Zeitschrift: Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

Herausgeber: Geobotanisches Institut der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel

Band: 32 (1960)

Artikel: Problematik der Bodenmykologie

Autor: Gams, Walter / Parkinson, Dennis

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377595

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: 15.07.2025

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

SCHADE, A.: Über Letharia vulpina (L.) Vain. – Ber.Bay.Bot.Ges. **30**, 1954 und Feddes Repert. **58**, 1958.
SCHMID, E.: Vegetationsstudien in den Urner Reusstälern. – Ansbach 1923 und Beitr. z.geobot.Landesaufn. **16**, 1930.
SCHMID, E.: Vegetationsgürtel und Biocoenose. – Ber.Schweiz.Bot.Ges. **51**, 1941.
SCHWARZ, U.: Die natürlichen Fichtenwälder des Juras. – Beitr. z.geobot.Landesaufn. **35**, 1955.
SERNANDER, R.: Granskär och Fiby urskog. – Acta Phytogeogr.Suec. **8**, 1936.
SOCZAVA, V.: Zur Phytosoziologie des dunklen Nadelwaldes. – Journ.Soc.Bot.Russ. **15**, 1930 (russ.).
SUZA, H.: A sketch of the distribution of Lichens in Moravia with regard to the conditions in Europe. – Publ.Univ.Masaryk **55**, Brno 1925.
SZWEYKOWSKI, J. und TOBOLEWSKI, Z.: The protection of the spore-plants. – Ochrona Przyrody **26**, 1959.
TAWATA, T., HUSIOKA, T. und MATSUMURA, N.: On recording fog. – Meteor.Stud. **11**, 1953.
TOLMATSCHOV, A. I.: Zur Geschichte der Entstehung und Entwicklung der dunkeln Taiga. – Moskau-Leningrad 1954 (russ.).
WALKER, E. R.: Conditions influencing the growth of Usnea longissima. – The Plant World **13**, 1910.

PROBLEMATIK DER BODENMYKOLOGIE

Von Walter GAMS und Dennis PARKINSON, Liverpool

Herrn Prof. Emil Schmid von seinem Neffen zum 70. Geburtstag gewidmet.

In den letzten Jahren haben sich durch die Entwicklung neuer Methoden die Möglichkeiten für mikrobiologische Bodenuntersuchungen gewaltig erweitert. Im Zusammenhang damit klären sich die Ideen, und eine geeignetere Fragestellung ermöglicht sinnvolleres Arbeiten. In der folgenden Übersicht sollen einige wesentliche Gesichtspunkte zusammengefasst werden, die von zahlreichen Autoren entwickelt worden sind.

Ohne vorerst direkt auf praktische Ziele loszusteuern, herrscht die Tendenz, zum Verständnis der mikrobiell bedingten Vorgänge im Boden zu gelangen. Die Frage wird gestellt: Welche Organismen vollbringen welche Leistungen unter natürlichen und modifizierten Bedingungen? Verstärktes Interesse besteht also an der Aktivität der Mikroorganismen im Boden. Der Begriff Aktivität wird in verschiedenen Bedeutungen verwendet: Er umfasst Wachstums- und Stoffwechselaktivität: Synthese bestimmter Verbindungen und vor allem fermentativen Abbau bestimmter Substrate. Die verschiedenen Arten von Aktivität müssen nicht parallel laufen.

Die aktive Form eines Pilzes ist die myzeliale Phase, während Sporen mit ihrem reduzierten Stoffwechsel kaum eine Rolle spielen. Jedoch nicht jedes

vorhandene Myzel zeigt aktives Wachstum und Stoffwechsel; für viele Formen (besonders solche mit derben Hyphen) ist Myzel ebensogut ein Überdauerungsstadium. Deshalb ist die Verwendung des Wortes Aktivität im Sinne von myzelial irreführend. Jedenfalls ist das myzeliale Stadium eines Pilzes (auch wenn sich die tatsächliche Aktivität nicht nachweisen lässt) von besonderem Interesse, während die Sporulationsphase zurückgesetzt wird. In der Gesamtheit der Bodenpilze gilt es, etliche schwierig zu isolierende Pilze zu erfassen und die zahlreichen üppig gedeihenden Schimmelarten damit ins Gleichgewicht zu bringen, das heisst zurückzusetzen. Viele dieser schwierig erfassbaren Formen sind von wesentlich grösserer Bedeutung in den Umwandlungsprozessen des Bodens als etliche wirklich seltene Formen, die in sehr grossen Versuchsansätzen isoliert werden können.

Boden lässt sich mit einem Atom vergleichen, in dessen Vorgänge kein Beobachter eindringen kann, ohne die Verhältnisse zu stören. An allen Untersuchungsmethoden lässt sich kritisieren, dass sie kein getreues Bild der natürlichen Verhältnisse liefern. Alle Isoliermethoden sind selektiv, der Idealfall einer nicht selektiven Methode lässt sich nicht verwirklichen. Man muss sich der Tatsache dieser Selektivität bewusst sein und trachten, die Bedingungen und Grenzen der selektiven Wirkung festzustellen, so dass eine adäquate Kombination verschiedener Methoden möglich wird. Für genauere Untersuchungen herrscht die Notwendigkeit, verschiedene Techniken anzuwenden und diese so zu wählen, dass sie mit den geringsten Nachteilen und dem geringsten Aufwand den augenblicklichen Fragestellungen am besten entsprechen. Es müssen also etliche fragmentarische Aspekte, gewonnen mit selektiven Methoden, zu einem einigermassen realistischen und umfassenden Bild vereinigt werden. Dies bedeutet Beschäftigung einer Arbeitsgemeinschaft, da ein einzelner Forscher einem solchen Aufgabenkomplex kaum gewachsen ist.

Die qualitative Erfassung von Bodenpilzen umfasst Bestimmung der Arten und Feststellung ihrer Aktivität, was nicht immer zu kombinieren ist, da viele beobachtbare Myzelien nicht isoliert und daher nicht bestimmt werden können.

Isolierung und Reinkultur sind Voraussetzungen für taxonomische und autökologische Untersuchungen eines Pilzes. Für die Isolierbarkeit von Bodenpilzen lassen sich im Hinblick auf alle verfügbaren Methoden folgende Kriterien aufstellen: Fähigkeit des Pilzes, auf den gegebenen Nährböden zu wachsen, Sporulation, rasches Wachstum, geringe Nährstoffansprüche, Toleranz bestimmter extremer Bedingungen (Temperatur oder Chemikalien), hohes konkurrenzfähiges Kolonisationsvermögen («competitive saprophytic ability») für bestimmte Ködersubstrate, widerstandsfähige Hyphen, Submersappressorien in Cellophan [7], Chlamydosporenbildung im Substrat.

Die taxonomische Bearbeitung des Materials muss bis zu einer eindeutig bestimmbaren Einheit geführt werden, entweder zum Artnamen oder zur Nummer einer Stammkultur. Weder ökologisch noch physiologisch können höhere taxonomische Kategorien als natürliche Einheit betrachtet werden, was insbesondere für die bekannten grossen Schimmelpilzgattungen gilt. Es herrschen vielmehr oft innerhalb von Arten physiologische Unterschiede zwischen verschiedenen Stämmen, vor allem zwischen solchen von verschiedener Herkunft.

Die Aktivität des Wachstums lässt sich feststellen durch Methoden der direkten Beobachtung: Untersuchung des kompakten Bodens im Auflicht, von Suspensionen oder besser von Bodenabdrücken oder (mühsamer herzustellenden) Bodendünnschliffen, eingebettet in Kunstharz [11]; oder durch Aufwuchsmethoden. Bei der direkten Beobachtung wird nur der augenblickliche Zustand erfasst und nicht die Dynamik. Bei Aufwuchstechniken werden die Verhältnisse im Boden unkontrollierbar gestört.

Die Kombination von Isolierung und Aktivitätsbestimmung wird ermöglicht einerseits durch einige Aufwuchsmethoden: Die anfechtbaren «screened immersion tubes, screened immersion plates, slide traps» etc., wobei Agar in partiell offenen Behältern in den Boden eingegraben wird (raschwüchsige Formen werden dabei gefördert), oder Trockenmethoden: Glasfasergewebe, Nylongewebe oder -streifen [6], die nach Pilzbewuchs im Boden fein zerschnitten für Isolierungen verwendet werden. Störungen der Bodenverhältnisse sind auch dabei nicht völlig auszuschliessen.

Die andere Möglichkeit besteht in Waschtechniken, die die Isolierung von Hyphen erlauben, die unter natürlichen Bedingungen gewachsen sind. Diese Methoden haben in den letzten Jahren (besonders seit Harley and Waid 1955) einen gewaltigen Aufschwung genommen. Sie erlauben jedoch nur die Feststellung lebensfähiger Myzelien, ohne über die tatsächliche Aktivität Auskunft zu geben. Stark sporulierende Pilze haben meist eine kurze myzeliale Phase, die mit der der Aktivität fast gleichgesetzt werden kann, andere Pilze jedoch überdauern hauptsächlich in Form widerstandsfähigen Myzels und sind daher bei Anwendung dieser Methoden gefördert. Diese Förderung ist jedoch durch die bei allen Isoliermethoden vorhandene Gefahr des Überwachsenwerdens durch allfällig vorhandene raschwachsende Arten kompensiert.

Warcup's Hyphenisoliermethode ist im wesentlichen eine Waschtechnik, da am Beginn bei der Bodenaufbereitung etliche Serien Waschwasser dekantiert werden; ferner gehören hierher Wurzelwaschmethoden, die Waschung von Streupartikeln [15] oder des gesamten Bodens [20, 22]. Sporen werden mehr oder weniger wirksam ausgewaschen und die übrig bleibenden Hyphen isoliert. Dadurch wird nicht nur ein einigermassen adäquates Bild von der

Artenverteilung gewonnen, sondern auch die Erfassung des Artenbestandes entscheidend zugunsten schwierig isolierbarer Formen verschoben.

Entsprechend ihren Abbauleistungen werden Bodenpilze in ökologische Gruppen [8, 9] eingeteilt. Diese lassen sich bestimmen durch physiologische Tests der Reinkulturen oder oft mit Vorteil von vornherein bei der Isolierung durch Anreicherungstechniken: Dabei werden Nährstoffe in flüssiger Form beigemischt oder in fester Form in den Boden eingegraben. Perfusionstechniken mit flüssigen Zusätzen erlauben die Feststellung von Veränderungen dieser Substanzen am Perfusat. Diese Methoden sind jedoch bisher für Untersuchungen von Bodenpilzen zu wenig verwendet worden. Das beste Beispiel eines festen Substrates ist Zellulose, deren Abbau sich besonders schön an Cellophan beobachten lässt. Cellophanstreifen [7] sind ein ausgezeichnetes Mittel zur Isolierung zellulolytischer Pilze. Viele dieser Formen werden durch die konventionellen Methoden leicht übersehen; es sind oft dieselben Arten, die mit Waschtechniken zutage treten. Über zellulolytische Pilze besitzen wir umfangreiche Untersuchungen; der Abbau anderer pflanzlicher und tierischer Substanzen, die meist wesentlich komplexer sind als Zellulose, ist jedoch noch sehr wenig erforscht. Diese Substanzen sind leider meist nicht als transparenter Film verfügbar.

Die quantitative Erfassung von Bodenpilzen ist sehr problematisch. In zahlreichen Arbeiten wurden Bodenpilze quantitativ bestimmt durch Angabe der Keimzahl pro Bodeneinheit mit Hilfe von Verdünnungsmethoden. Im Falle sporulierender Pilze kann ein Keim durch eine Hyphe, einen Sporenbehälter oder eine Spore verschiedener Art dargestellt sein und ist daher zu heterogen, um als Einheit verwendet zu werden. Der Begriff des Pilzindividuums ist im Augenblick der Sporulation völlig verwischt. Durch Verdünnungsplatten und Koloniezählung werden nichtssagende und irreführende Werte erzielt. Es ist müssig, hier im einzelnen die vielfach geäusserten Kritiken gegen die Methode zu wiederholen.

Mit anderen Techniken der direkten Beobachtung oder des Aufwuchses können unter Ausschaltung von Sporen direkt Hyphen bestimmt werden. Es kommt dabei vor allem auf die Unterscheidung zwischen lebenden und toten Hyphen an (Vitalfärbung [13]). Man kann die Zahl der Myzelien oder die Länge der Hyphen bestimmen, für verschiedene Pilzarten auch eine sehr heterogene Vergleichsbasis.

Die Ergebnisse der Waschmethoden lassen sich schliesslich überhaupt nur in relativen Einheiten (isolierte Arten pro Bodenpartikel) ausdrücken, was Vergleiche zwischen verschiedenen Böden ausschliesst.

Die beste Charakterisierungsmöglichkeit für Bestände besteht in der relativen Angabe des prozentualen Anteils der Einzelisolate an der Gesamt-

zahl der Isolierungen (Dominanz im Sinne mancher Autoren), die oft verwendet wird. Sie liefert jedoch nur ein getreues Bild bei Erfassung eines einheitlichen Materials von Hyphen und hat daher erst jetzt bei Verwendung der Waschtechniken ihre Berechtigung (s. unten).

Die beste Methode zur genauen Bestimmung der Aktivität der Gesamtheit der Mikroorganismen eines Bodens ist die respirometrische (neue Methoden in [21]). Manche Autoren ziehen die Messung der Temperaturerhöhung vor. Durch Verwendung selektiver Hemmstoffe (Breitbandantibiotika) kann auf Umwegen die relative Aktivität bestimmter Organismengruppen bestimmt werden durch Ausschaltung der übrigen[1]. Die Bestimmung des Fermentgehaltes von Böden gibt Anhaltspunkte über die Organismenwelt, wenn allgemein verbreitete Fermente (bes. Saccharase) untersucht werden. Die Interpretation der erhaltenen Werte stösst jedoch auf Schwierigkeiten, da kein für solche Experimente geeignetes Ferment universell genug ist, um für alle Organismen ein proportionales Abbild ihrer Stoffwechselaktivität zu geben.

Ökologie und Verbreitung von Bodenpilzen

Nachdrücklich muss auf den Unterschied zwischen der Ökologie höherer Pflanzen und der der Bodenpilze hingewiesen werden. Die räumlichen und zeitlichen Dimensionen sind völlig verschieden, die zu erhaltenden Ergebnisse sind in der Mikrobiologie völlig von der Methodik bedingt. Viel zu oft werden Begriffe der Makro-Ökologie kritiklos auf die der Bodenpilze übertragen und stiften Verwirrung. In einigen Fällen können sie in gleicher Weise verwendet werden, in etlichen anderen erfordern sie neue Definitionen oder sind unbrauchbar.

Der Begriff Sukzession kann zum Beispiel in gleicher Weise für beide Gebiete verwendet werden (obgleich in völlig verschiedenen Dimensionen). Der Begriff Dominanz ist mit Vorsicht zu verwenden, zumal auch für höhere Pflanzen darüber keine einheitlichen Auffassungen bestehen. Von dominanten im Sinne von beherrschenden Arten kann bei Bodenpilzen kaum gesprochen werden (Ausnahme vielleicht *Trichoderma viride* oder Myzelien mancher Basidiomyzeten), wenigstens wissen wir über die gegenseitigen Beziehungen zwischen den Arten viel zu wenig. Für Bodenpilze wird der Begriff meist im Sinne des Prozentsatzes bestimmter Arten an der Gesamtzahl der Isolierungen verwendet. Eine solche quantitative Angabe ist jedoch nur sinnvoll, wenn verschiedene Arten bei gleich starkem Auftreten (myzelial oder aktiv) gleiche Chancen haben, erfasst zu werden. Für Bodenpilze sind

---

[1] persönliche Mitteilung K. Domsch.

diese Chancen völlig von den verwendeten Methoden abhängig. Da wir vor allem an der myzelialen Phase interessiert sind, wollen wir festlegen, dass mit Berechtigung von Dominanz nur gesprochen werden kann bei Isolierung von Hyphen mit Waschtechniken. Die Bestimmung von Frequenz, der Anzahl der Proben, in denen ein bestimmter Pilz vertreten ist, ist nur sinnvoll bei einigermassen vergleichbarem Material: Bei Proben vom selben Standort in geringer Entfernung, bei Proben von gleichartigen Böden oder bei zeitlich getrennten Proben desselben Bodens. Abundanz kann nicht bestimmt werden wegen Mangels einer universell verwendbaren quantitativen Vergleichsbasis.

Bei genauer Untersuchung der Verbreitung der Arten ergibt sich ein sehr dynamisches Bild von raschen Sukzessionen in kleinstem Raum. Der Raum des Gedeihens wird nach drei Grössenordnungen bestimmt: Regional (Hauptfaktor Klima), Standort (vor allem Bodenfaktoren) und Mikrostandort. Durch intensive Verbreitung der Sporen besitzen sehr viele Pilze eine enorme, oft weltweite Verbreitung. Ihr Gedeihen ist dabei lediglich von den beiden anderen Dimensionen bestimmt, wovon der Mikrostandort die wichtigere ist. Zwischen Standort und Mikrostandort bestehen keine scharfen Grenzen. Mikroorganismen sprechen auf sehr feine Umwelteinflüsse an, so dass ein anscheinend homogener Standort in verschiedenen Teilen eine sehr heterogene Mykoflora beherbergen kann (Sappa in [3]).

Die am besten untersuchten Mikrostandorte sind diejenigen der Wurzelregion höherer Pflanzen (Rhizosphäre, Wurzeloberfläche und -gewebe). Weitere wichtige Mikrostandorte sind verschiedene Arten organischen Materials, von frisch gefallenen Pflanzenteilen, Tierleichen und -exkrementen über verschiedene Zersetzungsphasen bis zur amorphen organischen Substanz. Für die Untersuchung stehen uns etliche Waschmethoden (s. oben) und Methoden oberflächlicher Sterilisation zur Verfügung. Von besonderem Interesse sind nämlich einige spezialisierte Formen, die in die Substrate einzudringen vermögen, während die meisten Arten nur an der Oberfläche wachsen.

Bei diesen Untersuchungen treten so deutliche Unterschiede in engstem Raum zutage, dass es oft unmöglich wird, einen ganzen natürlichen Bodenhorizont als Einheit für eine Bodenpilzflora aufzufassen; die sorgfältige Mischung kleiner Einzelproben von einer bestimmten Bodenfläche kann zwar sehr nützlich sein, ist aber nicht immer erfolgreich in der Homogenisierung des Materials.

Die Abhängigkeit der Bodenpilzflora von höheren Pflanzen lässt sich nicht leugnen, sie lässt sich aber nicht vereinheitlichen. Eine Beziehung zwischen Bodenpilzflora und Gesellschaften höherer Pflanzen kann nur festgestellt

werden, insofern diese Anzeiger für bestimmte Bodenfaktoren sind, also oft ein überflüssiger Umweg der Untersuchung. Eine einzige höhere Pflanze bildet schon eine Vielfalt von Mikrostandorten für Bodenpilze und beeinflusst diese durch Wurzelausscheidungen und durch ihre abgestorbene Substanz. Diese Wirkungen der höheren Pflanze können mehr oder weniger spezifisch sein, was das Bild sehr kompliziert.

Aus diesen Tatsachen zieht man mit Vorteil die Konsequenz, möglichst einfache Bestände höherer Pflanzen, besonders Kolonisationsstadien nackter Böden, für ökologische Bodenpilzuntersuchungen heranzuziehen.

Die zeitlichen Veränderungen der Bodenpilzaktivität sind jahreszeitlich und von der Witterung bestimmt (Temperatur und besonders Feuchtigkeit). Jahreszeitliche Gesetzmässigkeiten in verschiedenen Bodentypen spiegeln oft nur klimatische Bedingungen wider [14]. Die Bedeutung der einzelnen Faktoren lässt sich nicht leicht bestimmen; Versuche sind notwendig, die kurzfristige Witterungsunterschiede ebenso erfassen wie jahreszeitliche Unterschiede.

Eine Besonderheit sind weit verbreitete myzetostatische (oder fungistatische) Substanzen im Boden (Dobbs et al. und Jackson in [19]), die einen grossen Einfluss auf das Wachstum der Pilze haben. Die im Boden vorhandene Konzentration kann sich mit der Jahreszeit ändern und daher auch zeitliche Schwankungen im Pilzwachstum hervorrufen. Im einzelnen wissen wir sehr wenig über diese Hemmstoffe; es wird angenommen, dass sie mikrobiologischen Ursprungs sind und vornehmlich von Bakterien gebildet werden. Die Bedeutung dieser Substanzen für Bodenpilze ist wenig bekannt. Sie verhindern Sporenkeimung von Pilzen desselben Bodens, in dem sie festgestellt werden, wie von fremden Arten. Sie dürften grosse Bedeutung für die Überdauerung eines Pilzes besitzen, da sie das sofortige Auskeimen von Sporen verhindern; ebensogut können sie fremde Arten an der Besiedlung eines Bodens hindern. Ihr Einfluss auf die Verbreitung von Arten lässt sich daher nicht beweisen. Das tatsächliche Wachstumsbild dürfte eine Bilanz zwischen Wirkung dieser Hemmfaktoren und zugeführten Nährstoffen darstellen.

Da die Schwierigkeiten synökologischer Untersuchungen immer mehr zutage treten, wendet sich das Interesse in zunehmendem Masse der Autökologie zu. Für Parasiten und Mykorrhizapilze ist dies seit langem eine erfolgreiche Arbeitsrichtung, die übrigen saprophytischen Bodenpilze sind dabei jedoch bisher stark vernachlässigt worden. Autökologische Untersuchungen sind ebenfalls problematisch, da es nicht möglich ist, einen einzelnen Pilz in seiner natürlichen Umgebung zu beobachten. In Reinkultur auf künstlichen Nährböden weichen seine physiologischen Funktionen von

denen im Boden zumindest quantitativ ab. Um die Aktivität eines Pilzes im Boden zu bestimmen, kann man alle übrigen Organismen abtöten, was eine heftige Störung verursacht. (Konkurrenz anderer Arten ist ausgeschaltet, die frischen Leichen bilden ein neues Substrat, wertvolle Ausscheidungen lebender Organismen werden nicht mehr gebildet, chemische Veränderungen des Bodens durch die Sterilisation etc.) Unter natürlichen Bedingungen ist es nur möglich, die Anwesenheit von Myzel der betreffenden Art durch Direktbeobachtung oder Hyphenisolierung (s. oben) festzustellen. Nichtsdestoweniger können alle diese Methoden je nach der Fragestellung wertvolle Ergebnisse liefern.

Charakterisierung von Böden durch Bestandsaufnahmen

Die angeführten methodischen Schwierigkeiten sind von grosser Bedeutung für die Gültigkeit von Bestandsaufnahmen der Pilze in einem Boden. Nur die ökologischen Kategorien der Dominanz und Frequenz halten der Kritik stand, wenn sie mit Vorsicht nach den obigen Definitionen verwendet werden, und ermöglichen Vergleiche zwischen Beständen. Die für diese und andere weniger verlässliche Merkmale zu erzielenden numerischen Werte sind völlig von den verwendeten Methoden abhängig, und es ist oft verfrüht, sie für vergleichende Schlüsse zu verwenden. Artenlisten, obgleich unvollständig, geben Aufschluss über das Vorkommen einiger Arten und können daher eine Grundlage für autökologische Untersuchungen dieser Arten darstellen. Zusammenstellung der Artenlisten aus Arbeiten verschiedener Forscher ist eine Hilfe bei autökologischen Arbeiten; für Vergleiche zwischen verschiedenen Böden können solche Listen jedoch nur verwendet werden, sofern sie mit allergrösster Gründlichkeit nach den dargestellten Prinzipien erarbeitet wurden.

Diese Gründlichkeit vorausgesetzt, kann eine grosse Artenzahl unter normalen Bedingungen erwartet werden und eine geringere unter extremen Bedingungen. Dieser ökologische Grundsatz ist jedoch noch nicht durchgehend bewiesen. Je nach der morphologischen Differenzierung verschiedener Pilzgruppen erreichen manche Gattungen (bes. *Penicillium*) viel leichter eine grosse Artenzahl als viele andere. Eine Gruppierung der gewonnenen Artenzahlen nach taxonomischen Einheiten ist lediglich von floristischem Interesse, während sie, wie oben betont, ökologisch bedeutungslos ist. Eine Analyse der Artenzahlen nach ökologischen Merkmalen kann wertvoll sein, muss aber nicht ein proportionales Bild von deren ökologischer Bedeutung geben. Es ist gefährlich, rasch gewonnene Artenlisten aufzuschlüsseln und den prozentualen Anteil einzelner Gruppen an der «Gesamtheit» festzustellen, und noch gefährlicher, derartige Listen von verschiedenen Autoren,

die mit verschiedenen Methoden arbeiten, zu kompilieren. So viel als Kritik gegen die Aufschlüsselung der Bodenpilzvegetation in Sterndiagrammen nach der Turiner Methode (PEYRONEL in [3]).

Auf quantitativer Basis lassen sich Vergleiche zwischen Beständen nur in ein und demselben Material über verschiedene Zeiträume oder in sehr ähnlichen Böden durchführen. Die Bedeutung äusserer Einflüsse für die Mykoflora lässt sich nur genau bestimmen durch künstliche Veränderung eines Faktors in bestimmter Weise.

Um das Verständnis der Bedeutung von Mikroorganismen in der Pedogenese zu fördern, erscheint es daher zweckmässiger, die Zahl der untersuchten Böden einzuschränken zugunsten einer gründlichen Bearbeitung von wenigen typischen Beispielen.

Praktische Ziele und Erfolge der Bodenmykologie

Die einzigen Gebiete, wo die Bodenmykologie bisher zu praktischen Erfolgen geführt hat, sind die der symbiontischen und parasitischen Pilze. Alle praktischen Arbeiten sind vom Interesse an Nutzpflanzen gesteuert. Die symbiontischen Mykorrhizapilze beginnen praktische Bedeutung zu gewinnen [16] und nematodenfangende Pilze sind indirekt von Nutzen durch Zerstörung schädlicher Nematoden [5]. Zahlreiche Krankheitserreger, die der Boden beherbergt, wurden gründlich untersucht und können manchmal erfolgreich bekämpft werden ([9], umfangreiche phytopathologische Literatur).

Einflüsse von chemischer und mechanischer Bodenbehandlung auf die Pilzflora sind bekannt. Die Bedeutung der erzielten Veränderungen wird aber noch kaum verstanden. Derartige Untersuchungen leiden bisher stark an der Unzulänglichkeit der Methoden. Mit der Korrelation zwischen beobachteter Bodenfruchtbarkeit und dem Vorhandensein bestimmter Mikroorganismen ist noch nicht viel gewonnen. Es wird in Zukunft jedoch eine bedeutende Aufgabe der Mikrobiologie sein, das potentielle Leistungsvermögen eines Bodens, seine Reaktion auf verschiedene Behandlungen, zu bestimmen mit modernen Methoden, vor allem der Respirometrie. Das Verständnis der künstlich verursachbaren Aktivitätsänderungen in der Gesamtheit der Mikroflora und deren Bedeutung für höhere Pflanzen kann zu rationelleren Anbau- und Bearbeitungsmethoden führen.

Dieses Verständnis bedeutet also, zusammenfassend festgestellt, Kenntnis der vorhandenen Organismen (Arten), Kenntnis ihrer Ökologie, einzeln und in der Gesamtheit (Aut- und Synökologie) und ihrer Funktionen, das heisst Physiologie der einzelnen Arten und des gesamten Bodens. Die jüngsten methodischen Fortschritte erwecken grosse Hoffnungen.

Dank: W.G. verdankt zahlreiche Anregungen einem Studienaufenthalt in England, der durch ein Stipendium vom Österreichischen Bundesministerium für Unterricht ermöglicht wurde. Beide Verf. danken Herrn Prof. A. Burges für zahlreiche förderliche Diskussionen, und neben etlichen anderen Kollegen vor allem Dr. K. Domsch, Kiel, für viele wertvolle Anregungen.

Literatur

Um die Liste kurz zu halten, werden methodische Arbeiten nur, soweit sie nicht in [12] enthalten sind, und nur die wichtigsten allgemeineren Arbeiten angeführt. Zahllose weitere Zitate in den angegebenen Sammelbänden [1, 3, 19].

1. Ameryckx, J. et al. (Herausgeber) (1957): Méthodes d'Etude Microbiologique du Sol. – Pédologie Gand.
2. Burges, A. (1958): Micro-organisms in the soil. – Hutchinson Univ.Library, London.
3. VIe Congr. Intern. Sci. Sol, Paris (1956) Vol. C: Biologie du Sol. – Laboureur Cie., Paris.
4. Domsch, K. (1960): Das Pilzspektrum einer Bodenprobe. – Arch.f.Mikrob. **35**, 181–196, 229–247, 310–339.
5. Duddington, C. L. (1956): The friendly fungi. – Faber & Faber, London.
6. Gams, W. (1959): Isolierung von Hyphen aus dem Boden. – Sydowia, **13**, 87–94.
7. Gams, W. (1960): Studium zellulolytischer Bodenpilze mit Hilfe der Zellophanstreifen-Methode und mit Carboxymethyl-Zellulose. – Sydowia **14**, 295–307.
8. Garrett, S. D. (1951): Ecological groups of soil fungi. A survey of substrate relationships. – New Phytologist. **50**, 149–166.
9. Garrett, S. D. (1956): Biology of root-infecting fungi. – Cambridge Univ.Press.
10. Handley, W. R. C. (1954): Mull and Mor formation in relation to forest soils. – Forestry Commission Bull. No. 23. London HMSO.
11. Hepple, Sh. and A. Burges (1956): Sectioning of Soil. – Nature, London **177**, 1187.
12. Johnson, L. F., E. A. Curl, J. N. Bond, and H. A. Fribourg (1959): Methods for studying soil microflora—plant disease relationships. – Burgess Publ.Co. 178 pp. Minneapolis 15, Minn.
13. Lehner, A., W. Nowak, L. Seibold (1958): Eine Weiterentwicklung des Bodenfluorochromierungsverfahrens mit Acridinorange zur Kombinationsmethode. – Landwirtsch.Forschung **11**, 121–127.
14. Loub, W. (1960): Die mikrobiologische Charakterisierung von Bodentypen. – Die Bodenkultur, A **11**/1, 38–70.
15. Kendrick, W. B. (1958): Microfungi in Pine litter. – Nature, London **181**, 432, und Dissertation Liverpool.
16. Moser, M. (1958): Die künstliche Mykorrhizaimpfung an Forstpflanzen. – Forstw. Cbl. **77**, 32–40, 273–278, **78**, 193–202.
17. Norman, A. G. (1955): The place of Microbiology in soil science. – Advances in Agronomy **7**, 399–410.
18. Parkinson, D. (1961): Die Entwicklung von Fusarien in der Wurzelregion von Getreide und anderen Nutzpflanzen. – Symposium: Hemmung und Förderung phytopathogener Mikroorganismen im Boden. Aschersleben.
19. Parkinson, D. and Waid, J. S. (Herausgeber) (1960): The Ecology of Soil Fungi. – Liverpool University Press.
20. Parkinson, D. and Williams, S. (1961): A method for isolating fungi from soil microhabitats. – Plant and Soil **13**, 347–355.
21. Tödt, F. (1958): Elektrochemische Sauerstoffmessungen. – Walter de Gruyter & Co., Berlin.

22. Watson, R. D. (1960): Soil washing improves the value of the soil dilution... – Phytopathology **50**, 792–794.
Nach Fertigstellung des Manuskripts erschienen:
Alexander, M. (1961): Introduction to soil microbiology. – J. Wiley & Sons, New York and London.

PODOSTEMONACEAE AUS FRANZÖSISCH KAMERUN

Von Hans Hess, Zürich

Einleitung

In den Jahren 1950–51 hat mein Freund, Herr Dr. Alfons Zehnder, eine botanische Expedition in Französisch Kamerun durchgeführt. Er hat mir aus seinen Sammlungen einige Familien zur Bearbeitung überlassen. Für das sorgfältig präparierte und reichlich gesammelte Material danke ich ihm.

Dicraeanthus Engler

Die beiden Gattungen *Dicraeanthus* Engler und *Inversodicraea* Engler sind in den äusseren Merkmalen einander sehr ähnlich. Nach Engler (1926) ist bei *Dicraeanthus* das Andropod (verwachsener Teil der Staubfäden) nur «bisweilen entwickelt und dann kurz». Die Pollenkörner bleiben in Diaden beisammen. Nach dem gleichen Autor ist bei *Inversodicraea* das Andropod meist vorhanden; die Pollenkörner bleiben in Diaden beisammen oder sind einzeln. Bei beiden Gattungen ist die Blüte in der Spathella nach unten gebogen. Untersucht man umfangreiches Material der früher einzigen bekannten Art aus der Gattung *Dicraeanthus*, *D. africanus* Engler, so findet man, dass das Andropod fast immer vorhanden, aber sehr kurz (0,2–0,4 mm lang) ist. An den im Folgenden als neu beschriebenen Arten fehlt das Andropod nie; bei *D. ramosus* H. Hess bleibt es aber kurz (bis 0,4 mm lang), während das Andropod bei *D. Zehnderi* H. Hess bis 3 mm lang wird. Damit fällt die Ausbildung des Andropods als Gattungsmerkmal dahin. Die beiden Gattungen unterscheiden sich an den Blüten einzig in der Form und Stellung der Narben (vergl. Abb. 3): Bei *Dicraeanthus* sind die Narben schief kegelförmig, am Grunde meist miteinander verklebt und während der Blüte und bis zur Fruchtreife stets in Richtung der Frucht nach vorn gerichtet. Bei *Inversodicraea* sind die Narben fadenförmig, frei und zurückgebogen oder schief abstehend. Weiter sind bei *Dicraeanthus* bisher keine schuppenförmigen Blätter gefunden worden. Ob diese Merkmale ausreichen, um zwei Gattungen aufzustellen, ist eine Ermessensfrage. Nomenklatorische Änderungen sollten jedoch erst vor-