

Wie meistern Pilze Extremstandorte?

Eine physiologisch-biochemisch-ökologische Betrachtung
von Walter Albrecht, Ludwigsburg

Pilze sind faszinierende Anpassungskünstler. In Symbiose mit Algen als Flechten stellen sie die absoluten Erstbesiedler widerwärtigster Unterlagen, wie nackte Gesteine, nährstoffarme Sande, Betonbauten, ja selbst Stahlkonstruktionen, deren Oberflächen sie mit ihren Säuren zu erodieren vermögen. Aber auch allein wachsen Pilze auf Standorten, die man oft nur mit Verwunderung zur Kenntnis nehmen kann. So ist es im arabischen Orient, wo ich geboren bin und viele Jahre zugebracht habe, für einen Pilzfreund immer wieder ein Erlebnis, wenn im Spätherbst oder Anfang Winter bald nach den ersten schweren Gewitterregen die Steppen- und Halbwüstenbewohner zentner-, ja insgesamt tonnenweise delikate schwarze, braune und weiße Sandtrüffel (auf der Arabischen Halbinsel „Kamah“, in Syrien „Kimmī“, in Libyen „Terfas“ = lat. *Terfezia* genannt) bis mehr als Faustgröße (nach M. S. Awamah und A. Alsheikh 1978 wurden in Westkuwait Exemplare bis 1 kg gefunden!) auf den Großmärkten von Damaskus, Bagdad usw. anliefern. Diese überwiegend zu den Gattungen *Terfezia* und *Tirmania*, aber auch *Lespaulia* und *Delastria* gehörenden, in Mykorrhiza mit Zistrosengewächsen, wie Zistrosen *Cistus* sp. und Sonnenröschen *Helianthemum salicifolium* und *H. ledifolium* (möglicherweise auch mit dem einjährigen Gras *Schismuss barbatus* und Wegerichen *Plantago* sp.), wachsenden Hypogäen haben den sehr langen, staubtrockenen und glühendheißen Sommer der nordafrikanischen und syrisch-arabischen Wüsten und deren Randgebiete unbeschadet überlebt, um nach den ersten, von heftigen Blitzen begleiteten Wassergüssen sich in überraschend kurzer Zeit in Dimensionen zu entwickeln, als hätten sie monatelang Zeit gehabt, sich darauf „vorzumästen“. Interessant ist hierbei die Beobachtung meiner arabischen Freunde, daß außer der Wassermasse und der Begleitvegetation die Blizttätigkeit für die Trüffelmenge entscheidend zu sein scheint. Man vermutet, daß etwa die in der Luft bei über 1000 Grad C. aus Stickstoff und Sauerstoff entstehende Salpetersäure HNO_3 einen Wuchsreiz auf die Pilze ausübt. Jeder, der schon einmal einen Blitzeinschlag oder eine starke Funkenentladung in seiner Nähe erlebt hat, wird bestätigen können, daß unmittelbar danach ein ganz eigenartiger Geruch wahrnehmbar ist. Ich habe in einem früheren SPR-Heft dargelegt, wie außerordentlich empfindlich manche Pilze auf derartige Spurenstoffe reagieren. Die Theorie ist also nicht unbegründet.

Leider konnte dem Vorschlag der bundesdeutschen Botschaft in Bagdad an die zuständige irakische Landwirtschaftsbehörde, Trüffel-Überschußernten zu konservieren und nach Europa zu exportieren, durch den Golfkrieg bisher nicht entsprochen werden, ein angesichts des günstigen Preises von max. DM 50,-/kg bester Frischware sicher aussichtsreiches Unterfangen. Ich selbst habe in Damaskus erste Wahl für ca. DM 35,-/kg gekauft, billiger als man hier in der Hochsaison halbverschrumpte polnische oder jugoslawische Durchschnittspfifferlinge bekommt! Trüffel 3. Wahl kosten nur knapp DM 15,-/kg.

Was befähigt nun diese und gewisse andere Pilze zu solch erstaunlicher Leistung? Mit dem Versuch, diese Frage per xerophilen Arten etwas aufzuhellen, will ich heute eine Serie über die biologischen Voraussetzungen zum Leben von Pilzen auf Extremstandorten beginnen. Weitere Artikel sollen die Eigenschaften von halophilen, thermophilen, psychrophilen, coprophilen u.a. Arten spezieller Habitats nach unserem heutigen, noch recht dürftigen Wissensstand beschreiben und damit vielleicht unsere deutschen einschlägigen Fachwissenschaftler anregen, in Zukunft ihr Augenmerk mehr auf die physiologisch-chemischen Aspekte der Pilzökologie zu lenken, wie uns dies besonders die Angelsachsen schon seit Jahren vormachen. Jedenfalls schlafe ich als einfacher Nurpilzfreund über den sterilen, mehr oder weniger pseudowissenschaftlichen syste-

matisch-taxonomisch-nomenklatorischen Spitzfindigkeiten, Jonglierereien und Streitdiskussionen, die wir von einigen unserer Mykologen und Amateurmykologen in nicht enden wollenden Elaboraten präsentiert bekommen, langsam ein! Aber kommen wir nach dieser einleitenden Lockerungsübung jetzt zur Sache!

I. Xerophilie bei höheren Pilzen

Zunächst möchte ich zwei in der Literatur häufig in einen Topf geworfene Begriffe trennen: Unter Trockenresistenz verstehe ich die Fähigkeit, in relativ trockener Umgebung (wozu eigentlich auch tiefgefrorene Böden wegen der dann Nichtverfügbarkeit des Wassers zählen!) zu leben bzw. mehr oder weniger unverändert oder in Form von sog. Dauerstadien (bei Pilzen Dauer- oder Teleutosporen, Sklerotien gewisser Ascomyzeten, o. dgl.) zu überleben; unter Dürre-resistenz dagegen möchte ich das Vermögen einer Reihe niederer Pflanzen verstanden wissen, bei Trockenheit weitgehend einzuschumpfen, ja völlig zu verdorren, um nach Rückkehr der äußeren Feuchtigkeit wieder aufzuquellen und weiterzuleben. Beides betrachte ich als grundsätzlich verschiedene Vorgänge.

Um auch in verhältnismäßig trockenem Substrat oder bei anhaltender Trockenheit zu wachsen, bedarf es u. a. einer erhöhten Saugfähigkeit der Wurzeln bzw. Myzelien. Wie ich schon früher (APN-Mitteilungsblatt 4/1 Juni 1986) erwähnt habe, verfügen z. B. Mykorrhizapilze über eine gegenüber ihren Partnerwurzeln überlegene Saugkraft, die das Gedeihen von Bäumen etc. auf Trockenstandorten fördert oder erst ermöglicht. In der Tat muß davon ausgegangen werden, daß es Pilze mit enormen Saugfähigkeiten bis über 100 bar (!) gibt, wie sie kaum von „härtesten“ Samenxerophyten erreicht werden. Dies dürfte besonders bei Flechtenpilzen der Fall sein, wie z. B. *Lecanora esculenta*, der Mannaflechte der vorderasiatischen Steppenwüsten. Eine kurze Zwischenbemerkung: Saugkraft oder Saugdruck ist die Differenz von osmotischem Druck und Wanddruck der Zelle; je höher der Saugdruck, desto mehr Wasser kann dem Boden (Substrat) gegen sein jeweiliges Festhaltevermögen (= Saugspannung, siehe hierzu u. a. Scheffer/Schachtschabel „Lehrbuch der Bodenkunde“, Schröder „Bodenkunde in Stichworten“ und Topp „Biologie der Bodenorganismen“) entzogen werden. Lufttrockener Boden hält Wasser mit ca. 220 bar fest. Die meisten „normalen“ Pflanzen erreichen ihren permanenten Welkepunkt bereits bei etwa 15 bar Bodenwasserspannung. Weshalb die eine Pflanzenwurzel oder das andere Pilzmyzel eine vergleichsweise hohe Saugkraft entwickelt, ist m. W. bisher (fast) genau so schwer erklärbar, wie warum Herr Maier 190 cm groß ist und 100 kg wiegt, während Frau Müller nur 160 cm mißt bei nur 55 kg Gewicht. Zu einer aktiven Trockenresistenz, d. h. bei voller Aufrechterhaltung der Lebensabläufe, bedarf es aber nicht nur einer stärkeren „physiologischen Saugpumpe“, sondern bei fortschreitender Austrocknung des Bodens (Substrats) noch anderer „Einrichtungen“.

Der tiefere Grund für die Trockenresistenz der xerophilen Pilze ist wohl im biochemischen Bereich zu suchen. Hier scheinen nach D. C. Smith 1979 und H. J. Hudson 1986 Polyole eine wichtige, wenngleich noch ziemlich mysteriöse Rolle zu spielen. Polyole (= Polyalkohole, engl. polyhydric alcohols) sind mehrwertige Alkohole mit drei oder mehr Hydroxylgruppen(-OH) im Molekül. Der bedeutendste dreiwertige Alkohol ist das Glycerin $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ mit zwei primären und einer sekundären Hydroxylgruppe. Glykol $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$ ist ein zweiwertiger Alkohol mit chemischen Eigenschaften entspr. dem einwertigen Alkohol und wird deshalb nicht allgemein zu den Polyolen gezählt. Weitere Polyole sind der 6wertige Mannit $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$ (= Mannitol), der gleichfalls 6wertige, aber etwas anders strukturierte Sorbit (Formel wie Mannit), der 4wertige Erythrit $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_2\text{CH}_2\text{OH}$, der gleichfalls 4wertige Pentaerythrit $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_4$ mit 4 primären Hydroxylgruppen, der 6wertige Dulzit (= Melampyrin, Formel wie Mannit), der 5wertige Arabit $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}$, der 7wertige Volemit $\text{C}_7\text{H}_9(\text{OH})_7$

(nach J. Zellner 1907) sowie der 6wertige zyklische Inosit $C_6H_6(OH)_6$. Das nichteintrocknende Glycerin, das zur Lagerung von Enzymlösungen in flüssigem Zustand bis -18 Grad Celsius geeignet ist (wir werden darauf gleich zurückkommen), ist in Algen und Pilzen und mithin wahrscheinlich auch in Flechten in Form von Glykosiden enthalten, D-Mannit u. a. in Pilzen und Algen und demnach wohl auch in Flechten, meso-Erythrit (optisch inaktiv) in freier Form u. a. in Algen und Pilzen sowie oft verestert in Flechten (Rocella u. a.), Dulzit u. a. in Algen und Pilzen und damit vermutlich auch in Flechten, D-Arabit in Flechten und höheren Pilzen, Volemit in Pilzen sowie meso- oder myo-Inosit (optisch inaktiv) in Pilzen. Insgesamt sind bisher ein rundes Dutzend Polyole in Pilzen bekannt.

Interessant erscheint mir besonders Glycerin infolge seiner hygroskopischen Eigenschaft, die es als geradezu ideales Feuchthaltemittel auszeichnet. Da es auch als Lösungsmedium für Enzyme bis weit unter 0 Grad Celsius dient, ist es vielleicht zumindest mitverantwortlich für die Trockenresistenz der xerophilen wie auch für die Frosthärte der psychrophilen Pilze. Die biochemische Forschung sollte also diese Pilze eingehend auf den Gehalt von besonders Glycerin und/oder dessen Derivate untersuchen. Die Isolierung reiner Komponenten ist allerdings mühevoll und schwierig (J. Zellner, 1907, P. Karlsson, 1984), vielleicht ein Grund, weshalb noch völlig ungenügende Ergebnisse vorliegen. D. C. Smith (1978) vermutet, daß bei Flechtenpilzen der Mannitlösung eine besondere Bedeutung bei der Bewältigung von Umweltbelastungen, wie Austrocknung, zukommt. Mir erscheinen zwei Hypothesen einer weiteren Verfolgung wert: Einmal könnte durch die hygroskopische Eigenschaft von z. B. Glycerin der Feuchtigkeitsgehalt der Hyphen auch in relativ trockener Umgebung auf einem lebensfähigen Niveau gehalten werden. In der Industrie verwendet man solche hygroskopischen Stoffe (z. B. Magnesiumchlorid) zum wirksamen Entfeuchten der Luft in Verpackungen mit korrosionsgefährdetem Inhalt. Warum sollte die Natur diesen „Trick“ nicht schon längst auf obige Weise nutzen? Zum anderen könnten nach H. J. Hudson (1986) mit Enzymen verträgliche Polyole, wie der von D. C. Smith (1978) in Flechtenpilzen angesprochene Mannit, das Wasser als Enzymträger (vorübergehend) ersetzen und so den Fortgang der Lebensvorgänge ermöglichen. Dr. Hudson meint, daß die Hydroxylgruppen der Polyole vielleicht die Stelle des Wassers bei der Hydratation der Makromoleküle einnehmen und so letzteren zur Beibehaltung ihrer Konfiguration verhelfen. Die Tatsache, daß die meisten Pilze Polyollösungen in z. T. hoher Konzentration enthalten, unterstützt diesen Gedanken. Sollte hier etwa sogar eine Evolutionsstufe vorliegen, die bei den Phanerogamen weitgehend verlorengegangen? Denn die grünen Xerophyten „schützen“ sich zumeist auf andere Weisen, derer sich einige Pilze zwar auch bedienen, wie etwa der Spaltblättling *Schizophyllum commune* und der Holzkohlenpilz *Daldinia concentrica*, die aber nicht Gegenstand meiner heutigen Ausführungen sein sollen und anderweitig nachlesbar sind.

Gerne würde ich Ihnen noch eine plausible Erklärung zur Dürreresistenz einiger Pilze, wie z. B. der Nelkenschwindling *Marasmius oreades*, geben. Aber hier muß ich aus zu wenig Kenntnis leider passen und „Schlauerer“ den Vortritt lassen. Einem „kleinen“ Amateuropilzler werden Sie das hoffentlich verzeihen! Erwähnt sei allerdings, daß die Dürreresistenz, wie ich sie verstehe, im Gegensatz zur Trockenresistenz mit einer starken Entwässerung des Zellplasmas und einer damit verbundenen Drosselung des Stoffwechsels einhergeht. Wie aber bei langdauernder Klapperdürre überhaupt noch ein Metabolismus und damit ein Überleben stattfindet, grenzt für mich vorläufig an ein Wunder! Beim Winterschlaf eines Tieres schlägt das Herz und geht der Atem wenigstens noch dann und wann einmal. Wurde schon mal untersucht, ob beim Pilz wie beim Tier vor Eintritt des Ruhezustands eine erhöhte Glykogenbildung erfolgt? Vielleicht trägt eine solche zum Lebenserhalt der Zelle bei? Was weiß man diesbezüglich von den wenigen

Auferstehungspflanzen, dem mittelamerikanischen Moosfarn *Selaginella lepidophylla*, dem mediterranen Milzfarn *Ceterach officinarum* und der Jerichorose *Anastatica hierochuntica* im vorderasiatisch-nordafrikanischen Wüstengürtel? Fragen, denen unsere Wissenschaft nachgehen sollte! Das ist interessanter, nützlicher und damit wichtiger als der müßige Disput um die Erstbeschreibung eines Pilzes! Oder befürchtet man hierzulande, daß z. B. der 1878 verstorbene schwedische Prof. E. Fries grollend wiederkehrt, wenn mal ein Pilz versehentlich nicht nach ihm benannt wurde? Der „Experten“-Streit gerät m. E. allmählich zur Farce, wobei zusehends der Anschluß an die internationale Fortentwicklung in der Mykologie verlorengeht!

Zum Schluß möchte ich nochmal auf meine Sandtrüffeln zu sprechen kommen. Diese, übrigens nur gleichzeitig mit ihrer Begleitvegetation, nicht früher und nicht später, erscheinenden Pilze „übersommern“ offenbar in einer, wenn auch recht ungewöhnlichen und noch näher zu erforschenden Art Pseudosklerotium. Jedenfalls haben die oben genannten kuwaitischen Agrarwissenschaftler festgestellt, daß der Pilzmyzelstrang über einen eigenartigen, länglichen Sanderdeklumpen mit der Pflanzenwurzel verbunden ist, der vielleicht als Nährstoffspeicher dient. Damit wäre dieses Vitalitätsphänomen einigermaßen verständlich. Eine ähnliche Merkwürdigkeit kennen wir ja vom Klumpenporling *Polyporus tuberaster*, dem italienischen *Pietra fungaja*, den schon Goethe bewunderte.

Literatur

P. Karlson – Biochemie, 12. Auflage, 1984

J. Zellner – Chemie der höheren Pilze, 1907

H. J. Hudson – Fungal Biology, 1986

D. C. Smith – What can lichens tell us about real fungi?, 1978

M. S. Awamah, A. Alsheikh – Laboratory and Field Study of four Kinds of Truffle (Kamah), *Terfezia* and *Tirmania* Species, for Cultivation, 1978

Artenlisten wurden zahlreiche einschlägige Fachlexika sowie botanisch-mykologische und physiologisch-chemische bzw. biochemische Fachbücher und Publikationen konsultiert, desweiteren mehrere allgemeinbiologische und naturkundliche Werke, unter besonderer Berücksichtigung moderner angelsächsischer Literatur (mangels deutscher!).

Pilze auf Briefmarken (Teil 26)

von Wolfgang Kühnl, Schellenbergstraße 8a, D-7713 Hüfingen 1

Mit mehreren großformatig dargestellten Pilzarten schmückte ST. VINCENT den Rand seiner Blockausgabe „75 Jahre Pfadfinderinnen“ und eröffnete damit am 25. Februar den Reigen der Mykophilatelie des Jahres 1986. Obgleich die in Offset gedruckten Pilze keinerlei Bezeichnungen tragen, kann man folgende Arten recht gut erkennen:

Xerocomus caeruleonigrescens, *Hypholoma sublateritium*, *Chroogomphus rutilus*, *Amanita muscaria*, *Coprinus ephemeroides*, *Agrocybe semiorbicularis*, *Kuehneromyces mutabilis* und *Morchella elata*.

Am 17. März 1986 verausgabte PARAGUAY zum zweiten Mal 6 großformatige Pilzmarken und 1 Kleinbogen mit fünf bildgleichen Marken zu je 5 Cuarani, in Kreuzform angeordnet, und vier Vignetten, die folgende Pilze tragen: Schwefel-Ritterling *Tricholoma sulphureum*, Rillstieliger Seitling *Pleurotus cornucopiae*, Zitronenblättriger Täubling *Russula sardonia*, und Karbol-Egerling *Agaricus xanthodermus*. Die Marken wurden von Ma. C. Mullin entworfen und von der Lito Nacional in Porto/Portugal in Mehrfarbenoffset in einer Auflage von je 80 000 Stück hergestellt. Die in Latein gehaltene Beschriftung ist sehr

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Südwestdeutsche Pilzrundschau](#)

Jahr/Year: 1989

Band/Volume: [25_1_1989](#)

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

Artikel/Article: [Wie meistern Pilze Extremstandorte? Eine physiologisch-biochemisch-ökologische Betrachtung 34-37](#)