

Abo Superfood, Baustoff, Arzneimittel

Hoffnungsschimmel für die Menschheit – Mit Pilzen die Welt retten

Mit Pilzen kann man den halben Planeten ernähren, Krankheiten heilen und Häuser bauen. Manche neutralisieren sogar radioaktive Strahlung. Werden sie uns künftig aus der Bredouille helfen?



Flacher Lackporling: Weil man auf seiner Unterseite zeichnen kann, wird er auch «Malerpilz» I genannt. In Asien wird er gegen Erkältungen und sogar Krebs eingesetzt.

Foto: John Wright/Science Photo Library

Die Einzigsten, die in einem Pilzhaus wohnen, sind die Schlümpfe. Doch wenn es nach Patrik Mürner geht, wird sich das bald ändern. In einer Lagerhalle in Emmenbrücke züchtet der Produktdesigner die Bauplatten für seine ersten Aufträge als Pilz-Architekt. Seine Idee: Myzel statt Beton.

Mürner ist Anfang fünfzig, er trägt ein gestreiftes Sweatshirt, dazu ein Béret. In der Halle reicht er eine quadratische Sperrholzplatte herüber: einen halben Meter lang, einen halben Meter breit, zwei Zentimeter dick und erstaunlich leicht. «Sieht nur nach Sperrholz aus», sagt er. «Ist Austernseitling.» Ein besonders schnell wachsender Pilz. Insgesamt zwei Dutzend Bauplatten hat er bereits gezüchtet und in der Halle gestapelt.

Dazu füllt er flache Kunststoffbehälter, die an die Form solcher Platten angepasst sind, mit Holzspänen und anderen pflanzlichen Abfällen und gibt Myzel von Austernseitlingen sowie etwas Wasser dazu. Das Myzel – längliche Pilz-Zellfäden, die normalerweise wie hauchzarte Wurzeln in der Erde wachsen – beginnt, sich im pflanzlichen Substrat auszubreiten und dieses abzubauen. Im Verlauf von drei Wochen bilden sich robuste Strukturen aus, die an Sperrholzplatten erinnern.

Pilze sind die unterschätzten Superhelden. Sie versorgen uns mit Nahrung, säubern verseuchte Agrarflächen von Schwermetallen und liefern hochpotente Medikamente.

Mürner nimmt die Bretter aus der Form und erhitzt sie in einem Spezialofen auf sechzig Grad. Dadurch stirbt der Pilz ab. Fertig. «Gebäude aus Myzel werden bald alltäglich sein», sagt er. Und: «Pilze sind in der Lage, einen Grossteil der Probleme unserer Gesellschaft zu lösen!» Hat Mürner zu viele Magic Mushrooms gegessen?

Wahrscheinlich nicht. Denn Pilze sind die unterschätzten Superhelden dieser Welt. Sie halten uns am Leben, bauen Schadstoffe in der Atmosphäre ab und sind für alle Lebensformen unverzichtbar. Die Menschheit profitiert bereits heute enorm von diesen Organismen: Sie versorgen uns mit Nahrung und hochpotenten Medikamenten und regenerieren die Umwelt. Ein US-amerikanisches Unternehmen stellt aus Pilzmyzel veganes «Leder» her. Pilze säubern verseuchte Agrarflächen von Schwermetallen. Chirurgen könnten schon bald Pilzgewebe als Hautersatz verwenden. Und manche dieser Organismen können sogar radioaktive Strahlung neutralisieren.

Schwarzbraun ist der Hallimasch

Der Einfluss von Pilzen auf die menschliche Zivilisation begann in grauer Vorzeit. Vermutlich verdankt der Homo sapiens ihnen sogar seine Existenz. «Vor rund 450 Millionen Jahren gingen Pilze eine Symbiose mit Pflanzen ein, die im Ur-Ozean lebten», sagt Jan Leleley, Agrarwissenschaftler und Mykologe, also Pilzforscher. «Mit ihrem Myzel übernahmen sie die Funktion eines Wurzelwerks und ermöglichten es Wasserpflanzen dadurch erst, mit ihren rudimentären Wurzeln auf dem Land Fuss zu fassen.» Ohne Pilze hätten sich also wohl weder Sträucher noch Bäume noch Landtiere entwickelt.

«Und auch der Mensch wäre wahrscheinlich nicht entstanden», sagt Leleley, der an den Universitäten Bonn und Budapest knapp drei Jahrzehnte lang Vorlesungen zum Thema Nutzpilze hielt und die Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien ins Leben rief.



Gemeiner Spaltblättling: Kaum ein Pilz ist so verbreitet – und erweist sich als derart nützlich. Er verbessert die Klangeigenschaft von Hölzern, etwa im Geigenbau und baut radioaktive Strahlung ab.

Foto: Tonne Thilesen/The New York Times/Redux/laif

Was wir umgangssprachlich als Pilz bezeichnen und in Form von Speisepilzen wie Champignons essen, ist eigentlich nur deren Fruchtkörper: das Fortpflanzungsorgan. Evolutionsforscher vermuten, dass auf der Erde einst Pilze mit bis zu acht Me-

ter hohen Fruchtkörpern wuchsen, sogenannte Prototaxites. Dinosaurier haben noch nicht an ihnen geknabbert, denn da gab es damals noch ebenso wenig wie Bäume. «Vor rund 400 Millionen Jahren waren Pilze optisch also wohl sehr dominant», sagt Lelley. Obwohl sich der Hauptteil dieser Organismen als Myzel unter der Erde befindet.

Erst etwa 100'000 Arten von Pilzen sind wissenschaftlich beschrieben. Ständig werden neue entdeckt. Forscher schätzen, dass es rund 1,5 Millionen Spezies geben könnte – also mehr als Pflanzenarten. Auch der grösste lebende Organismus auf diesem Planeten ist nicht etwa ein Mammutbaum oder ein Blauwal, sondern ein Pilz. Dieser schwarzbraun gefärbte Hallimasch fristet seine Existenz weitgehend in der Dunkelheit, unter dem Erdboden, in einem Wald im US-Bundesstaat Oregon. Er ist Tausende Jahre alt, wiegt Hunderte Tonnen und erstreckt sich über eine Fläche von 1200 Fussballfeldern.

Pilze haben Nationalkulturen geprägt: Ein Rostpilz bewirkte etwa, dass die Engländer Tee zu trinken begannen. Erst vor rund 150 Jahren wurde diese Tradition begründet. Davor war auch in England Kaffee angesagt. Die Bohnen kamen vor allem aus dem heutigen Sri Lanka, das damals eine britische Kolonie war.

In den 1860er-Jahren aber wurden die dortigen Plantagen von Kaffeerost (*Hemileia vastarix*) befallen. Fast die gesamte Ernte fiel aus, viele Plantagenbesitzer mussten aufgeben – und schwenkten auf den Anbau von Teepflanzen um, die aus China bekannt waren. Unter anderen ein gewisser Thomas Lipton, der zum Begründer der wohl berühmtesten Teemarke der Welt wurde.

Pilze wachsen rasend schnell. Manche können ihr Volumen innerhalb von Stunden vertausendfachen. Andere sind in der Lage, Asphaltsschichten zu durchbrechen. Pilzfachleute wie Jan Lelley hoffen denn auch, dass sich mit Hilfe dieser Multitalente Hungerkrisen bewältigen lassen. Für das Jahr 2050 sagen manche Demografen eine Weltbevölkerung von zehn Milliarden Menschen voraus. Um diese zu ernähren, benötigen wir bis zu 60 Prozent mehr Lebensmittel als heute. «Pilze werden dabei eine zentrale Rolle spielen», sagt Lelley.

Er denkt da nicht etwa an Steinpilze oder gar an Trüffel, deren edelste Sorten mehr als 4000 Franken pro Kilo kosten können. Austernpilze, die auch nicht übel schmecken und besonders hohe Wachstumsraten haben, sieht er als grösste Chance.

Bald will der Produktedesigner Patrik Mürner aus Pilz-Zellfäden ein- und zweistöckige Wohngebäude im Stil ländlicher Fachwerkhäuser errichten.

Eine Untersuchung von Agrarwissenschaftlerinnen der Universität Bonn ergab unlängst: Würden allein die Rest- und Abfallstoffe aus dem Anbau von Nutzpflanzen in wirtschaftlich schwachen Ländern Afrikas, Asiens und Lateinamerikas als Substrat für den Anbau von Pilzen verwendet, liessen sich auf Bananenblättern, Hirsestroh, Kaffeepulpe, Baumwollabfall, Maisstoppeln und Zuckerrohrresten mehr als 500 Millionen Tonnen Austernpilze züchten – und weltweit wohl sogar bis zu zwei Milliarden Tonnen. Zum Vergleich: Die globale Getreideproduktion beläuft sich aktuell auf rund 2,8 Milliarden Tonnen.

Wieso aber Häuser aus Pilzmyzel? «Ganz einfach», sagt der Produktdesigner und Innenarchitekt Patrik Mürner. «Beton hat eine katastrophale Energiebilanz.» Beton ist ein Klimakiller. «Das mit der Wärmedämmung kannst du da gleich vergessen.» Zur Herstellung dieses Baustoffs werden Wasser, Sand und Kies mit Zement vermischt, der auf über 1400 Grad erhitzt wird. «Man kann in Häusern gar nicht so viel Energie einsparen, wie bei der Produktion von Beton verschwendet wird.» Pilzkomposite dagegen seien billig, energieeffizient, nachhaltig und sie speichern sogar CO₂.

Im Oktober wird Mürner im Kulturzentrum Stapferhaus in Lenzburg eine Art Parkett aus Pilzgewebe verlegen ↗, im Winter in Emmenbrücke ein Gartenhäuschen bauen. «Vor allem als Fingerübungen», sagt er und streicht mit dem Daumen sanft über eine Platte aus Pilzmyzel. Bald will er ein- und zweistöckige Wohngebäude im Stil ländlicher Fachwerkhäuser errichten.

Myzel und Mützen

Der nordamerikanische Architekt David Benjamin hat in New York schon 2014 ein eindrucksvolles, zwölf Meter hohes Konstrukt aus Myzel geschaffen. Rund 10'000 Pilz-Backsteine verbaute er zu drei aneinandergeschmiegt Türmen. Allerdings war dieses Gebäude als Kunstprojekt und nicht als Wohnhaus konzipiert. Patrik Mürner muss noch einige Hürden nehmen, bis man im Pilzhaus wohnen darf.

Was Robustheit und Wasserfestigkeit angeht, vertraut er auf Lackporlinge. «Die harte Haut der Fruchtkörper dieser Pilze eignet sich perfekt für Dächer und Fassaden», sagt er. Und noch eine weitere Spezies könnte beim Bauen hilfreich sein: Mürner hebt ein grosses, graubraunes Gebilde aus einem Regal, runzelig wie die Haut eines Elefanten: Zunderschwamm.



Zunderschwamm: Wie sein Name nahelegt, kann man ihn zum Feuermachen verwenden. Er lässt sich aber auch zu einer Art Pilzleder verarbeiten. Ausserdem hilft er gegen Entzündungen.

Foto: Ernst Schacke/Naturbild/Okapia

Ein ganz besonderer Pilz. Schon im Gepäck von Ötzi, der rund fünftausend Jahre alten Leiche aus der Jungsteinzeit, die im September 1991 im Ötztal im Gletschereis

gefunden wurde, stiessen Forscher auf ein Stück Zunderschwamm (*Fomes fomentarius*). «Wahrscheinlich war also bereits vor Jahrtausenden bekannt, dass sich das Fruchtfleisch dieses Pilzes, die sogenannte Trama, aufgrund der einzigartigen Struktur seiner Fasern zum Entfachen von Glut eignet», sagt Mürner. Wissenschaftler vermuten, dass der verarbeitete Pilz es Ötzi ermöglichte, auf seiner Wanderung bei Bedarf ein Feuerchen zu entfachen.

Zunderschwämme, wenn sie noch lebend wie wulstige Vordächer an den Stämmen von Birken und Buchen wachsen, halten Flammen zurück. Ihre Trama fühlt sich auf der Haut ausserdem angenehm zart an. Seit acht Jahren arbeitet Nina Fabert, Designerin und Gründerin des Labels Zvnder, ausschliesslich mit veganen Materialien. Zunderschwamm mag sie am liebsten. In ihrem Atelier kreiert sie Portemonnaies und Mützen aus diesem Pilz, die aussehen, als seien sie aus Wildleder oder Samt. Sie sind wasserfest, verströmen den Duft von Wald und Erde und wurden 2018 für den German Design Award nominiert.

Mehr und mehr Kreative, Materialforscherinnen und Unternehmen setzen auf Pilze: Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung in Potsdam entwickelt aus Myzel eine ökologische Alternative zu Styropor. Ein Designer aus Holland stellt Pantoffeln aus Pilzgewebe her. Ein Pilz der Gattung *Aspergillus* wird zur Züchtung von einer Art Gummi verwendet. Die Firma Mogu aus Norditalien vertreibt schalldämpfende Bauplatten aus Pilzmyzel. Und Adidas präsentierte 2021 den Prototyp eines Turnschuhs aus diesem Material.

Was man im Alltag, etwa auf Toastbrotstücken oder überreifen Früchten, «Schimmel» nennt – weiss, grau, grünlich oder schwarz – ist das Myzel unterschiedlicher Schimmelpilzarten. An französischen Weichkäsen wie Camembert oder Roquefort sind solche Pilze für das besondere Aroma entscheidend. Indigene Kulturen Australiens wiederum behandeln Wunden mit Schimmel. Und bereits in altägyptischen Papyri aus der Zeit um 1500 vor Christus werden Heilmethoden mit Hilfe von Schimmelpilzen erwähnt.

Bitter für Bakterien

Der Londoner Mediziner Alexander Fleming entdeckte die Heilkraft von Penicillin 1928 durch eine Schlampe: Eines Tages stellte er fest, dass im Labor

Bakterienkulturen von Schimmelpilzen befallen worden waren – und dass um die Pilze herum alle Bakterien tot waren. Eine Revolution in der Medizin nahm ihren Lauf: Antibiotika.

Noch im frühen 20. Jahrhundert betrug die Lebenserwartung in Europa gerade einmal fünfzig Jahre, schon oberflächliche Infektionen von Wunden konnten zum Tod führen. Flemings Entdeckung aber gab der Menschheit eine neue Waffe gegen Krankheitserreger in die Hand. Denn Antibiotika auf Pilzbasis, die später synthetisch nachgebaut und optimiert wurden, wirken gegen sehr viele gefährliche Keime. 1945 erhielt Fleming den Nobelpreis für Medizin, und seit dem Zweiten Weltkrieg kam es zur Massenproduktion von Antibiotika – die Millionen von Menschen das Leben retteten.



Austernseitling: Er gehört zu den beliebtesten Speisepilzen und lässt sich auf Holz, Stroh oder Küchenabfällen kultivieren. Er eignet sich auch hervorragend als Baumaterial, ist klimaneutral und

ein möglicher Ersatz für Beton.

Foto: Machacekcz/iStock/Getty Images

Überhaupt sind Pilze ein Segen für Medizin und Pharmazie: 15 Prozent aller Human-Impfstoffe weltweit sind Produkte genetisch veränderter Hefepilze. Das Medikament Taxol, ursprünglich aus Pilzen gewonnen, wirkt gegen Tumore.

Und in jüngster Zeit versuchen Wissenschaftler, mit von Pilzen produzierten Wirkstoffen auch gegen das grassierende Bienensterben vorzugehen: Varroamilben saugen Flüssigkeit aus dem Körper von Bienen und übertragen dabei tödliche Viren.

Expertinnen halten diese Schädlinge für einen der Hauptgründe dafür, dass die Bestände in den letzten Jahren eingebrochen sind. Holzfäulepilze aber produzieren Substanzen, die gegen Viren wirksam sind. Und als Forscher aus den USA das Zuckerwasser in Bienenstöcken mit einem Extrakt von Zunderschwamm und Lackporling versetzten, konnten sie die entsprechenden Viren stark dezimieren und das Leben vieler Bienen verlängern.

Der Hefepilz *Saccharomyces cerevisiae* wiederum dient Wissenschaftlern als Modell für menschliche Körperzellen. Denn seine Zellen sind sehr ähnlich aufgebaut und gedeihen – anders als Humanzellen – problemlos in Petrischalen im Labor. Durch Studien an Hefe wollen Fachleute zum Beispiel die genauen Ursachen für die unkontrollierte Zellteilung bei Tumorerkrankungen entschlüsseln und neue Therapien dagegen entwickeln. Auch zu Alzheimer und Parkinson forschen sie an Hefepilzen.

Rund 95 Prozent aller an Land lebenden Kräuter, Sträucher und Bäume arbeiten eng mit Pilzen zusammen.

Eine weitere gute Nachricht: Pilze können dabei helfen, kranke Bäume zu retten und die Erträge von Nutzpflanzen zu steigern. Das Zauberwort heisst Mykorrhiza: So bezeichnen Biologen das Geflecht, in dem sich die zarten Zellfäden von Pilzen zu

feinmaschigen Verlängerungen des Wurzelwerks von Bäumen vereinigen können und deren Nährstoffaufnahme verstärken. Experten vermuten, dass auf vielen kargen Böden ohne Mykorrhiza kein Nadelwald wachsen könnte.

Im Gegensatz zu Pflanzen verfügen Pilze über kein Chlorophyll. Sie sind daher nicht in der Lage, durch Fotosynthese Zuckermoleküle zu bilden. So wie Tiere benötigen sie stattdessen organische Nahrung. Wenn Pilze sich zum Beispiel in Risse von Felsen bohren, sondern sie Säuren ab, die das Gestein zersetzen. Mineralstoffe wie Eisen, Phosphor oder Kalzium werden frei – und einen Teil dieser Substanzen geben sie an ihre Partner, die Bäume, weiter, mit denen sie Mykorrhiza bilden, erklärt der Agrarwissenschaftler und Mykologe Jan Leley. «Mykorrhiza verbessert daher die Versorgung von Bäumen mit zahlreichen Mineral- und Mikronährstoffen.»

Im Gegenzug profitieren die Pilze vom Zucker, den Pflanzen durch Fotosynthese erzeugen. Rund 95 Prozent aller an Land lebenden Kräuter, Sträucher und Bäume arbeiten auf diese Weise eng mit Pilzen zusammen. Das unterirdische Netzwerk aus Pilzmyzel ist aber noch viel raffinierter, betont Leley. Es ermöglicht zum Beispiel auch den Nährstofftransport zwischen benachbarten Bäumen, etwa von Mutterbäumen zu umstehenden Sämlingen. «Das hilft heranwachsenden Pflanzen bei der Versorgung mit Kohlenhydraten, da junge Bäume ihren Bedarf wegen der ungünstigen Lichtverhältnisse im Unterholz oft noch nicht selbst decken können.»

Es ist ein charmanter Zufall der Weltgeschichte, dass Biologen ausgerechnet Mitte der Neunzigerjahre, als das Internet den menschlichen Alltag immer stärker zu prägen begann, herausfanden, dass die Natur im Wald ebenfalls über ein komplexes Netzwerk verfügt: das sogenannte Wood Wide Web. Zuvor betrachtete man Pflanzengesellschaften primär als Ansammlungen von Individuen, die in einem Konkurrenzkampf um Ressourcen stehen. Wurzelkontakte galten als nebensächlich. Wahrscheinlich aber, so legte die neuere Forschung nahe, geht es im Reich der Pflanzen – und der Pilze – in Wirklichkeit oft weniger um Konkurrenz als um Kooperation.

Das Wood Wide Web

Mykorrhiza spielt im Wood Wide Web gleichsam die Rolle der Glasfaserkabel des Internets. Auch Warnungen können über diese Kanäle erfolgen: Wird ein Baum zum Beispiel von Blattläusen angegriffen, produziert er oft chemische Abwehrstoffe. Solche Substanzen können über das Mykorrhiza-Netzwerk zu anderen Pflanzen gelangen, die dann ebenfalls auf die Gefahr reagieren. Greifen die Schädlinge später auch dort an, sind die Abwehrmechanismen bereits aktiviert.

Weil Myzelfäden die empfindlichen Wurzelspitzen von Pflanzen ummanteln und antibiotisch wirkende Stoffwechselprodukte ausscheiden, bietet Mykorrhiza sogar selbst einen gewissen Schutz gegen Schädlinge, sagt Jan Leley. Der langjährige Leiter der Gesellschaft für angewandte Mykologie und Umweltstudien in Krefeld bei Düsseldorf konnte Ende der Neunzigerjahre zeigen, dass sich selbst uralte, kranke Bäume durch Mykorrhiza vor dem Absterben retten lassen, zum Beispiel eine 700 Jahre alte Eiche in Norddeutschland.

Mit ihren Säuren und Enzymen können Pilze einige der hartnäckigsten Substanzen dieser Welt abbauen: Steine, Glyphosat oder den Sprengstoff TNT.

Erste Landwirte nutzen das Mykorrhiza-Prinzip bereits beim Anbau von Nutzpflanzen. Bei Basilikum etwa, Tomaten, Erdbeeren und auch bei Weizen, so ergaben Experimente, können solche Pilzstrukturen die Qualität der Ernten verbessern. Sie machen die Pflanzen resistenter gegen Hitze, Trockenheit, Salz und Schwermetalle und kurbeln ihr Immunsystem an. Auch der Produktdesigner und Pilz-Experte Patrik Mürner hat in Zusammenarbeit mit Agrarwissenschaftlern aus Kroatien durch das «Impfen» von Reben mit Mykorrhiza den Ertrag von Trauben um 25 Prozent steigern können.

Allerdings scheinen sich chemische Dünge- und Pflanzenschutzmittel eher schlecht mit den pilzlichen Netzwerken zu vertragen. Eine Studie des Schweizerischen Kompetenzzentrums Agroscope ergab 2019, dass Mykorrhizapilze auf biologisch bewirt-

schafteten Feldern viel zahlreicher und weiter vernetzt sind als bei konventionell betriebener Landwirtschaft.

Patrik Mürner bereitet das kein Kopfzerbrechen. Er ist überzeugt, dass Landwirte möglichst ohne chemische Giftstoffe auskommen sollten, egal in welcher Gegend der Welt. «Lässt man Palmen mit Pilzen Mykorrhiza bilden, müssen auch Palmenplantagen nicht mehr so häufig bewässert werden», sagt er. Denn die Pilze helfen den Pflanzen, das wenige verfügbare Wasser im Boden optimal auszuschöpfen. «Wir werden in Zukunft sogar Wüsten begrünen mit einer Kombination aus Mykorrhiza und Nutzpflanzen.»





Rosenseitling: Gilt mit seinem an Landrauchschinken erinnernden Aroma als exquisiter Speisepilz und wird vor allem in Asien kultiviert. Er ist verhältnismässig temperatursensibel.

Foto: IMAGO/The Picture Pantry

Bei allem Optimismus: Der Klimawandel ist auch für Pilze – und damit für das Wood Wide Web – ein Problem, zum Beispiel wenn eine Pflanze und ein Pilz, die gemeinsam Mykorrhiza ausbilden, durch die globale Erwärmung unterschiedlich stark beeinflusst werden. Wandert einer der Partner aufgrund zu grosser Hitze schneller nach Norden ab als der andere, kann es für die beiden schwer werden, wieder zusammenzufinden, um gemeinsam Mykorrhiza auszubilden.

Noch stärker als die Klimaerwärmung, sagen Fachleute, bedroht jedoch eine weitere zweifelhafte Errungenschaft der menschlichen Zivilisation viele Pilzarten: die moderne Forstwirtschaft. Nach dem Kahlschlag von Waldgebieten bleibt nur rund ein Viertel der Mykorrhiza-Arten im Boden, ergaben Untersuchungen. Und die Masse dieses so wertvollen Wurzelgeflechts verringerte sich gar um 95 Prozent. Schon um die Pilze im Boden zu schützen, sollte daher auf sanftere, nachhaltige Formen der Waldnutzung umgestellt werden, bei denen nur einzelne Stämme «geerntet» werden, fordern Umweltschützer.

Ein Pilz gegen Plastik

Unstrittig ist, dass Pilze geniale Abfallentsorger sind. Mit ihren Säuren und Enzymen können sie einige der hartnäckigsten Substanzen dieser Welt abbauen: Lignin

etwa, Gesteine – sowie zahlreiche toxische Stoffe, die die menschliche Zivilisation entwickelt hat, von Glyphosat über den Sprengstoff TNT bis hin zu Dioxin. Viele gefährliche Substanzen können sie chemisch umwandeln und dadurch neutralisieren.

Auf dieses Prinzip setzt Patrik Mürner in Zusammenarbeit mit Fachleuten der ZHAW Wädenswil bei einem Bodensanierungsprojekt: Jahrzehntlang wurden auf dem Viscosuisse Areal in Emmenbrücke, wo er sein Pilzlabor betreibt, Fasern für die Textilindustrie produziert, und über das Abwasser gelangte eine grosse Menge giftiges Zinksulfat ins Erdreich. Vor rund zwanzig Jahren stellte die Fabrik den Betrieb ein, einige Produktionshallen wurden längst abgerissen. Der Boden aber ist noch immer belastet.

«Um die Trinkwasserqualität der Gemeinde zu sichern, muss das Grundwasser regelmässig beprobt werden», erzählt Mürner. 1500 Kubikmeter Boden müssten abgetragen und mit chemischen Waschflüssigkeiten behandelt werden, legten die Umweltschutzbehörden fest. Und 20 Prozent des Erdreichs lassen sich auf diese Weise nicht ausreichend entgiften. Sie müssten auf einer Sondermülldeponie gelagert werden. Gesamtkosten: mehrere Millionen Franken.

Mürner schlug stattdessen eine Sanierung auf Pilzbasis (Bioremediation) vor, für rund eine Million Franken. Unterstützt von Helfern pflanzt er auf dem Gelände Hunderte von Weidensetzlingen, deren Wurzeln mit Pilzmyzel versetzt sind.

Der Trick: Mithilfe spezieller Enzyme lösen die Pilze das Zinksulfat aus dem Boden und verändern seine chemische Struktur durch die Bindung mit Kalzium und anderen Mineralstoffen so stark, dass es nicht mehr toxisch ist. Dann leiten sie es an die Weidepflanzen weiter, die es in ihren Zellen einlagern. Nach fünf bis zehn Jahren wird der Boden von überschüssigem Zink befreit sein, haben Fachleute berechnet. Auf ökologische, nachhaltige Weise. «Und auch andere Schwermetalle wie Kadmium und Blei sowie viele organische Gifte lassen sich nach diesem Prinzip entschärfen», sagt Patrik Mürner.

Aspergillus tubingensis wiederum, ein Pilz, den Wissenschaftler auf einer Müllkippe in Pakistan entdeckt haben, ist mit besonders wirksamen Enzymen zur Zersetzung von Plastikabfällen ausgestattet. Er wächst sogar mit Vorliebe auf Kunststoffen und sondert dort ein Sekret ab, das die chemischen Bindungen zwischen

den Molekülketten (Polymeren) löst. Binnen Wochen kann er auf diese Weise Plastikmüll abbauen, der sonst gefühlte Ewigkeiten in der Natur herumliegen würde. Wissenschaftler aus China hoffen, den Schimmelpilz bald in grossen Müllzerstanzungsanlagen zum Einsatz bringen zu können.

Messungen in Tschernobyl belegen, dass manche Pilze radioaktive Caesium- und Strontium-Isotope aus dem verseuchten Boden aufnehmen.

Es gibt sogar Pilze, die atomare Katastrophen verkraften. Wenige Jahre nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986 machten Forscher aus der Ukraine eine verblüffende Entdeckung: In der havarierten Atomanlage, die so stark kontaminiert war, dass dort wegen der Gefahr von Strahlenschäden nur Roboter Proben nehmen konnten, bildete sich Schimmel. Zudem erhöhten manche Pilze in Experimenten ihre Wachstumsgeschwindigkeit deutlich, wenn man sie radioaktiver Strahlung aussetzte. Einige Fachleute vermuten, dass solche Pilze solche Strahlung absorbieren können und die Energie daraus für die eigenen Zellen nutzen.

Johannes Raff, Leiter der Abteilung Biogeochemie am Helmholtz-Zentrum in Dresden (HZDR), ist da skeptisch. «Ich gehe davon aus, dass Radioaktivität eher Stressreaktionen in Pilzen auslöst. Dadurch wird ihr Stoffwechsel angeregt und es kommt etwa zu einer verstärkten Neubildung von Proteinen», sagt der Mikrobiologe.

Dennoch glaubt Raff, dass Pilze bei der Bekämpfung radioaktiver Kontaminationen hilfreich sein können. Zwischen 2016 und 2019 hat er gemeinsam mit Kolleginnen vom HZDR und weiteren Wissenschaftsinstituten in Tschernobyl geforscht. Die Messungen seines Teams belegen, dass manche Pilze radioaktive Caesium- und Strontium-Isotope aus dem verseuchten Boden aufnehmen.

«Eine unserer zentralen Fragen war, ob die Pilze die schädlichen Stoffe auch längerfristig von Nutzpflanzen fernhalten können», erklärt Raff. «Denn dann liessen sich die verstrahlten Flächen wieder landwirtschaftlich nutzbar machen.» Pilze

müssten die radioaktiven Elemente so stabil binden, dass eine Auswaschung ins Grundwasser sowie eine Aufnahme in Nutzpflanzen und damit eine Gesundheitsgefährdung für Mensch und Tier langfristig verhindert werden.

«Bei unseren Experimenten setzten wir bewusst nicht auf die beliebten Mykorrhizapilze, die Symbiosen mit Pflanzen eingehen», erklärt Johannes Raff. «Sondern auf Pilze wie den parasitär lebenden Gemeinen Spaltblättling (*Schizophyllum commune*), der gleichsam nur für sich allein wirtschaftet.»

Die Strahlenschutzforscher haben diesen Pilz schon länger im Blick. Studien ergaben nämlich, dass der Gemeine Spaltblättling sehr hohe Dosen radioaktiven Urans in seine Zellen aufnehmen kann, ohne dabei abzusterben. Nun stellten Raff und seine Kollegen fest, dass er ohne Probleme auch eine ganze Reihe weiterer Radionuklide absorbiert. Und dieser Pilz, der gewöhnlich an Laub- und Nadelhölzern wächst, ist so anspruchslos, dass er auch im sandigen Boden von Tschernobyl hervorragend gedeihen kann.

Auch flüssiger Atommüll, wie er etwa beim Rückbau von Kernkraftwerken entsteht, kann mit Pilzkraft neutralisiert werden: Britische Forscher wirbeln nukleare Abfälle gemeinsam mit Schimmelpilzen in Bioreaktoren umher und führen Sauerstoff zu. Dabei entziehen die Pilze der Flüssigkeit die schädlichen Substanzen. Anschließend werden sie aus der Lösung herausgefiltert und sicher verwahrt, bis die Strahlung abgeklungen ist.

Geheimniskrämereien

Bei einem Super-GAU oder gar einem Atomkrieg hilft das alles nichts. Dennoch glauben mehr und mehr Wissenschaftler, dass Pilze uns entscheidend dabei unterstützen könnten, das ökologische Desaster auf diesem Planeten zumindest hinauszuzögern – schon durch ihre aussergewöhnliche Flexibilität. «Man kann sich immer darauf verlassen, dass Myzel sich auf seine Umwelt einlässt», schreibt Merlin Sheldrake, der neben Biologie auch Geschichte studiert und in Cambridge promoviert hat, über diese geheimnisvollen Organismen. «Sei es ein Tümpel mit Nervengift oder eine Gussform in Gestalt eines Lampenschirms.» Oder eben radioaktiv verseuchtes Material von einem AKW.

Die Nasa möchte bei bemannten Missionen ins All künftig mit Myzel gefüllte Formen mitführen – zur Züchtung von Bauteilen für Häuser auf fernen Planeten.

Patrik Mürner, der Pilz-Pionier von Emmenbrücke, kann es angesichts des gewaltigen Potenzials seiner Schützlinge kaum fassen, dass es an Schweizer Universitäten zwar unzählige Professuren für Botanik und Zoologie gibt, aber bis heute keinen einzigen Lehrstuhl für Mykologie.

Mitunter geht die Pilzleidenschaft ein bisschen mit ihm durch. «Seit der Inquisition werden Pilze verteufelt!», ereifert er sich dann und schlägt einen weiten Bogen von den Hexenverfolgungen – «eigentlich waren diese Frauen und Männer ja Fachleute für Pilz- und Pflanzenmedizin» – bis zum heutigen «Monopol der Pharma-Industrie bei der Versorgung mit Heilmitteln». Die «Geheimniskrämerei der Pharmakonzerne» habe die Entwicklung der Pilzforschung behindert, und noch immer würden wichtige Kenntnisse der Öffentlichkeit vorenthalten.

Bald aber wendet sich Mürner wieder der Arbeit zu, und seine Stimmung hellt sich auf. Er kniet auf dem Betonboden der Lagerhalle und befüllt die nächsten Passformen mit Substrat und Myzel. Auf die Grundsteinlegung seines ersten Bauprojekts freut er sich wie ein Kind. «Pilzhäuser sind die Zukunft», sagt er, und seine Augen leuchten. «Es gibt Architekten, die bereits von Wolkenkratzern aus Pilzmyzel träumen.»

Andere wollen noch höher hinaus: Die Raumfahrtbehörde Nasa meldete kürzlich, dass bei bemannten Missionen ins All künftig mit Myzel gefüllte Passformen mitgeführt werden sollen. Zur Züchtung von Bauteilen für Häuser auf fernen Planeten.

Pilze könnten draussen im All sogar den Weltuntergang überleben.

Weiterlesen:

• *Jan I. Leleley: No Fungi No Future. Springer-Verlag, Berlin 2018.*

- *Merlin Sheldrake: Verwobenes Leben. Ullstein-Verlag, Berlin 2020.*

Die Ausstellung «Natur. Und wir?» mit Patrik Mürners Parkett aus Pilzgewebe läuft ab dem 30. Oktober im Stapferhaus in Lenzburg ↗.

Till Hein ist Wissenschaftsjournalist. tillhein@gmx.de

<https://www.tagesanzeiger.ch/hoffnungsschimmel-fuer-die-menschheit-mit-pilzen-die-welt-retten-825837034124>