

Die vielseitige Rolle der Bodenmikroorganismen

Der Boden, ein lebendiges Wesen

Der Boden ist ein sehr komplexes Wesen. Er enthält 85 bis 95 Prozent mineralische und 5 bis 15 Prozent organische Substanz, bestehend aus Humus, lebenden und toten Organismen. Die lebenden Organismen mit ihrem Anteil von nur wenigen Prozent sind hauptverantwortlich für die Bodenfruchtbarkeit.

Text: **Dr. Jacques G. Fuchs**,
Forschungsinstitut für Biologischen Landbau, Frick
Bilder: **FIBL**

Bodenorganismen bauen tote organische Substanz ab und Humus auf, sind an der Nährstoffdynamik beteiligt und beeinflussen die Pflanzengesundheit. Sie sind sehr vielgestaltig. Einerseits gibt es die Makroorganismen (Würmer, Krebstiere, Spinnentiere, Tausendfüßer usw.), die für die Zerkleinerung und Vorverdauung der toten organischen Substanzen und für die mechanische Bearbeitung des Bodens verantwortlich sind. Daneben gibt es eine immense Vielfalt von Mikroorganismen: Bakterien, Pilze, Algen. In den folgenden Abschnitten wollen wir uns vor allem mit den Aktivitäten der Pilze und Bakterien befassen.

Bakterien und Pilze: klein, zahlreich und fleissig

In einem Gramm Boden leben zwischen 10 und 100 Millionen Bakterien und 100 000 bis 1 Million Pilze. Diese sind jedoch nicht eine einheitliche Population, sondern aus Tausenden von Familien zusammengesetzt. Wie bei einer mensch-

lichen Gesellschaft hat jedes Bodenlebewesen seine Rolle, dabei arbeiten sie zum Teil zusammen und zum Teil stehen sie in Konkurrenz zueinander. Ihre Aufgaben sind sehr vielseitig und beeinflussen direkt oder indirekt das Wachstum und die Gesundheit der Pflanzen.

Mikroorganismen und Pflanzenernährung

Ein Grossteil der Mikroorganismen ist mit dem Abbau der abgestorbenen organischen Substanz, die von den Makroorganismen vorverdaut wurde, beschäftigt. Dabei werden die meisten Nährstoffe, welche in der toten organischen Substanz enthalten sind, mineralisiert und für die Pflanzen wieder verfügbar gemacht.

Daneben gibt es eine kleine Gruppe von Spezialisten, welche den Luftstickstoff für die Pflanzen assimilierbar machen. Luftstickstoff kann von den Pflanzen nicht direkt gebraucht werden. Die Stickstoff fixierenden Bakterien haben jedoch die Fähigkeit, diesen Luftstickstoff in eine Form zu bringen, in der ihn die Pflanzen aufnehmen können. Diese Bakterien leben entweder frei im Boden oder

in Symbiose mit Pflanzen, wie z.B. die Rhizobien mit den Leguminosen. Die Mykorrhiza-Pilze begünstigen ebenfalls die Pflanzenernährung. Diese Pilze leben in Symbiose mit Pflanzenwurzeln, und erleichtern deren Nährstoffaufnahme.

Mikroorganismen und die Bodenstruktur

Derjenige Teil der toten organischen Substanz, welcher nicht gänzlich mineralisiert worden ist, wird im Humus eingebaut und dort mittel- bis langfristig festgelegt. Der Humus ist mitverantwortlich für eine stabile Bodenstruktur. Daneben spielen auch die Pilze eine wichtige Rolle bei der Bodenstruktur. Dank ihren stark entwickelten Hyphen (Pilzfäden) verbessern sie die Kohäsion (Zusammenhaltskraft) der Bodenpartikel. So werden die Böden resistent gegen Erosionsschäden und sie haben stabile Poren, was zu einem guten Gas- und Wasserhaushalt beiträgt.

Mikroorganismen und die Pflanzengesundheit

Zahlreiche bodenbürtige Pilze und Bakterien können Pflanzenkrankheiten ver-



Bodenstruktur und Verschlammung: Nach heftigem Regen ist im langjährigen Dok-Versuch die rein mineralisch gedüngte Parzelle (links) viel stärker verschlammte und erosionsgefährdet als die mit Mistkompost gedüngte Parzelle (rechts). (Bilder: Andreas Fliessbach)

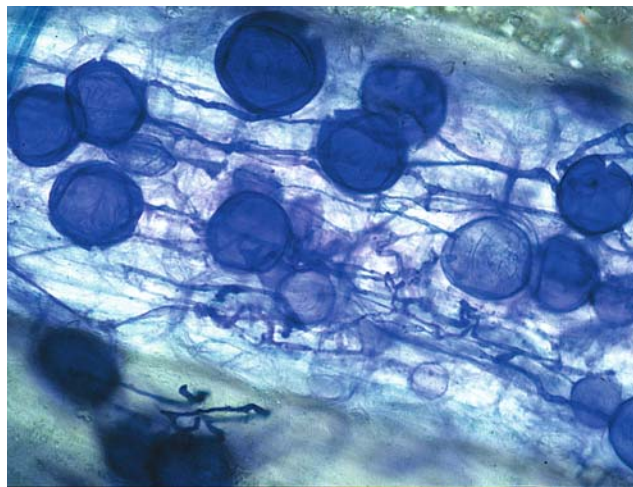
ursachen; bekannt sind z.B. Fusarien oder Pythium. Während einige sehr spezifisch sind, können andere Erreger ein grosses Spektrum von Pflanzen angreifen. Neben diesen für den Gärtner unerwünschten Mikroorganismen gibt es aber auch andere Bakterien und Pilze, welche die Pflanzen direkt oder indirekt gegen diese Angriffe schützen. Ein ständiger Wettbewerb zwischen Krankheitserregern und nützlichen Mikroorganismen (so genannten Antagonisten) findet im Boden statt. Wenn das Gleichgewicht Richtung Krankheitserreger neigt, werden die

viert sind. Mineralische Düngung unterdrückt sie, während organische Düngung sie fördert. Grössere Gaben an organischem Material wie Gründüngung, Mist oder Kompost aktivieren ebenfalls stark die biologische Bodenaktivität. Leicht abbaubare Produkte wie Gründüngung haben eine intensive aber kurzfristige Wirkung. Dagegen haben stabilisierte Produkte wie z.B. ein reifer Kompost eine langfristige Auswirkung. Die Düngungsform beeinflusst auch den Humusgehalt und somit die Bodenstruktur. Auch in dieser Hinsicht wirken sich die

Auch bei Neuanlagen, wo die Böden oft mehrmals umgeschichtet werden und das Bodenleben in ein Ungleichgewicht geraten kann, leistet Kompost wertvolle Dienste. Zwei bis drei Kubikmeter pro Are (Rekultivierungsdosis) in die obersten 30 cm der Flächen eingearbeitet, fördert Kompost den Aufbau und die Erhaltung des Bodenlebens. Allerdings muss dafür reifer Kompost eingesetzt werden, um einer übermässigen Stickstofffixierung vorzubeugen. Ein bis zwei Kilogramm Hornspäne pro Are geben den Pflanzen den notwendigen Stickstoffschub.



Schwerarbeiter im Dienst der Bodenfruchtbarkeit: Die Höhlen der Regenwürmer sorgen für gute Durchlüftung des Bodens.
(Bild: Thomas Alfödi)



Symbiosen zwischen Mykorrhiza-Pilzen (blau) und Wurzeln (weiss) verbessern die Nährstoffaufnahme der Pflanzen.
(Bild: Paul Mäder)

Pflanzen befallen. Mit Kulturmassnahmen kann man dieses Gleichgewicht beeinflussen.

Beeinflussung der mikrobiologischen Bodenaktivität durch Kulturmassnahmen

Das Bodenleben ist ein Zusammenspiel unzähliger Mikroorganismen, die in einem empfindlichen Gleichgewicht miteinander stehen. Viele Faktoren können dieses Gleichgewicht beeinflussen und der Gärtner hat die Möglichkeit, darauf Einfluss zu nehmen. Die wichtigsten Kulturmassnahmen, welche das mikrobiologische Gleichgewicht beeinflussen, sind die Bodenbearbeitung, die Düngung und die Pflanzenwahl.

● **Bodenbearbeitung:** Die Bodenbearbeitung muss so durchgeführt werden, dass die Bodenstruktur geschont wird, damit im ganzen Boden immer genügend Sauerstoff vorhanden ist. Insbesondere darf ein zu feuchter Boden nicht bearbeitet werden.

● **Düngung:** Die Art der Düngung beeinflusst direkt die Mikroorganismen, die bei der Nährstoffmineralisierung invol-

mineralischen Dünger negativ aus, während organische Dünger den Humusgehalt stabilisieren oder sogar verbessern.

● **Pflanzenwahl:** Die Pflanzenwahl und vor allem die Fruchtfolge wirken sich sehr stark auf das Gleichgewicht zwischen Krankheitserregern und Antagonisten aus. Durch enge Fruchtfolgen – oder gar Monokulturen – werden die spezifischen Erreger der angebauten Kulturen gezüchtet. Eine geregelte Fruchtfolge wirkt sich dagegen positiv auf das mikrobiologische Gleichgewicht des Bodens aus.

Kompost: ein wertvolles Hilfsmittel

Die Zugabe von hochwertigem Kompost ist eine Möglichkeit, die mikrobiologischen Eigenschaften des Bodens zu verbessern. Seine stabilisierte organische Substanz verbessert die Bodenstruktur, was den Mikroorganismen zugute kommt. Zudem entwickelt sich während der Reifungsphase des Kompostes eine vorteilhafte Mikroflora. Diese wirkt sich positiv auf das mikrobiologische Gleichgewicht des Bodens aus, insbesondere in intensiv genutzten Böden.

Kurzfristig kann sich die Pflege der mikrobiologischen Aktivität des Bodens leicht negativ auf den Pflanzenertrag auswirken. Mittel- und langfristig zahlt sich jedoch diese Investition für die Zukunft klar aus.



Kompoststreuer: Kompost aktiviert das Bodenleben und verbessert die Bodenstruktur.
(Bild: Jacques Fuchs)