

Zum Schluß möchte ich mich bei Herrn Bregazzi und Herrn Dr. Jahn für die mir immer freundlich gewährte Hilfe in allen von mir gestellten Fragen herzlichst bedanken.

## Literatur

- Bourdot, H. et Galzin, A. (1927) — Hymenomycetes de France  
Bresadola, J. (1932) — Iconographica Mycologica Vol. XXI  
Jahn, H. (1963) — Mitteleuropäische Porlinge (Polyporaceae s. lato) und ihr Vorkommen in Westfalen  
Kreisel, H. (1961) — Die phytopathogenen Großpilze Deutschlands

## Wildpilzanbau (Teil 5)

### Wachstumsfaktoren — Wirkstoffe, insbesondere organische Gase und Dämpfe

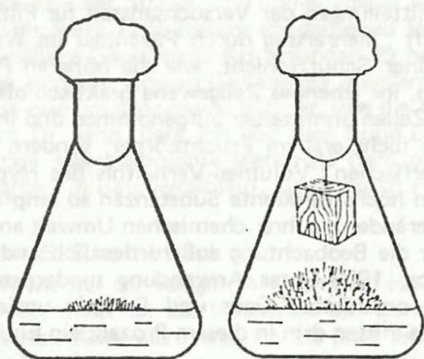
In diesem Kapitel wollen wir uns bewußt auf die Wirkung organischer Gase und Dämpfe auf Pilze beschränken, so wie sie in der freien Natur in unendlicher Vielfalt und Abstufung sich abspielt. Die langsam Schaudern erregenden Immissionseinflüsse durch unsere Zivilisation, wie sie z. B. im Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Band I, 4. Teil, 1970, von Dr. H. Berge abgehandelt sind, können wir in diesem Rahmen nicht berücksichtigen. Dagegen wurden u. a. folgende Veröffentlichungen, für deren freundliche Überlassung den Autoren auch an dieser Stelle verbindlich gedankt sei, zur Bearbeitung dieses Aufsatzes herangezogen: Dr. H. H. Tabak und Dr. W. B. Cooke (1968), The effects of gaseous environments on the growth and metabolism of fungi, The botanical review, Vol. 34, No. 2; Dr. S. A. Hutchinson (1973), Biological activities of volatile fungal metabolites, Annual review of phytopathology, Vol. 11; sowie besonders Prof. Dr. N. Fries (1973), Effects of volatile organic compounds on the growth and development of fungi, Trans. Br. mycol. soc., Vol. 60, Part 1.

In Heft 1 (1977) der Mitteilungen der Versuchsanstalt für Pilzanbau in Krefeld habe ich unter der Überschrift „Mehrertrag durch Pilzanbau im Walde?“ ausgeführt, daß Pilze infolge Fehlens einer Schutzschicht, wie die höheren Pflanzen eine solche in vielfacher Form besitzen, ihr lebendes Zellgewebe praktisch offen darbieten, wodurch die Wirkstoffe von den Zellen unmittelbar aufgenommen und in letzteren biochemisch aktiv werden, und zwar nicht erst im Fruchtkörper, sondern bereits im Mycel. Dies und das sehr hohe Oberflächen : Volumen-Verhältnis des Hyphengeflechts erklären, warum Pilze selbst gegen höchstverdünnte Substanzen so empfindlich sind und schon auf die geringfügigste Veränderung ihrer chemischen Umwelt ansprechen. Diese subtile Reaktion erschwert aber die Beobachtung außerordentlich und ist ein Grund, weshalb die Wissenschaft erst ca. 1950 unter Anwendung modernster Analyse- und Meßverfahren die Einflüsse organischer Gase und Dämpfe umfassend zu untersuchen begann. Wir befinden uns mitten drin in diesem Prozeß; ein Ende ist noch nicht einmal zu erahnen!

Bevor ich in medias res gehe, sei noch zum klaren Verständnis in Anlehnung an Dr. Berge genau definiert, wovon ich spreche: Organische Gase sind Stoffe organischen Ursprungs, die unter normalen atmosphärischen Bedingungen weder in einen flüssigen noch einen festen Aggregatzustand übergehen. Organische Dämpfe hingegen stellen die Gasphase von Flüssigkeiten oder Feststoffen organischen Ursprungs dar und sind unter normalen atmosphärischen Gegebenheiten entsprechend dem physikalischen und chemischen Gleichgewicht kondensierbar. Viele dieser Stoffe können auch in rauch- oder nebelförmigen Zuständen vorkommen. Die Auswahl der Bezeichnung erfolgt deshalb

entsprechend der Häufigkeit und der Bedeutung des Vorkommens. Die Einbeziehung der Dämpfe ist bei Pilzen wichtig, da auch Flüssigkeiten und Feststoffe in ihrer Gasphase praktisch jede einzelne vegetative Zelle erreichen. Hinzu kommt, daß viele lipophile, in Wasser schwer lösliche Verbindungen direkt in die Atmosphäre abgegeben werden und sich so der Pilzzelle wirksamer nähern können, als in Flüssigkeiten verdünnt eher inaktiviert zu werden.

Den entscheidenden Anstoß zur Erforschung der Einflüsse gasförmiger Stoffe auf Pilze gab wohl der finnische Wissenschaftler Dr. O. Suolahti mit seiner 1951 in Helsinki veröffentlichten Dissertation „Über eine das Wachstum von Fäulnispilzen beschleunigende, chemische Fernwirkung von Holz“. Vor ihm wiesen zwar schon einige, besonders russische Forscher auf die Bedeutung der Boden- und Humusgase hin. (Näheres über Bodenluft und Bodenatmung finden Sie z. B. in Dr. G. Trollenier (1971), Bodenbiologie, Kosmos-Franckh, Stuttgart.) Auch auf die wuchsfördernde Wirkung der Vitamin B<sup>1</sup>-Komponente Thiazol in ihrer Gasphase (übrigens das einzige Vitamin, von dem man einen natürlichen gasförmigen Zustand kennt) wurde aufmerksam gemacht und an dem primitiven Schlauchpilz *Endomyces magnussii* gezeigt. Den frappantesten Beweis lieferte jedoch Dr. Suolahti mit seinem nebenstehend abgebildeten Versuch. Im linken Erlenmeyerkolben ist ein Mycel auf einem künstlichen Nährboden dargestellt. Im rechten Gefäß wurde zusätzlich ein Stück Holz über das Mycel gehängt. Die starke Wachstumszunahme wurde durch eine organische Ausdünstung des Holzes verursacht. Besonders auffallend ist der Unterschied bei holzersetzenden Pilzen und wenn man vorgetrocknetes und vorerhitztes Holz einbringt. Dr. Suolahtis Experimente ergaben u. a. ferner, daß die Wuchsförderung auf einen von bestimmten lipiden Substanzen, wahrscheinlich ungesättigte Fettsäuren, herrührenden Wirkstoff zurückzuführen ist. Er konnte ihn mit Äther extrahieren und gewisse Schlüsse über seine chemischen Eigenschaften ziehen; es gelang ihm aber nicht, die aktive Verbindung zu isolieren und zu analysieren.



Aus den von den frühen Forschern aufgegriffenen beiden Biotopen Holz und Boden sollen nun konkrete Untersuchungen beschrieben werden. Zunächst wurde im Laboratorium des Instituts für physiologische Botanik der Universität Uppsala, Schweden, der „Suolahti-Effekt“ weiter verfolgt. Dr. P. Glasare (1970) analysierte Ätherextrakte aus Kiefernholz, das nach Dr. Suolahti getrocknet und erhitzt worden war. Von verschiedenen, in Gasform wuchsfördernde Substanzen enthaltenden Fraktionen wies eine saure Fraktion zahlreiche aliphatische Fettsäuren auf, wovon besonders mehrere ungesättigte überraschend wuchsfördernd auf bestimmte, vornehmlich holzersetzende Pilz-



mycelien wirkten. Der Effekt dieser einfachen und allgegenwärtigen Verbindungen, von denen einige bei höherer Konzentration wachstumshemmend wirken, wurde bisher offenbar übersehen. Eine zweite Ursache des „Suolahti-Effekts“ scheint im Ausscheiden gewisser nichtsauren, aktiver Substanzen zu bestehen. Einer dieser aus neutralen Fraktionen des Ätherextrakts gewonnenen Faktoren könnte jener von Dr. Suolahti untersuchte und bis heute nicht identifizierte Wuchsstoff sein. Schließlich ergaben Dr. Glasares Versuche, daß eine dieser nichtsauren flüchtigen Verbindungen die Morphologie des Braunen Kellerschwamms *Coniophora cerebella* tiefgreifend verändert, vielleicht ein Fingerzeig für gewisse, noch nicht plausibel erklärbare Mißbildungen im Pilzreich und in Pilzzuchtanstalten.

Durch Dr. Suolathis Ergebnisse angeregt, hat die Arbeitsgruppe unter Prof. N. Fries (1960/61) die Untersuchungen auf weitere flüchtige Zersetzungsprodukte von in Holz anwesenden ungesättigten Fettsäuren ausgedehnt. So erwies sich gasförmiges Nonanal oder Pelargonaldehyd, ein Oxydationsprodukt der Ölsäure, als kräftiges Stimulans für zahlreiche, besonders holzzersetzende Pilze, wie Blutender Schichtpilz *Stereum sanguinolentum* und Einfarbiger Porling *Daedalea unicolor*. Basidiomyceten scheinen empfindlicher zu reagieren als Ascomyceten und Phycomyceten. Die homologen aliphatischen Aldehyde mit 6–8 Kohlenstoffatomen sind geringer wirksam, wie auch die entsprechenden Alkohole. Diese, in Wasser allerdings schwer löslichen Substanzen können natürlich auch in einer Flüssigkeit zum Mycel gelangen, wobei etwa 10 mg/Ltr. für eine wesentliche Wuchssteigerung erforderlich sind, also mehr als z. B. bei den Wachstumsvitaminen.

Eine weitere Ausdünstungssubstanz von Holz sind die Terpene, eine Gruppe ungesättigter alicyclischer Kohlenwasserstoffe, die auch in Blättern, Blüten, Früchten oder Wurzeln vorkommen und wie die Aldehyde u. a. für die Herstellung von Duftstoffen dienen. Im allgemeinen wirken Terpene wuchshemmend, jedoch gibt es hier je nach betrachtetem Parameter mitunter Kuriositäten. Z. B. haben Prof. Fries et al. beobachtet, daß bei auf Agar-Substrat gezüchtetem Braunen Kellerschwamm Dämpfe des Sesquiterpens Longifolen das Längenwachstum der Hyphen reduzieren, dagegen die Trockensubstanzerzeugung anregen.

Das Geheimnis des eigentlichen „Suolahti-Faktors“ scheint, soweit mir bekannt, immer noch nicht aufgeklärt zu sein. Auch die Versuche von P. F. Rice (1970) in Canada mit dem Wurzelporling *Fomes annosus* führten nicht zum Ziel. Er folgerte „as yet unidentified non-aldehydic substances, or specific untested aldehydes, functioned as the growth factors“. Es bleibt abzuwarten, ob im Verlaufe weiterer Bemühungen nicht eine Substanz aus einer bisher außer acht gelassenen Stoffgruppe als der mühsam gesuchte Aktivator entlarvt wird. Jedenfalls darf man auf das Ergebnis gespannt sein, handelt es sich doch vielleicht um ein gasförmiges „Gegenstück“ zum bekannten Heteroauxin ( $\beta$ -Indolylessigsäure). Für die Verbindung möchte ich schon heute den Namen Suolahtin vorschlagen.

Wie zu erwarten, scheiden nicht nur Gehölze, sondern auch Kräuter und Gräser flüchtige Wirkstoffe aus. Besonders augenfällig gelang der Arbeitsgemeinschaft um J. D. Menzies und R. G. Gilbert (1967–69) in Beltsville, USA, der Nachweis mit Luzernenheu. Die Bodenforscher beobachteten, daß faulende Heureste der Luzerne das Wachstum und die Atmung von Bodenmikroorganismen stark stimulierten, eine Zunahme der Sporenkeimung bei *Trichoderma*-, *Aspergillus*- und *Penicillium*-Arten hervorriefen und die Keimung und das Weiterwachsen von im Boden vergrabenen Skelortium von *Sclerotium rolfsii*, ein tropischer Kulturpflanzenparasit, verursachten. Mit Hilfe der Gaschromatographie und der Infrarotspektrophotometrie konnte eine Anzahl flüchtiger Verbindungen aus Wasserdestillaten von Luzernenheu isoliert und

analysiert werden. Der Warburg-Respirometer diente zur Messung der Bodenatmung als Maßstab der die physiologische Aktivität beeinflussenden Wirkung. Am effektivsten erwies sich Azetaldehyd, aber auch einige andere niedermolekulargewichtige aliphatische Aldehyde sowie Methanol zeigten beträchtliche Wirkung. W. D. Burge (1971) stellte außerdem fest, daß besonders Azetaldehyd den anaeroben Prozeß der mikrobiischen Zersetzung des DDTs im Boden erheblich beschleunigt. Weitere Versuche mit *Sclerotium rolfsii* ergaben, daß Destillatdämpfe von frischem Luzernenheu gleichermaßen wirkten, während Extrakte aus faulendem Hafer und Getreiderückständen das Mycel stark hemmten und in hoher Konzentration sogar abtöteten. Aufschlußreich war ferner, daß eine Gaseinwirkung von teilweise nur 15 Minuten dieselbe Stimulation erbrachte wie tagelanges Ausgesetztsein, ein Beweis für die anatomisch bedingte intensive Resorption (siehe die im zweiten Absatz dieses Kapitels gegebene Begründung!).

Von den zahlreichen übrigen Versuchen seien hier nur noch zwei interessante erwähnt: J. E. King und J. R. Coley-Smith (1968) in Hull, England, fanden, daß Dämpfe von Zwiebel- und Knoblauchsäften das Sclerotium von *Sclerotium cepivorum* zur Keimung veranlassen und damit die Weißfäule in diesen Gemüsen begünstigen. Der Algenpilz *Aphanomyces euteiches* dagegen wird nach J. A. Lewis und G. C. Papavizas (1971) in allen Entwicklungsstadien durch Dämpfe von faulendem Kohl stark gehemmt, was wahrscheinlich auf das Vorhandensein von Isothiocyanat und anderen schwefelhaltigen flüchtigen Substanzen zurückzuführen ist, eine mit der fungiziden Wirkung von Schwefeldioxyd und anderen Schwefelpräparaten übereinstimmende Beobachtung. Ansonsten war man bei allen diesen Experimenten bemüht, die Konzentration der Gase und Dämpfe weitgehend der im natürlichen Habitat anzutreffenden anzupassen, so daß mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß die Verbindungen in der Natur eine entsprechende Funktion ausüben, speziell bei Bodenpilzen.

Wenden wir uns nun den Ausdünstungen lebender Pflanzen, zunächst der Phanerogamen, zu. Da unsere meisten Speisepilze Bodenpilze sind, die fast immer in der Rhizosphäre höherer Pflanzen wachsen, interessieren besonders die Wurzelausscheidungen. Es besteht kein Zweifel, daß neben nahezu unüberschaubaren festen und flüssigen Stoffen organische Gase und Dämpfe in großer Zahl und Menge ins Erdreich abgesondert werden. Waldwanderer werden sich erinnern, wie auffallend der Boden manchmal riecht; ein Teil dieses Geruchs entstammt den Pflanzenwurzeln. Wenngleich die oberirdischen Zerfallsprodukte in hohem Maße den Nähr- und Wirkstoffbedarf zumindest der Saprophyten decken (lassen sich doch etliche dieser Pilze auf vom Erdboden isolierten, reinen Laubkompostbeeten unschwer züchten), so konnte nachgewiesen werden, daß die Bodenpilze starken Einflüssen von zahlreichen, von Wurzeln herrührenden gasförmigen Verbindungen unterliegen. Verständlicherweise ist unser Wissen über die Auswirkungen jener Wurzelausscheidungen wie Aminosäuren, Zuckern, Vitaminen und ähnlichen Metaboliten erheblich umfangreicher, aber schon eine erste Untersuchung der ganz spezifisch riechenden Erbsenwurzeln mittels des Gaschromatographen in Uppsala ergab schlaglichtartig ein reiches Spektrum an flüchtigen Substanzen. Seit den Experimenten der Russen G. M. Grinyova und Z. A. Arkad'eva (1963) ist bekannt, daß Pflanzenwurzeln, besonders unter anaeroben Bedingungen, Äthylalkohol bilden und „ausschwitzen“, aber auch ungestättigte Fettsäuren und Dämpfe organischer Säuren, insbesondere Propion- und Valeriansäuren, alles Substanzen von denen man weiß, daß sie auf Pilze einwirken. Prof. N. Fries, Prof. E. Melin und Dr. S. Krupa (1971) machten die interessante Entdeckung, daß Kiefernwurzeln die Erzeugung von Mono- und Sesquiterpenen beträchtlich steigern, sobald sie von dem Mykorrhizapilz



Sandröhrling *Suillus* = *Boletus variegatus* befallen werden. Diese, die Symbiose stabilisierenden Terpene hemmen nicht nur die Virulenz der Mykorrhizapilze, sondern auch das Wachstum der anderen Bodenpilze einschließlich der Wurzelparasiten, ja das gesamte umliegende Edaphon dürfte davon betroffen sein.

Wie bereits erwähnt, gelangen aber auch von anderen Pflanzenteilen organische Gase und Dämpfe in die „Pilzatosphäre“, vor allem von den Blüten und Früchten. Viele dieser Emanationen beeinflussen die Entwicklung bestimmter Pilze positiv, wie die schon genannten Hexanal, Heptanal und Oktanal sowie andere aliphatische Aldehyde, oder behindern z. B. die Sporenkeimung von *Penicillium digitatum*, ein Fäulniserreger der Zitrusfrüchte. Der Terpenaldehyd Citral, ein Ausgangsstoff des künstlichen Veilchenparfüms, und andere essentielle Öle und chemisch verwandte Verbindungen von hauptsächlich oberirdischen Samenpflanzenorganen wirken zumeist fungistatisch auf holzzersetzende und pathogene Pilze, Citral besonders auf verschiedene Hefe- und Schimmelpilze.

Wenn wir uns jetzt mit den die Pilzwelt beeinflussenden gasförmigen Produkten der Kryptogamen befassen, so überrascht es nicht wenig, daß die Pilze selbst mit die Haupturheber sind. Es ist u. a. das Verdienst von Dr. S. A. Hutchinson (1971–73) und seiner Gruppe an der Universität Glasgow, Schottland, hier grundlegende Arbeit geleistet zu haben. Leider können seine eingangs dieses Kapitels zitierten, umfassenden Berichte mangels Platz nur sehr auszugsweise wiedergegeben werden. Tiefer an der Materie interessierte Leser kommen nicht umhin, sich die beiden Abhandlungen, wie auch die anderen genannten Veröffentlichungen, zu erwerben. Daß im übrigen Spitzengelehrte über ihrer Forschertätigkeit durchaus noch Humor haben können, zeigen die einleitenden Worte von Dr. Hutchinsons Eröffnungssprache anlässlich des Ersten Internationalen Mykologischen Kongresses in Exeter, England, 1971, die ich Ihnen nicht vorenthalten will: „All living things produce metabolites which are volatile at the normal temperatures of their environments, and most produce at least one which can have a significant effect on other life in a community. For example, I hope that any sleeping here during the next hour will be the result of changes in carbon dioxide and oxygen tensions, and not to my delivery“. Angesichts dieser hintergründigen Bemerkung möchte auch ich Sie höflich bitten, beim Lesen meiner Beiträge zu dieser Zeitschrift gelegentlich für einen Mief austausch in Ihrem Zimmer zu sorgen, anstatt in Gähnen zu verfallen! Damit verabschiede ich mich bis zur nächsten Fortsetzung.

Walter Albrecht

## **Pilze auf Briefmarken (Teil 5)**

Von Wolfgang Kühnl

Das Königreich Bhutan, der Zwergstaat im Süden des östlichen Himalaja, der durch seine Extravaganz seiner Briefmarkenausgaben (Marken aus Porzellan, abspielbare Musikmarken, Marken mit duftenden Rosen) bei Sammlern eine zweifelhafte Berühmtheit erlangte, hat es sich bei der Suche nach einem „neuen Motiv“ nicht nehmen lassen, am 25.9.1973 eine „ausgefallene“ Pilzmarkenserie in Verbindung mit zwei Erinnerungsblöcken herauszubringen. Diese 6 Pilzmarken stellen natürlich in ihrer Ausführung wieder alles, was bisher auf Pilzbriefmarken gezeigt wurde, in den Schatten: Die nur geschnitten und infolge des geringen Postaufkommens des Landes kaum gestempelt existierenden Postwertzeichen, die von einer Agentur aus den Bahamas hergestellt und sicher mit großem Gewinn vertrieben worden sind, sind im Offset-

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Südwestdeutsche Pilzrundschau](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [14 2 1978](#)

Autor(en)/Author(s): Albrecht Walter E.

Artikel/Article: [Wildpilzanbau \(Teil 5\) 9-13](#)