Zeitschrift: Kultur und Politik : Zeitschrift für ökologische, soziale und wirtschaftliche Zusammenhänge

Herausgeber: Bioforum Schweiz

Band: 23 (1968)

Heft: 2

Artikel: Das Leben im Ackerboden

Autor: Stöckli, Alois

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-890231

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das Leben im Ackerboden

Von Dr. Alois Stöckli *

Jedem denkenden Menschen drängt sich von Zeit zu Zeit immer wieder die Frage auf: Was ist der Boden und was spielt sich darin ab? Diese Frage wird meist dahin beantwortet, daß der Boden das Verwitterungsprodukt der Erdrinde sei und als solches den Pflanzen als Standort und Nährstofflieferant zu dienen habe. Mit dieser Erklärung wird dann auch die Vorstellung verknüpft, daß die Pflanzenwurzeln die Fähigkeit haben, sowohl den festen Bodenbestandteilen, wie auch dem Bodenwasser alle zum Leben der Pflanze notwendigen Stoffe zu entziehen. Demnach würden sich also alle festen Bodensubstanzen bei der Pflanzenernährung vollständig passiv verhalten. Sie würden lediglich durch den Einfluß der Atmosphärilien und die Tätigkeit der Pflanzenwurzeln gewissen Veränderungen unterworfen. So einfach ist aber die Sache doch nicht. Prof. Nowacki gibt vom landwirtschaftlich genutzten Boden folgende Definition: «Der Boden stellt eine lose gefügte Masse dar, in welcher größere und kleinere bis verschwindend kleine Gesteinstrümmer mit Mineralsalzen, Humussubstanzen, Wasser, Luft pflanzlichen und tierischen Lebewesen zu einem in sich beweglichen und veränderlichen Ganzen vereinigt sind.» Diese Erklärung sagt uns, daß der Boden an und für sich auch ohne die Mitwirkung von Pflanzen fortwährend Veränderungen unterworfen ist. Diese Zustandsänderungen sind einmal bedingt durch das Klima. Temperaturschwankungen, Hitze, Frost, Wind, Niederschläge usw. beeinflussen die Bodentemperatur und den Wasser- und Luftgehalt, sowie die Zirkulation von Wasser und Luft, verursachen die Wanderung der löslichen Nährstoffe, erhöhen oder erniedrigen die Nährstoffkonzentration des Bodenwassers, bewirken Veränderungen in der Lagerung der festen Bodenbestandteile und begünstigen oder hemmen die Verwitterung des Bodenskelettes.

* Dr. A. Stöckli ist wohl einer der besten Kenner der Bodenfauna. Sein Aufsatz erschien 1940 als Nr. 6 in den vom Verlag Benteli AG. Bern herausgegebenen «Schweizerischen Landwirtschaftlichen Monatsheften». Wir freuen uns, mit Erlaubnis des Verfassers einen wichtigen Ausschnitt seiner Lebensarbeit abdrucken zu dürfen und so mitzuhelfen, diese der Vergessenheit zu entreißen.

Alle diese Vorgänge, die in ihrer Gesamtheit als Verwitterung bezeichnet werden, können nun samt und sonders auch durch die Tätigkeit der im Boden lebenden Organismen ausgelöst werden. Es existiert daher neben der rein chemisch-physikalisch bedingten Verwitterung eine ebenso bedeutende biologisch verursachte Zustandsänderung des Bodens.
Wegen der Unstabilität der Bodeneigenschaften und der schon erwähnten Tatsache, daß ein Teil des Bodens aus Organismen besteht, wird dieser gelegentlich auch mit einem Lebewesen verglichen. Wenn wir nun aber im folgenden vom Boden als einem Lebewesen sprechen wollen, so haben wir vorerst den Beweis zu erbringen, daß er alle Merkmale eines lebenden Organismus besitzt. Das wesentlichste Merkmal der Lebewesen besteht in ihrer Fähigkeit, ihre Körpersubstanz aus artfremden Stoffen aufzubauen. Der Effekt davon ist Wachstum und Fruchtbarkeit. Mit der Ueberführung von artfremden Stoffen in arteigene ist natürlich auch vielfach ein Stoffabbau oder -umbau verbunden. Weiterhin verlangt der Unterhalt des Lebens einen gewissen Stoffverbrauch. Diese Lebensprozesse führen dabei zur Bildung von Stoffwechselprodukten. Das Wichtigste davon ist die Atmungskohlensäure. Zeigt nun der Boden wirklich alle die aufgeführten Lebensäußerungen?
Ausdrücke aus der Praxis wie «gewachsener Boden», «Bodenkraft» und «Bodenfruchtbarkeit» deuten darauf hin, daß der Landwirt die Scholle von jeher als etwas Lebendes empfunden hat. Und nicht umsonst wird der Boden auch als «unsere Mutter Erde» angesprochen. Doch mit dieser an sich richtigen Einstellung, die sich auf gründliche Beobachtung stützt, dürfen wir uns nicht zufrieden geben. Wir müssen den exakten Beweis erbringen, daß sich im Boden wichtige Vorgänge abspielen, die nur durch Lebewesen ausgelöst werden können.
Auf einem ausschließlichen Gemenge von Gesteinstrümmern, Wasser und Luft können keine anspruchsvollen Pflanzen gedeihen. Einem solchen Boden fehlt vor allem der hiezu nötige Stickstoff. Das Regenwasser enthält zwar geringe Mengen von Nitraten. Sie gestatten aber bloß die Entwicklung von anspruchslosen, eutotrophen Mikroorganismen. Sobald Gesteine mit den Atmosphärilien in Berührung kommen, werden sie gleichzeitig mit der chemisch-physikalischen Verwitterung auch durch pflanzliche Mikroorganismen angegriffen. Die Algen im Verein

mit Pilzen und Bakterien, wie man sie gelegentlich als gelbe, graue, grüne oder sogar schwarze Beläge an Felswänden, Felsblöcken und Mauern beobachten kann, sind die ersten Besiedler des Bodens. Nach ihrem Ableben lassen sie auf dem Substrat tote organische Substanz zurück, die sich bald in stickstoff- und kohlenstoffreichen Humus umsetzt. Der Boden erhält also Stickstoff und Humus durch die Tätigkeit von Mikroorganismen, wodurch er dann allmählich befähigt wird, auch für anspruchsvollere Organismen als Standort und Nährstoffquelle zu dienen. Auf diese Weise assimiliert er Stoffe aus der Luft und bildet daraus diejenigen Bestandteile, die für seine Fruchtbarkeit von ausschlaggebender Bedeutung sind. Der Boden nimmt in seiner Entwicklungszeit an Masse zu: er wächst, daher auch die Bezeichnung «gewachsener Boden».

Ein weiteres unerläßliches Merkmal des Lebens ist die Atmung. Dabei wird Kohlensäure in Freiheit gesetzt. Wie steht es nun in dieser Beziehung mit dem Boden? Nach Untersuchungen verschiedener Forscher werden pro Hektar Ackerboden jährlich 80—150 q Kohlensäure an die Atmosphäre zurückgegeben. Dazu kommt noch die im Boden zurückgehaltene Kohlensäure, welche dort die Aufschließung von Mineralnährstoffen veranlaßt. Die Atmungskohlensäure der Pflanzenwurzeln ist in der oben erwähnten Zahl nicht mit inbegriffen, so daß hiefür lediglich die Atmungsprozesse der Bodenorganismen in Betracht kommen. Der Tätigkeit dieser Lebewesen sind aber noch andere wichtige Stoffumsetzungen zu verdanken, wie beispielsweise die Bildung von Ammoniak und Nitrat und die Aufschließung von Mineralnährstoffen durch Bildung von Säuren. Aber auch die Festlegung von Nährstoffen in der Körpersubstanz der Mikroben ist für die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit von großer Wichtigkeit. Die überschüssigen Nährstoffe werden auf diese Weise magaziniert und vor Auswaschung in den Untergrund geschützt. Die Bodenlebewelt bildet allein eine Stickstoffreserve von annähernd 1000 kg pro ha.

Wir haben also die Fruchtbarkeit des Bodens weitgehend der Mitwirkung der in ihm lebenden Organismen zu verdanken, da wichtige Vorgänge, die sowohl für die Beschaffenheit wie für den Nährstoffgehalt und die Aktivität des Bodens von ausschlaggebender Bedeutung sind, ausschließlich auf die Lebensäußerungen von Mikroben zurückgeführt werden müssen.

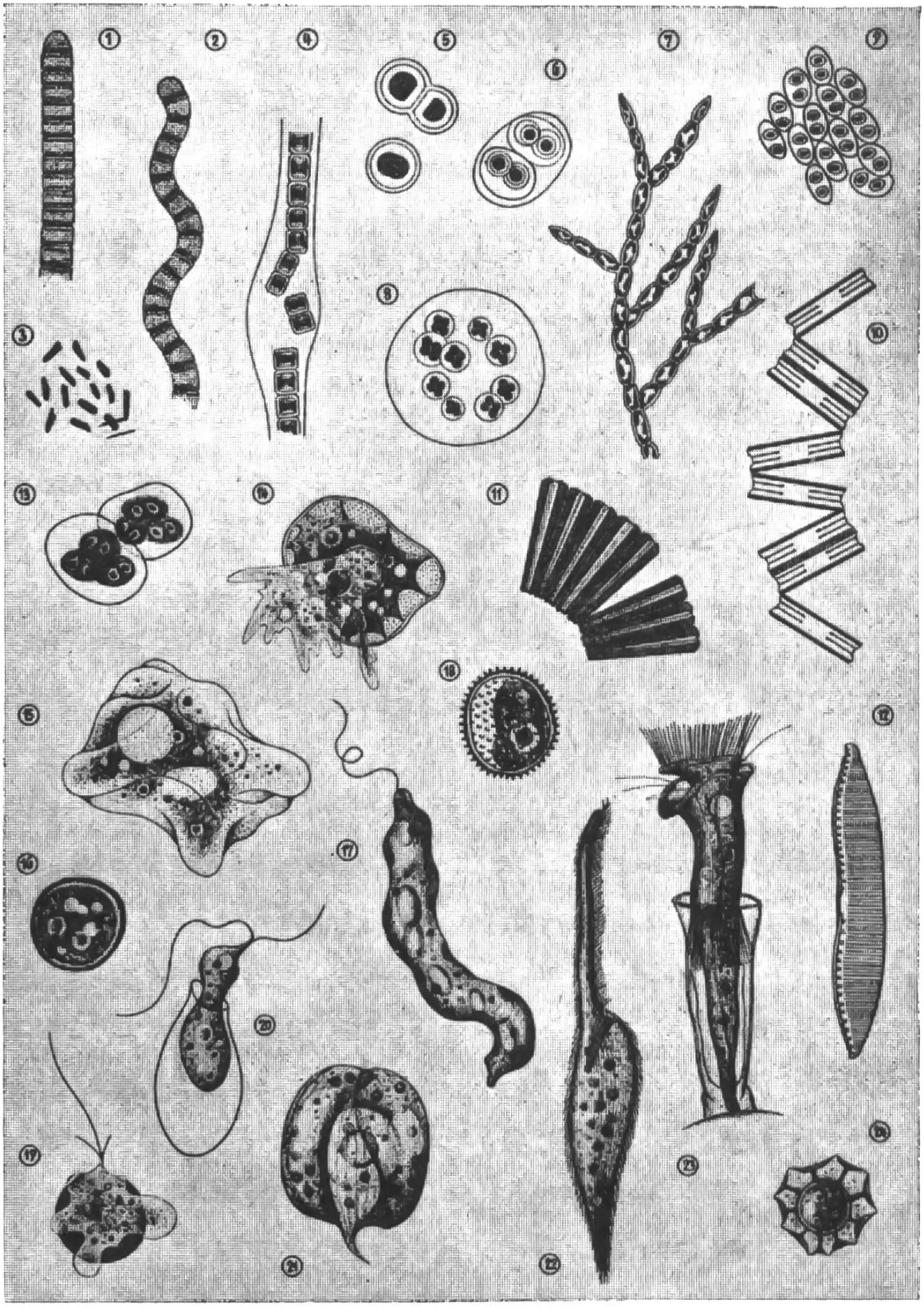
Nachdem wir nun mit den Hauptleistungen der Bodenorganismen vertraut geworden sind, wollen wir die einzelnen Gruppen etwas näher kennenlernen. Einzelne Vertreter der Bodenfauna sind uns allen bekannt. Es sind die Engerlinge, Schnecken, Drahtwürmer und Ameisen. Diese stehen aber beim Praktiker in nicht gerade guter Erinnerung; man würde vielerorts gerne auf ihre Mitarbeit verzichten, und das mit vollem Recht. Aber es ist hier wie überall im Leben. Man kennt nur die unangenehmen Glieder einer Lebensgemeinschaft; die stille und aufopferungsvolle Arbeit der unzähligen unbekannten Kleinen wird übersehen und nicht gewürdigt. So ist es bis heute den Millionen und Abermillionen von Lebewesen ergangen, die stündlich und täglich ihr Bestes für die Schaffung und Erhaltung der Fruchtbarkeit unserer Scholle geleistet haben. Wir erfüllen daher nur eine Dankespflicht, wenn wir uns im folgenden mit den Kleinlebewesen, die «im Verborgenen blühen», etwas eingehender befassen.

Die Algen

Der Boden besitzt eine charakteristische Flora aus Grün-, Blau- und Kieselalgen, die im wesentlichen über die ganze Welt vom gleichen Typus ist. Sie wachsen und vermehren sich unter zwei sehr verschiedenen Bedingungen.

An der Oberfläche, wo sie dem Licht ausgesetzt sind, assimilieren sie mit Hilfe ihres Chlorophylls Kohlendioxyd, wodurch sie organische Substanz produzieren. Unter diesen Bedingungen führen die Algen dem Boden Energiematerial zu und entnehmen ihm Nitrate und andere Nährstoffe genau so wie die grünen Pflanzen. Bei der Neubildung von Boden gewinnt dieser Vorgang eine besonders große Bedeutung. Nach der völligen Zerstörung des Bodens und der Vegetation durch den vulkanischen Ausbruch auf Krakatau im Jahre 1883 waren sechs Arten von Algen die ersten Ansiedler auf den völlig nackten Mineralschichten. Sie bereiteten so eine erste, wenn auch spärliche Unterlage, auf der dann später die durch die Vögel und den Wind hergebrachten Samen wachsen konnten.

In den tieferen Schichten des Bodens außerhalb der Reichweite des Lichtes leben die Algen saprophytisch von der vorhandenen



Erklärungen siehe Seite 23 — Die Bildseite ist dem Buche von A. Francé-Harrar — «*Humus* — Bodenleben und Fruchtbarkeit» entnommen.

organischen Bodensubstanz. Man kann daher das Chlorophyll der Algen als eine Ergänzungseinrichtung ansehen, die dann in Funktion tritt, wenn Licht zur Verfügung steht. Man darf annehmen, daß je Gramm Boden ca. 100 000 bis 200 000 Algen vorkommen. Ihr Gewicht erreicht in guter Ackererde pro Hektare ca. 100—150 kg.

Die Bakterien

Die Bakterien sind die weitaus wichtigsten Organismengruppen im Boden. Sie wurden lange Zeit als die einzigen bedeutsamen Bodenorganismen angesehen. Sie erhielten daher das ausschließliche Interesse der Laboratorien der meisten landwirtschaftlichen Hochschulen und Versuchsstationen. Die Bodenbakterien nehmen an den meisten im Boden sich abspielenden chemischen Umsetzungen teil. Eine große Zahl von ihnen greift die einfacheren Kohlenhydrate an; andere hingegen zersetzen die Zellulosen. Die Oxydation von Ammoniak zu Nitrit und Nitrat, der Abbau der Eiweißkörper, wie auch die Bindung von gasförmigem Luftstickstoff ist eine Funktion gewisser Bakterienarten. Die Assimilation von Ammoniak-Nitrat und Kohlenstoff wird ebenfalls — jedoch nicht ausschließlich — von Bakterien hervorgerufen. Zwischen Bakterien und Pilzen besteht ein interessanter Unterschied. Die Pilze nehmen ca. 20—60% des Kohlenstoffes des von ihnen zersetzten Materials wieder auf, während die Bakterien viel weniger, nur 1—30%, meist aber 5—10%, wieder assimilieren. Anderseits legen die Bakterien auf einen Teil Kohlenhydrate beträchtlich größere Mengen Stick-

---

Einzellige Organismen

1, 2, 5, 6, 9	Blaualgen	14	Bodenwurzelfüßler
4, 7, 8, 13	Grünalgen	15, 16	Bodenamöben
3	Knöllchenbakterie	17—21	Flagelatten
10	Erdkieselalge	22, 23	Infusorien
11, 12	Kieselalgen	24	Cyste eines Bodeninfusors

stoff fest, indem sie in ihrer Trockensubstanz 10—12% Stickstoff enthalten, wogegen die Trockensubstanz der Pilze nur 5—8% aufweist. Die Bakterien sind die kleinsten bis heute bekannten Lebewesen. Ihre Körperdimensionen bewegen sich innerhalb weniger Tausendstelsmillimeter. Die mittels Züchtungsmethoden gefundenen Bakterien liegen zwischen 5 und 100 Millionen je Gramm Boden. Bedeutend höhere Werte erzielt man aber, wenn man den Boden direkt mikroskopiert. Auf diese Weise erhält man Zahlen von 200—500 Millionen pro Gramm. Ihr Gewicht beträgt ca. 8000 kg pro Hektare. Eine weitere wichtige Gruppe von Bodenorganismen sind die

Pilze.

Die Pilze stehen sehr unter dem Einfluß der Luftzufuhr. In den oberen Bodenschichten treten sie deshalb zahlreicher auf als in den unteren. Auch der Vorrat an anorganischen Nährstoffen ist von Bedeutung. Dies ist ein auffallender Gegensatz zu den Bakterien, die viel mehr unter dem Einfluß der organischen Substanz stehen als unter dem der anorganischen Nährstoffe. Die Bodenreaktion hinwiederum ist von geringerem Einfluß auf die Pilze als auf die Bakterien. Die Folge ist, daß die Pilze im sauren Boden vorherrschen.

Von allen Bodenorganismen sind die Pilze die sparsamsten im Stoffwechselprozeß, da sie mehr Kohlenstoff aus den angegriffenen Verbindungen in ihre eigene Körpersubstanz umwandeln und weniger Kohlendioxyd produzieren als irgend eine andere Gruppe von Mikroorganismen. Sie assimilieren mehr Stickstoff aus dem Protein und lassen weniger an Ammoniak zurück als die Bakterien. Sie können bis zu 60% der zersetzten Substanz in Pilzgewebe überführen. Die Pilze sind deshalb in erster Linie für die Festlegung des Stickstoffes verantwortlich zu machen. Zwischen ihnen und den höheren Pflanzen herrscht zeitweise ein erbitterter Kampf um den löslichen Stickstoff des Bodens. In diesem Kampf haben einige höhere Pflanzen eine bewundernswerte Lösung gefunden, indem sie mit den Pilzen zwecks Ausbeutung des Bodenstickstoffs eine sogenannte Symbiose, d. h. eine Lebens- oder Interessengemeinschaft oder Aktiengesellschaft gegründet haben. Dies ist besonders der Fall auf sauren, bakterienarmen, stark humosen Böden. Viele Heidekräuter, Koniferen und Orchideen gedeihen nicht oder nur mühselig, wenn gewisse Pilze nicht auf ihren Wurzelenden sitzen. Diese Pilze

sind der Pflanze bei der Stickstoffversorgung behilflich, indem sie die Proteinsubstanzen des Bodens zersetzen und einen gewissen Teil davon den Pflanzen überlassen. Die Bodenpilze sind befähigt, Ammoniak in Protein umzuwandeln; Nitrit oder Nitrat vermögen sie jedoch nicht zu bilden. Es ist außerordentlich schwierig, die Zahl der Bodenpilze festzustellen. Man glaubt aber annehmen zu dürfen, daß ihre Zahl in guten Böden 200—1 000 000 pro Gramm erreichen kann. Das Gewicht der Pilzmasse ist von namhaften Forschern ebenfalls auf 40—100 q pro Hektare geschätzt.

Die Pilze beeinflussen die Bodenfruchtbarkeit in verschiedener Richtung. Sie erhalten die Abbauprozesse aufrecht, wenn die Bedingungen hiezu für die Bakterien zu sauer sind. Sie erweitern also den Bereich, innerhalb dessen sich die normalen Bodenprozesse abspielen. Vor allem spielen die Pilze eine große Rolle bei der Bildung von Humus. Waksman betrachtet sogar den Humus in der Hauptsache als eine Mischung von Pilzmyzelien mit unzersetztem Holzstoff. Eine besondere Art Bodenpilze sind die

Aktinomyceten.

Sie zeigen verwandtschaftliche Merkmale sowohl zu den echten Pilzen, wie zu den Bakterien. Im Gegensatz zu den Pilzen sind sie sehr empfindlich gegen die Bodensäuren. Die genaue Feststellung ihres zahlenmäßigen Auftretens ist mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Je nach Bodenart hat man 1—13 Millionen pro Gramm festgestellt. Es steht ziemlich außer Zweifel, daß ihnen eine besondere Rolle bei Prozessen im Boden zukommt, da sie widerstandsfähige Stoffe, wie Humus, Lignin und Keratin zu zersetzen vermögen.

Damit wollen wir die pflanzlichen Mikroben verlassen und uns den tierischen Bewohnern des Bodens zuwenden. Die kleinsten davon sind die sogenannten Urtierchen oder

Protozoen.

Fortsetzung folgt

Das Große, das unbequem werden kann, wird immer gern auf die Seite geschoben; es gibt eine latente Verschworenheit des bornierten Mittelmaßes, das Bedeutende nicht aufkommen zu lassen.

Georg Mönius