



Der Kosmos unter unseren Füßen

Während eines Waldspaziergangs geniessen wir die Ruhe. Was wir nicht bemerken: Unter unseren Füßen pulsiert vielfältiges Leben – der Motor unserer eigenen Existenz: Denn dank der meist winzigen Lebewesen im Boden gibt es überhaupt Leben auf der Erdoberfläche.

Lebensraum Boden

Boden ist ein dreidimensionaler Lebensraum, der aus verschiedenen Stockwerken aufgebaut ist. Auch wenn uns der Boden als kompakte Schicht erscheint: Zwischen seinen Bestandteilen hat es viel Platz für das Heer von Lebewesen, die die unterirdische «Fabrik des Lebens» am Laufen halten. In der Regel besteht etwa die Hälfte des Bodens aus Hohlräumen unterschiedlichster Grösse. Die meisten sind mikroskopisch klein.

Der feste Bestandteil des Bodens bildet ein filigranes Gerüst, das in der obersten Schicht meist aus Tonplättchen, Humusteilchen und Sand besteht. Die Zwischenräume – die Bodenporen – sind entweder mit Wasser oder Luft gefüllt und Aufenthaltsort von Tieren, Pflanzen und Pilzen. Der Lebensraum hat gigantische Ausmasse: Die gesamte bewohnbare Fläche einer Handvoll tonhaltiger Erde beträgt über einen Quadratkilometer. Viele Milliarden Kleinstlebewesen, sogenannte Mikroorganismen, besiedeln ein solches Stück Boden. Jedes Erdbröckchen ist für sie eine nahezu unendliche Landschaft.

Überwältigende Vielfalt

Nur ein Bruchteil der im Boden lebenden Arten ist der Wissenschaft bekannt. «Wir wissen mehr über die Bewegung der Himmelskörper als über den Boden unter unseren Füßen», klagte

bereits Leonardo da Vinci vor über 500 Jahren. Daran hat sich bis heute wenig geändert. Fest steht, dass sich in einer Handvoll Erde mehr Organismen tummeln als Menschen auf der Erde. In einem Gramm Boden konnten bis zu 50 000 Bakterienarten und bis zu 200 Meter Pilzfäden nachgewiesen werden. Das Gewicht aller Lebewesen in den Bodenschichten einer Hektare Land kann bis zu 15 Tonnen betragen, was dem Gewicht von etwa 20 Kühen entspricht. Zum Vergleich: Das Gras einer Hektare Wiese ernährt im Flachland gerade einmal zwei Kühe.

Für den Menschen ist der Boden mit all den Lebewesen eine gigantische, noch wenig erforschte «Apotheke». Alexander Fleming entdeckte 1928 die bakterientötende Wirkung des ersten Antibiotikums, des Penicillins. Der Stoff wird von einem bodenbewohnenden Schimmelpilz ausgeschieden. Seither haben Forschende weltweit unzählige Bodenlebewesen gesammelt und geprüft, ob die Einzeller, Bakterien, Pilze, Algen, Flechten und Pflanzen ebenfalls Antibiotika herstellen. Dabei wurden zahlreiche neue Wirkstoffe entdeckt, darunter fast alle, die bisher therapeutische Bedeutung erlangt haben. Das Potenzial für weitere Medikamente ist gross, aber noch nicht einmal ansatzweise ausgeschöpft.

Pulsierendes Leben

Die Nahaufnahmen von Bodenorganismen zeigen eindrücklich, wie vielfältig, spannend und wunderschön Bodenorganismen sein können. Der Boden strotzt vor Leben. Und es ist kein kunterbunt zusammengewürfelter Haufen: Wie die Artengemeinschaft über dem Boden leben die unterirdischen Lebewesen in einem komplexen Beziehungsnetz. Es gibt Fleisch-, Pflanzen-, Aas- und Allesfresser.

Zwischen Pflanzenwurzel (gelb) und Mykorrhizapilz (grün) besteht eine spezielle Handelsbeziehung. Die Pflanzen versorgen den Pilz mit Zucker. Der Pilz liefert Nährstoffe, schützt die Wurzeln vor Krankheitserregern, verbessert die Wasseraufnahme und macht seine Partner resistenter gegen Trockenheit.

Amöben sind gefräßige Einzeller. Mit ihren «Scheinfüsschen» umfliessen sie ihre Beute. Als Räuber prägen sie die Entwicklung der Mikrofauna im Boden und tragen zum ökologischen Gleichgewicht bei.

Teamarbeit ist im Boden allgegenwärtig. Eine bestimmte Pflanzengruppe, die Leguminosen, zu denen Klee und Bohnen zählen, ist eine enge Partnerschaft mit Bodenbakterien eingegangen. Diese kleinen Fabrikanten können den Luftstickstoff so umwandeln, dass er von den Pflanzen genutzt werden kann. Im Gegenzug versorgt die Pflanze die Bakterien mit Zucker.

Noch viel weiter verbreitet ist die enge Wechselbeziehung zwischen Wurzeln und Bodenpilzen. Über 80 Prozent der Pflanzenarten unterhalten eine solche nützliche Symbiose, die sogenannte Mykorrhiza («verpilzte Wurzel»). Der Pilz wächst dabei in oder um die feinen Wurzeln und vergrößert das Wurzelsystem beziehungsweise die Kontaktfläche mit dem Boden. Der Pilz liefert Wasser und Nährstoffe, die Pflanze Zucker. Bekannte Wurzelpilze sind der Steinpilz oder der Knollenblätterpilz, die das Wachstum von wichtigen Baumarten wie der Fichte fördern. Das dichte Fadengeflecht um die Wurzeln hält zudem Schadstoffe und Krankheitserreger von den Wurzeln fern.

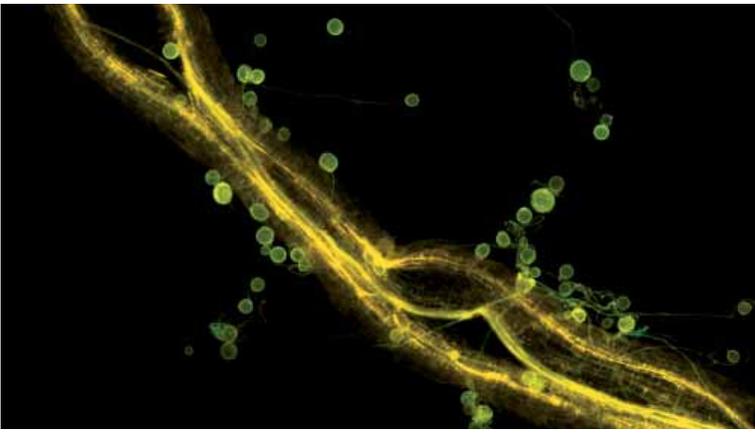
Den Treibstoff für die unterirdische Welt liefern die oberirdischen Pflanzen mit ihren Wurzelabscheidungen und den abgestorbenen Blättern, Stängeln und Ästen. Das anfallende Material wird insbesondere von Regenwürmern, Insektenlarven, Schnecken, Springschwänzen, Milben, Asseln, Fadenwürmern, Einzellern, Bakterien und Pilzen verwertet, die selbst Nahrungsgrundlage für viele weitere Organismen sind. Der «Hai» unter den Bodentieren ist der Maulwurf. Er jagt mit Vorliebe Regenwürmer, die ihren Darm mit vermodertem Pflanzenmaterial und Erde füllen. Aufgrund ihrer Lebensweise spielen die Regenwürmer eine besondere Rolle als «Ingenieure» der Bodenwelt. Während sie sich durch die verschiedenen Bodenschichten fressen, vermengen sie organisches und anorganisches Material und bilden

eine stabile Bodenstruktur, die ihn weniger anfällig macht für Erosion. Die Röhren der Regenwürmer lockern und belüften den Boden, sorgen dafür, dass Regenwasser rasch abfließen kann, und erleichtern das Wachstum der Pflanzenwurzeln. Die Regenwürmer allein vermögen in einem Jahr in einem Kubikmeter Boden bis zu zwölf Kilogramm Erde umzulagern.

Die Pflanzen an der Erdoberfläche sind weitgehend von den Bodenorganismen abhängig – und umgekehrt. Auf einer fussballfeldgrossen Fläche können Bodenlebewesen in einem Jahr bis zu 25 Tonnen abgestorbenes Pflanzenmaterial und verendete Tiere zersetzen und aufbereiten. Ohne sie würde auf den Wiesen und in den Wäldern ein gigantischer Freiluft-Komposthaufen endlos in den Himmel wachsen.

Wertvoller Humus

Die Bodenorganismen leisten rund um die Uhr Schwerstarbeit. Die tote organische Masse wird abgebaut und zu einer stabilen Substanz, dem Humus, umgebaut. Ohne den wertvollen Humus wäre der Boden nicht viel mehr als ein überdimensionierter Sandkasten. Die organische Substanz ist eine verlässliche Nährstoffquelle für die Pflanzen sowie Speichermedium für Wasser, Schadstoffe und Kohlenstoff. Beim Nährstoff-, Wasser- und Kohlenstoffkreislauf spielt der Humus deshalb eine zentrale Rolle.



Pseudomonas-Bakterien schützen eine Weizenwurzel vor schädlichen Organismen. Sie produzieren einen Cocktail aus giftigen Substanzen, die gegen schädliche Pilze und sogar gegen Insekten wirkt. Die winzigen Helfer werden mit rund 10 Prozent der Energie belohnt, die bei der Photosynthese gewonnen wird.

