Gastautorin: Isabella Aberle

Warum auf allen Äckern Pilze wachsen sollten

8. Juni 2018

Denn sie sind die wichtige Zutat für eine gesunde und günstige Ernährung – auch wenn du keine Pilze magst.

Sie wälzen stockfleckige Bestimmungsbücher, sezieren Frösche oder schließen sich tagelang im Labor ein: Biologen gelten als exzentrische Zeitgenossen. Während Blumen und Tiere als Interessengebiete weithin akzeptiert werden, stoßen Mykologen – Pilzforscher – mit ihrer Leidenschaft oft auf Unverständnis. Dabei gibt das Reich der Pilze immer wieder Faszinierendes preis. Hättest du zum Beispiel gewusst, dass

- der größte Organismus der Erde ein Pilz ist? *1
- es Pilze gibt, die im Dunkeln leuchten? *2
- ein Pilz die Kontrolle über das Gehirn von Ameisen übernimmt? *3

Abgesehen von solchen Kuriositäten spielen Pilze in unser aller Leben eine Rolle. Ohne sie gäbe es weder Sojasauce oder Schokolade noch Käse oder Bier. Und als Basis für Antibiotika haben sie die Welt verändert.

Doch Pilze sind noch auf einer viel tieferen Ebene unverzichtbar für uns. Sie bilden eine Heerschar von Helfern, die seit Millionen von Jahren still

Dies ist die PDF-Version des Artikels **›Warum auf allen Äckern Pilze wachsen sollten‹** von Perspective Daily.
Den vollständigen Artikel inklusive Bildern und multimedialer Elemente findest du hier online:
perspective-daily.de/article/540/EUw5CUua

und heimlich im Untergrund arbeiten, zu denen wir aber irgendwie den Draht verloren haben. Denn der Boden ist kein totes Substrat – ein Kubikmeter beherbergt bis zu einer Billion Pilze. *4

Und die interagieren nicht nur fleißig untereinander, sondern auch mit 90% aller Landpflanzen.

Diese Symbiose zu verstehen, könnte der Schlüssel zur Lösung einiger schwerwiegender Probleme in der Landwirtschaft sein.

Die 4 Krisen unserer Ackerböden

Dass die Landwirtschaft in Deutschland derzeit auf eine Krise zusteuert, ist dem ersten Anschein nach nicht zu erkennen. Schließlich sind die hiesigen Böden fruchtbar, das Klima gemäßigt und Krisen wie Hungersnöte sehr fern. Doch die Qualität der Böden hat sich in den vergangenen Jahrzehnten aus den folgenden Gründen spürbar verschlechtert:

- **Das Wasser wird knapp:** Durch den Wasserbedarf der Landwirtschaft sinkt auch in Deutschland der Grundwasserspiegel. Dadurch werden nicht nur Gewässer, sondern auch Böden gestört und langfristig verändert. #1
- **Das Klima wird unberechenbarer:** Auch wenn Deutschland bisher von Naturkatastrophen wie Dürren und Überschwemmungen weitgehend verschont geblieben ist, nehmen auch bei uns Wetterextreme zu. Wind und Wasser verursachen Erosion und damit den Verlust von Bodenstruktur und Nährstoffen.
- **Dünger schadet den Ökosystemen:** Moderne Landwirtschaft bedeutet: große Mengen mineralischen Düngers. Doch Nutzpflanzen können nicht alles davon über ihre Wurzeln aufnehmen. *5 Der Überschuss wandert in den Boden, verändert das umliegende Ökosystem und lässt viele Pflanzenarten verschwinden. *6

- **Gifte bleiben nicht auf den Feldern:** Pflanzenschutzmittel landen nicht nur auf Feldern, sondern werden über Luft und Wasser auch darüber hinaus verbreitet. Sie sind vermutlich mitverantwortlich für den dramatischen Rückgang der Insektenfauna in Deutschland. [*7] Nachhaltigen Ackerbau kann es aber nur geben, wenn die lebende Umwelt intakt bleibt.

Dass es so auf Dauer nicht weitergehen kann, haben mittlerweile nicht nur die Umweltverbände und Bauern erkannt, sondern auch das Landwirtschaftsministerium [#2] und die Saatgut- und Agrochemie-Hersteller. Das neue Leitbild für die deutsche Landwirtschaft heißt »integrierter Pflanzenschutz« [#3] und wird vielerorts bereits umgesetzt. Dabei werden die Pflanzen für den Anbau ausgewählt, die am besten zu den Bedingungen vor Ort passen. Deren Gesundheit wird dann mit umweltschonenden Methoden und Wirkstoffen unterstützt. [*8]

Doch wichtige Helfer für diese Strategie treten gerade erst ans Tageslicht: Es sind Pilze, die den Pflanzen durch Symbiose zum entscheidenden Vorteil verhelfen.

Das können Mykorrhiza-Pilze für Pflanzen leisten

Pilze kennt die Landwirtschaft vor allem als Schädlinge. Tatsächlich ernähren sich manche Pilzarten parasitisch von Pflanzen. Sie tun dies durch ihr Myzel, [*9] also dem geflechtartigen Teil des Pilzes, der anders als der Fruchtkörper unter der Erde bleibt. Doch andere gehen über ihr Myzel-Geflecht eine Symbiose mit den Pflanzenwurzeln ein und unterstützen sie bei wichtigen Lebensfunktionen – die sogenannten »Mykorrhiza-Pilze«. [*10]

In perfekter Symbiose können Mykorrhiza-Pilze Pflanzen durch Stressphasen helfen, die bei Knappheit von Wasser oder Nährstoffen oder durch Krankheitserreger entstehen. So sind die Pflanzen besser für

Herausforderungen ihrer Umwelt gewappnet, ohne dass mehr potenziell umweltschädigende Stoffe verwendet werden müssen – eine Win-Win-Situation für Pilz sowie Pflanze und ganz im Sinne des »integrierten Pflanzenschutzes«.

So machen wir den Pilzen die Arbeit schwer

Doch aktuell leiden die Mykorrhiza-Pilze noch unter den intensiven Anbaumethoden auf Ackerböden hierzulande. Tiefes Umpflügen der Felder zerstört das unterirdische Pilzgewebe. Das Gewicht großer Landmaschinen verdichtet den Boden und erschwert den Pilzen das Wachstum. Auch fanden Pilzforscher heraus, dass die Pilzvielfalt im Boden mit der Vielfalt der Pflanzen zusammenhängt. Anders gesagt: Die typische Monokultur schadet der so nützlichen Pilzsymbiose. *12

Dazu sind heutige Getreide und Gemüsepflanzen spezielle Züchtungen, die große Zugaben mineralischen Düngers in hohe Erträge umsetzen. Im Boden herrscht ein Überangebot von Nährstoffen, sodass diese Pflanzen gar keine Symbiose mehr mit Pilzen eingehen. *13 Auch gängige Pestizide schaden den nützlichen Pilzen. Denn je weniger unterschiedliche Organismen in einem Ökosystem existieren, desto instabiler wird es. *14

Wie genau es momentan um die Pilzvielfalt in Deutschland bestellt ist, ist schwer zu sagen. *15 Fest steht: Die kleinen Alleskönner haben es nicht leicht mit uns. Doch die Mykorrhiza-Pilze haben mittlerweile neue Verbündete gefunden, die ihnen auf dem Weg zurück in den Boden helfen wollen.

Können wir die Pilze nicht wieder in den Boden pumpen?

Große Konzerne wie Bayer und BASF #4 haben mittlerweile das Potenzial von Pilzen und anderen Mikroorganismen erkannt und investieren

Millionen in die Suche nach den vielversprechendsten Arten. [*16] Biologen und Agrarwissenschaftler entwickeln die Methoden dazu und lesen mit moderner DNA-Sequenzierung aus Bodenproben in kurzer Zeit Tausende von Arten aus.

Philipp Franken vom Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau betont, dass es nicht in erster Linie darum gehe, den einen Superorganismus zu finden: »Das ist genau wie in unserem Darm: Wir brauchen nicht nur einzelne Mikroorganismen, sondern eine stabile Gemeinschaft.« Nach diesem Prinzip gehen er und seine Kollegen biologische Schädlingsbekämpfung ganz neu an.

*»Wir wollen möglichst viele Mikroorganismen in ihrem Wachstum fördern und so eine stabile Mikroorganismen-Gemeinschaft schaffen, in der ein einzelner pathogener [*17] Pilz gar nicht mehr die Chance hat, die Pflanze krankzumachen.« – Philipp Franken, Pilzforscher*

Dafür beobachtet Frankens Team im Labor, wie verschiedene Mikroorganismen miteinander interagieren und welche von ihnen die im Boden vorhandene Gemeinschaft stabilisieren und die Diversität noch erhöhen können. Um die Pflanzen und ihre neuen Unterstützer auf dem Acker zusammenzubringen, verwenden die Wissenschaftler 2 unterschiedliche Methoden:

- **Inokulation:** Der Ackerboden wird mit Pilzsporen und anderen Mikroorganismen mithilfe einer Flüssigkeit, dem Inokulum, beimpft.
- **Seed Coating:** Das Saatgut wird direkt mit der Sporen-Suspension ummantelt. Diese Behandlung ist gezielter auf die einzelne Pflanze ausgerichtet, dadurch effizienter und kostengünstiger.

So behandelte Pflanzen nehmen Nährstoffe besser auf, wachsen schneller, sind toleranter gegen Trockenstress und Krankheitserreger [#5] und ihre Früchte haben eine bessere Qualität. [*18]

Und wieso sind Pilze dann nicht längst die »Allstars« der Landwirtschaft?

Die nächste grüne Revolution steht in den Startlöchern

Viele Unternehmen bieten bereits heute wirksame Pilzpräparate an, vor allem als Starthilfe für Jungpflanzen. Doch die von Wissenschaftlern wie Philipp Franken entwickelten Methoden sind aktuell noch sehr teuer und damit uninteressant für den Anbau im großen Stil. Aber das könnte sich schnell ändern. Und zwar so:

- **Steigendes Kosten-Nutzen-Verhältnis:** Die Entwicklung neuer Pilzpräparate macht schnell Fortschritte. Dazu steigt durch den Preis von Phosphatdünger auch der Preis der herkömmlichen Landwirtschaft – Alternativen werden immer attraktiver.

- **Neue Technologien:** Ein weiterer Trend der modernen Landwirtschaft spielt den Pilzen in die Hand: die »Precision Agriculture«. Dabei erfassen Landwirte mit neuen Technologien die unterschiedlichen Bodeneigenschaften ihrer Ackerfläche. [*19] Die gewonnenen Daten helfen zum Beispiel Drohnen dabei, Schädlingsbefall zu erkennen und das teure Inokulum sparsamer einzusetzen.

- **Politische Förderung:** Auch die Politik hat erkannt, dass Mykorrhiza-Pilze nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich sein können. So werden Pilzsymbiosen im Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft als Bestandteil einer nachhaltigen Landwirtschafts-Strategie genannt. [#6]

- **Wachsender Bedarf:** Auch andere Regionen der Erde zeigen großes Interesse an den nützlichen Pilzen. Zu Pilzforschern wie Philipp Franken kommen beispielsweise Studierende aus der Subsahara-Zone, wo es besonders große Probleme mit Phosphatmangel gibt.

Pilze und andere Bodenorganismen könnten also in naher Zukunft einige unserer Landwirtschaft-Probleme lösen – wenn auch nicht alle und

sofort. Sie sind vielmehr ein Puzzleteil beim Umdenken auf unseren Feldern.

Zusätzliche Informationen

*1 Im Jahr 2000 entdeckten Forscher in Oregon (USA) einen Dunklen Hallimasch (Armillaria ostoyae), der sich unterirdisch über eine Fläche von 900 Hektar (1260 Fußballfelder) erstreckt, ungefähr 600 Tonnen wiegt und vermutlich 2400 Jahre alt ist. Mehr dazu hier (englisch).

*2 Bisher sind 77 Arten mit Biolumineszenz bekannt. Das blaugrüne Leuchten entsteht wie bei einigen Leuchtkäfern oder dem sogenannten Meeresleuchten durch den Stoff Luciferin.

*3 Der Pilz Ophiocordyceps unilateralis keimt auf dem Exoskelett einer Ameise und erreicht nach wenigen Tagen mit seinen Pilzfäden ihr Gehirn. Er übernimmt die Kontrolle über ihr Verhalten und sorgt dafür, dass sie sich auf einer Blattunterseite festbeißt und stirbt. Der Pilz bildet dann einen Fruchtkörper und Sporen, die sich von der erhöhten Position aus gut verbreiten. Der Pilz inspirierte die Zombieepidemie im 2013 erschienenen Computerspiel »The Last Of Us« (englisch).

*4 In Ziffern: 1.000.000.000.000 Pilze. Außerdem leben in derselben Erdmenge noch mehrere Billionen Bakterien und Algen sowie Millionen von weiteren Mikroorganismen und Wirbellosen wie Würmern oder Insekten. Eine genaue Aufschlüsselung findest du hier.

*5 Nur etwa 30–50% des Stickstoffdüngers und rund 45% des Phosphatdüngers werden von den Zielpflanzen aufgenommen.

*6 In Deutschland finden wir die größte Pflanzenvielfalt auf nährstoffarmen Böden. Ein besseres Nährstoffangebot ermöglicht die Ausbreitung von Arten, die konkurrenzstark sind und sich schnell ausbreiten können. Sie setzen sich durch und verdrängen seltene Arten, die sich auf karge Bedingungen spezialisiert haben.

*7 Eine Langzeituntersuchung zu Fluginsekten (englisch) sorgte im Jahr 2017 für Schlagzeilen: Wissenschaftler des Entomologischen Vereins Krefeld hatten 27 Jahre lang Insekten in Schutzgebieten gefangen und an manchen Standorten einen Rückgang der Biomasse von über 75% festgestellt. Sie fordern als Konsequenz ihrer Beobachtungen weitere Forschung zu geografischen Ausmaß, Folgen und Ursachen dieses alarmierenden Insektenschwunds.

*8 Dazu gehören Gründüngung, sinnvolle Fruchtfolgen und der Einsatz physikalischer und biologischer Methoden statt chemischer Mittel, um Schädlinge, Wildkräuter und Krankheiten im Zaum zu halten.

*9 Myzel ist ein fein verzweigtes Geflecht aus Pilzfäden und kann sich zum Beispiel parasitisch von anderen Lebewesen ernähren oder seine Nährstoffe aus dem Abbau toten organischen Materials beziehen.

*10 »Mykorrhiza«, aus dem Altgriechischen von »mykes« für Pilz und »rhiza« für Wurzel, bezeichnet die Wurzelsymbiose zwischen Pilzen und Pflanzen.

*11 »Kapillarität« beschreibt die Fähigkeit von engen Röhren oder Hohlräumen, Flüssigkeiten anzuziehen – so wie in einem ins Wasser getauchten Glasröhrchen die Flüssigkeit ein Stück aufsteigt. Pflanzen können durch diesen Effekt mit ihren Haarwurzeln Wasser aus dem Boden aufnehmen und entgegen der Schwerkraft nach oben bewegen. Sind die Hohlräume in der Erde jedoch enger als die Wurzeln, gelingt dies nicht.

*12 Manche Pflanzen gehen auch grundsätzlich keine Mykorrhiza-Symbiose ein, darunter alle Kreuzblütler. Durch ihren Anbau sinkt die Mykorrhiza-Besiedelung des Bodens ebenfalls. Durch Mischkulturen und sinnvolle Fruchtwechsel lässt sich dies vermeiden.

*13 Denn die Pflanze ist nicht auf Pilze angewiesen, um ihren Bedarf zu decken. Sowohl Phosphat- als auch Stickstoffdünger verringern zudem die Besiedelung von Wurzeln mit Mykorrhiza-Pilzen dauerhaft, wie **Studien (englisch, Paywall)** gezeigt haben.

*14 Das ist auch ein Grund dafür, warum in der modernen Biologie nicht mehr von einer Nahrungskette gesprochen wird: In den seltensten Fällen gibt es nur eine einzige lineare Verbindung zwischen Organismen in einem Ökosystem. Die Elefantenspitzmaus beispielsweise frisst Insekten und Würmer, aber auch Pflanzenteile und kann wiederum ganz verschiedenen Räubern als Nahrung dienen. Das Bild eines Nahrungsnetzes passt besser: Eine einzelne ausfallende Art kann das System verkraften. Jeder fehlende Knotenpunkt schwächt das Gesamtgefüge, aber erst mehrere fehlende Verbindungen reißen ein Loch ins System.

*15 Das erklärt sich folgendermaßen: Erst seit kurzer Zeit ist es verhältnismäßig schnell und günstig möglich, über die DNA in Bodenproben auf die vorhandenen Pilze zu schließen. Dabei werden ständig bisher unbekannte Arten entdeckt. Schätzungen gehen von bis zu 3,8 Millionen Pilzarten aus – erst ungefähr 100.000 sind beschrieben. Über Verbreitung und Gefährdung lässt sich in den allermeisten Fällen nur spekulieren. Dennoch stehen in Deutschland 14.400 Pilze auf der Roten Liste der gefährdeten Arten.

*16 Dabei sind manche Organismen schon gut untersucht und werden als Präparat verkauft, wie zum Beispiel der Pilz Penicillium bilaii, der die Phosphoraufnahme anregt. Über tausende Mikroorganismen ist jedoch wenig bis gar nichts bekannt, vor allem nicht über die komplexen Wechselwirkungen mit ihrer lebenden Umwelt.

*17 Als »pathogen« wird die Fähigkeit bezeichnet, einen anderen Organismus erkranken zu lassen.

*18 Eine Studie der Universität von Tuscia hat mit Mykorrhiza-Pilzen inokulierten Weizen untersucht und unter anderem einen höheren Proteingehalt im Getreide festgestellt.

*19 Ein Teil des Ackers ist vielleicht trockener oder nährstoffärmer als der Rest und die helfenden Pilze können gezielt dort eingesetzt werden.

Quellen und weiterführende Links

#1 Stellungnahme des Bundestages (2016, PDF)
https://www.bundestag.de/blob/436840/ac7b82c5e2f2a9020f450c0dc9bfb045/wd-8-023-16-pdf-data.pdf

#2 Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2013, PDF)
http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/NationalerAktionsplanPflanzenschutz.pdf?__blob=publicationFile

#3 Informationen des Umweltbundesamts zu integriertem Pflanzenschutz (2016)
https://tinyurl.com/y98mtb9v

#4 Das Magazin »agrar heute« berichtet über das Interesse an Bodenorganismen (2017)
https://www.agrarheute.com/pflanze/mais/mykorrhiza-bringen-bodenhilfsstoffe-534163

#5 Ein Review-Artikel zur Steigerung von Produktivität und Qualität von Feldfrüchten durch Mykorrhiza-Pilze (englisch, 2014, Paywall)
https://ac.els-cdn.com/S0304423815001211/1-s2.0-S0304423815001211-main.pdf?_tid=b95686ab-4510-43fb-ac48-f9b3f835c82b&acdnat=1521831007_b53c5df765451c7bbb05e4e61f15e0ea

#6 In dieser Broschüre zu »Bioökonomie in Deutschland« weist das BMEL auf das Potenzial der Mykorrhiza hin (2014, PDF, Seite 89)
http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Biooekonomie-in-Deutschland.pdf?__blob=publicationFile