, je gekrümelter er ist und zahlreichen Organismen Lebensraum bietet.

Im gut und dauerhaft (garen) gekrümelten Boden sollte das Porenvolumen 50% ausmachen. Die folgenden drei Porengruppen sollen gleiche Anteile haben:

Große Poren:	größer als	0,03 mm
Mittlere Poren:		0,003 bis 0,03 mm
Feine Poren:	kleiner als	0,003 mm

In zu feinporigem, verschlammtem Boden leben fast nur Bakterien, zum Teil (anaerobe) Fäulnisbakterien.

Der Humus und die Mikroorganismen, die ihn schaffen, sind unsere Lebensgrundlage. Wir können ohne sie nicht leben. Aber sie ohne uns. Die Abhängigkeit ist sehr einseitig, wir müssen deshalb aufpassen, sie nicht zu vergiften oder ihnen auf andere Weise zu schaden, sonst werden nicht sie, sondern wir und unsere Kinder es zu büßen haben.

Verfasser:

Klaus Henkel, Mikrobiologische Vereinigung München e. V.,
Auf der Scheierlwiese 13, 85221 Dachau.