

MIKROLEBEN IM BODEN

Wenn man eine Handvoll Erde betrachtet, kann leicht der Eindruck entstehen, dass es sich bei Boden um mehr oder weniger totes Material handelt. Doch der Schein trügt! In jedem Gramm fruchtbaren Bodens wimmelt es nur so von Leben und heftiger Aktivität. Wir müssen uns nur in eine andere Größenskala begeben.

Über eine Milliarde Bakterien, Millionen von Pilzen und Tausende von Kleinstlebewesen leben in einem Gramm fruchtbaren Bodens. Addiert man die Oberflächen aller Partikel eines Gramms Bodens, ergibt sich eine Fläche von bis zu 2 Quadratmetern. Diese Fläche dient zahlreichen Mikroorganismen als Siedlungsraum.

Ein gesundes funktionierendes Bodenleben ist die Voraussetzung für den Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und damit für eine nachhaltige Landwirtschaft.

Pflanzen benötigen für ihr Wachstum mindestens 17 verschiedene Elemente. Manche nur in geringen Mengen als Spurenelemente, wie z.B. Molybdän. Andere, wie z.B. Stickstoff, werden in größeren Mengen benötigt. Fast alle diese Elemente kommen in verschiedenen Verbindungen vor, die ständig in bio- und geochemischen Kreisläufen umgewandelt werden. Wichtige Teilprozesse z.B. des Stickstoff-, Phosphor- oder Schwefelkreislaufs werden durch Mikroorganismen katalysiert, ohne deren Aktivität Leben auf der Erde nicht möglich wäre. Bodenmikroorganismen sind das letzte Glied in einer Nahrungskette und sorgen als Destruenten (Abbauer) dafür, dass die Stoffkreisläufe wichtiger Elemente geschlossen sind. Dadurch, dass sie in den Boden gelangte organische Substanzen wie Wurzeln, Blätter, Pflanzenreste, Gründüngung, Gülle, Mist und abgestorbene Tiere in eine anorganische und damit pflanzenverfügbare Form überführen, werden nicht nur Stoffkreisläufe geschlossen, sondern die Ernährung der Pflanzen gesichert. Anders als Tiere und Menschen können Pflanzen keine komplexeren organischen Verbindungen aufnehmen und verdauen, sondern sind auf die mineralische, anorganische Form (Nährsalze) angewiesen. Ohne Mikroorganismen würden die Böden verarmen, da die organischen Substanzen nicht mehr mineralisiert würden.

Oftmals leiten spezialisierte Mikroorganismen den Abbau ein. Durch die katalytische Wirkung ihrer Enzyme werden jedoch die Substanzen nur bis zu einem bestimmten Grad abgebaut. Die anschließenden Zersetzungsvorgänge werden dann von anderen sich gegenseitig ablösenden Mikroorganismengruppen weitergeführt, wobei die Milieubedingungen (Temperatur, Feuchte, pH-Wert, Sauerstoffkonzentration etc.) eine wichtige Rolle spielen.

Organische Substanzen pflanzlicher sowie tierischer Herkunft sind für die Mikroorganismen teils leicht, teils schwer zersetzbar. Kohlenhydrate (Zucker, Stärke, Cellulose, Hemicellulose, bzw. Polyosen, Pektin etc.) und auch Proteine und Proteinderivate lassen sich oftmals mehr oder minder leicht abbauen. Dagegen sind Stoffe wie Lignin, manche Fette, Harze, Wachse, Gummi u.a. sehr schwer angreifbar bzw. zersetzbar.

Schwer abbaubare natürliche Stoffe führen im Boden zu einer Ansammlung von Abbauzwischenprodukten, die in die Humusbildung eingehen und eine wichtige Rolle für die Bodenfruchtbarkeit spielen. Wichtige Ausgangssubstanzen für die Huminifizierung sind Cellulose und Lignin, die zu den wesentlichen Bestandteilen pflanzlicher Zellwände gehören. Bei der Huminifizierung wird organisches Ausgangsmaterial zersetzt und in amorphe, hochpolymere dunkelgefärbte Huminstoffe umgewandelt. Diese werden vor allem im Oberboden angereichert und haben einen positiven Einfluss auf die Bodenfruchtbarkeit, die Durchlüftung und den Wasserhaushalt des Bodens.

Neben den erwähnten Abbautätigkeiten haben noch andere bakterielle Fähigkeiten eine große Bedeutung für die Nährstoffgehalt des Bodens. So sind z.B. einige Bakterien in der Lage, elementaren Stickstoff (N_2) aus der Luft zu fixieren und in eine pflanzenverfügbare Form

umzuwandeln. Da die Menge an pflanzenverfügbarem Stickstoff häufig der limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum ist, handelt es sich um eine wichtige Bereicherung.

Mikroorganismen tragen darüber hinaus auch zur Verbesserung der Bodenstruktur bei. Pilzfäden „umspinnen“ lockere Bodenpartikel und fassen sie zu Krümeln zusammen, Bakterien Schleime verkleistern die Mineralbestandteile des Bodens und schaffen so stabile Strukturen.

Wechselwirkung zwischen Pflanzen und Mikroorganismen

Mikroorganismen besiedeln die oberirdischen Teile der Pflanzen und gehören hier zu einem komplexen Ökosystem das mit der natürlichen Flora auf der menschlichen Haut oder den Schleimhäuten vergleichbar ist.

Aber auch im Boden gibt es zahlreiche Wechselwirkungen zwischen Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln.

Pflanzenwurzeln nehmen Wasser und Nährelemente aus dem Boden auf. Weniger bekannt ist die Tatsache, dass Wurzeln auch eine Vielzahl von Substanzen wie Zucker, Enzyme oder organische Säuren in den umgebenden Boden abgeben. Diese pflanzeigenen Stoffe helfen dabei, Nährstoffe aus dem Boden zu lösen oder dienen als Nahrung für Bakterien und Pilze. Es ist daher nicht überraschend, dass die Anzahl von Bakterien in unmittelbarer Nähe der Wurzeln (1-3 mm), der sogenannten Rhizosphäre, um ein Vielfaches höher sein kann als im wurzelfernen Boden.

Die Rhizosphäre stellt für Mikroorganismen eine Art „Futteroase“ in ansonsten nährstoffarmen Böden dar. Der Nutzen ist aber durchaus gegenseitig. Die Pflanze profitiert von den Rhizosphärebakterien, da diese bei der Mobilisierung von Nährstoffen aus dem Boden helfen und pflanzliche Wachstumshormone (Cytokinine, Auxine, Gibberelline) abgeben können, die das Pflanzenwachstum fördern.

In der Rhizosphäre leben jedoch nicht nur gutartige Bakterien, sondern auch Erreger von Pflanzenkrankheiten, welche die Gesundheit der Pflanze bedrohen. Diese wiederum werden von „Kontrollorganismen“ daran gehindert, sich ungebührlich auszubreiten. In der Rhizosphäre findet also eine organisierte „biologische Kontrolle“ statt, bei der Rhizosphärebakterien die Wurzeln vor Krankheitserregern schützen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Bedeutung der Mikroorganismen für das Ökosystem Boden und die darin verwurzelten Pflanzen enorm groß ist. Man weiß mit Sicherheit, dass Bodenmikroorganismen einen positiven Einfluss auf die Nährstoffversorgung der Pflanzen, ihr Wachstum, ihre Widerstandsfähigkeit gegen Krankheitserreger, die Bodenfruchtbarkeit und -struktur haben.

Es ist bereits mehrfach gelungen, Mikroorganismen mit derartigen Eigenschaften aus der Rhizosphäre zu isolieren und im Labor zu vermehren. In Versuchen konnte gezeigt werden, dass Pflanzen, die mit künstlich vermehrten Rhizosphärebakterien beimpft wurden, wesentlich besser wuchsen als nicht beimpfte Kontrollen.

Mit mikrobiologischen Garten- bzw. Landwirtschaftsprodukten öffnet sich die Möglichkeit, dem Boden gezielt hilfreiche Bakterien zuzusetzen und von ihren umfassenden Fähigkeiten zu profitieren. Besonders attraktiv ist hierbei, dass derartige Produkte, sofern es sich um natürliche Mikroorganismen handelt, 100% nachhaltig und ungiftig sind.