

*Earth System Knowledge Platform* - die Wissensplattform des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft, [www.eskp.de](http://www.eskp.de)

Klimawandel · Trockenheit

# PILZARTEN UND IHRE PFLANZLICHEN WIRTE IM KLIMAWANDEL

Mika Tarkka<sup>1</sup>, Jakob Hildebrandt<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Department Bodenökologie

<sup>2</sup> Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Department Bioenergie

Zuerst publiziert: 10. Juni 2020, 7. Jahrgang

Digitaler Objektbezeichner (DOI): <https://doi.org/10.2312/eskp.006>

## Teaser

Viele parasitäre Baumpilze können von der Schwächung von Bäumen durch Trockenstress profitieren. Pilzsammler, die neben Mykorrhizapilzen auch parasitäre Baumpilze sammeln, mögen sich daran erfreuen. Doch ist dabei nicht zu verkennen, dass pflanzenpathogene Pilze derzeit einen starken Anpassungsdruck in Forst- und Landwirtschaft ausüben.

## Keywords

Pilze, Pathogene, Wald, Forstpathogene, Parasiten, Krankheit, Schäden, Schadbefall, Baumsterben, Wälder, Waldsterben

Die zunehmende Häufung von Extremwetterlagen wie anhaltende Trockenheit, Starkregen und Sturmereignisse hat in vielen Regionen Deutschlands für die Öffentlichkeit sichtbare Spuren in den Waldökosystemen hinterlassen. Vielfältige Schadbilder, ob sturmbedingt, durch Borkenkäfer, oder invasive Arten verursacht werden Forstwirten, Vegetationskundlern, Pilzsammlern und Spaziergängern während ihrer Inventuren und Naturstreifzüge augenfällig. Sie üben bereits heute gewaltigen Anpassungsdruck im Forstmanagement und in der Klimapolitik aus.

Wenn sich Standortfaktoren im Zuge des Klimawandels ändern, können sowohl symbiotische Mykorrhizapilze als auch pflanzenpathogene Pilze einen Einfluss auf die

Zusammensetzung von Wald und Wiesengesellschaften ausüben. Zusätzlich breiten sich eingeschleppte invasive Pilzarten (Neomyzeten) als forstpathogene Schadpilze wie das Falsche Weiße Stängelbecherchen *Hymenoscyphus fraxineus*, der das Eschentriebsterben verursacht und nach derzeitigem Kenntnisstand aus Ostasien nach Europa eingeschleppt wurde, in Mitteleuropa aus. Bereits geschwächte Bäume werden häufig von Folgeparasiten wie dem Hallimasch befallen und sterben in Folge dessen innerhalb kurzer Zeit ab.

Die Pilze interagieren dabei in komplexen Wirtsbeziehungen mit ihren standorttypischen Pflanzengemeinschaften. Absehbar ist in diesem Kontext, dass die symbiotischen Artengefüge der Wald- und Wiesenökosysteme in Zukunft einer Reihe bisher ungekannter Faktoren wie andauerndem Trockenstress oder vielfältiger Schadorganismen wie z.B. den oben beschriebenen Neomyzeten ausgesetzt sein werden. In diesem Zusammenhang stehen insbesondere drei Aspekte als besonders wichtig hervor.

Zum einen ist die Frage, ob es unter den parasitischen Pilzen bislang ungekannte natürliche Gegenspieler gibt, die Schadwirkungen begrenzen, derzeit ein vordringlicher Untersuchungsgegenstand pilzkundlicher Forschung. Die Forschung fragt dabei nach sogenannten „antagonistischen Effekten“ von einheimischen Schwachparasiten gegenüber invasiven Pilzarten und deren Einfluss auf die Überlebensrate befallener Bäume wie z.B. im Fall von *Fusarium circinatum*, einem aus Zentralamerika nach Europa eingeschleppten Neomyzeten, der Kiefern befällt.

Des Weiteren sollte Beachtung finden, dass der Rückgang von Beständen einer bestimmten Baumart aufgrund eines Parasitenbefalls, es begünstigen kann, dass nicht-parasitäre Speisepilze, die mit diesem Baumbestand assoziiert sind, ebenso zurückgehen können. So



Abb. 1: In Deutschland wurde die Erkrankung der Eschen durch den wahrscheinlich aus Ostasien eingeschleppten Pilz erstmals im Jahr 2002/2003 in Mecklenburg-Vorpommern festgestellt. Mittlerweile sind in diesem Bundesland nahezu alle Eschenbestände (16.000 ha) befallen und erkrankt. Eine direkte Bekämpfung des Pathogens ist nicht möglich. (Foto: Jakob Hildebrandt/ UFZ)

sind z.B. die o.g. Eschen insbesondere an kalkreichen Standorten häufig auch mit der Speisemorchel (*Morchella Esculenta*) - einem vorzüglichen Speisepilz - assoziiert.



Abb. 2: Pilzbefall eines Baumstammes: Viele Pilzarten produzieren Melanin, welches hier anhand der dunklen Linien im Holz sichtbar ist. (Foto: Jakob Hildebrandt/UFZ)

Ein weiterer, sehr relevanter Aspekt sind die Auswirkungen, die längerer Trockenstress bei den verschiedenen Typen an Mykorrhizapilzen auf die Art, den Umfang und die Mechanismen der Abgabe organischer Stoffe über die Wurzeln (Wurzelexsudation) und der Nährstoffaufnahme ihrer Wirtspflanzen ausübt.

Teils äußern sich diese Wirtbeziehungen unter Trockenstress als reversible Erscheinungen, denen die Artengemeinschaften z.B. mit Anpassung ihres Wasserhaushaltes und durch Selektion trockenheitsresistenterer Individuen begegnen, teils wird erkennbar, dass sich die Zusammensetzung der Baumarten und damit auch die der assoziierten Pilzsymbionten dauerhaft verändern könnten.

Im Fall des Eschentriebsterbens laufen in verschiedenen EU-Staaten bereits großangelegte Züchtungsprogramme zur Identifizierung, Selektion und Vermehrung hochgradig resistenter Sorten zum Aufbau von Zuchtbaumplantagen, insbesondere um den Ausfall anfälliger Jungbäume zu kompensieren.

Im Folgenden möchten wir nun eine anschauliche und umfassende Einordnung liefern, an welchen Stellen derzeit in den Interaktionen von Wald- und Wiesenpilzen mit ihren jeweils standorttypischen Pflanzengesellschaften unter anhaltendem Trockenheitsstress bereits partielle Verschiebungen und bleibende Veränderungen zu beobachten sind.

Damit wollen wir auch Anregungen für die Bürgerwissenschaften (Citizen Science) und für das Monitoring des Pilzbestandes geben („mykologisches Monitoring“). Unserer Auffassung nach sollte der Fokus verstärkt auf die im Zuge des Klimawandels stattfindenden Veränderungen der Artzusammensetzungen und artenübergreifenden Interaktionen zwischen Pflanzengesellschaften und pilzlichen Mikroorganismen gerichtet werden.

Klimamodelle gehen davon aus, dass in Deutschland nicht nur mit einem Anstieg der Durchschnittstemperatur zu rechnen ist, sondern das auch längere Dürreperioden sowie sehr starke Niederschläge während der Wachstumsperiode auftreten werden. In jüngster Zeit weisen viele Studien auf Veränderungen in der Vielfalt und Häufigkeit der lebenden Organismen der Erde im Zusammenhang mit dem Klimawandel hin. So wie das bei Tieren oder Pflanzen der Fall ist, haben sich auch die Pilzgemeinschaften aufgrund des Klimawandels bereits verändert.

## **Pilze sind immer länger zu ernten**

Aufgrund des Klimawandels gibt es bereits deutlich erkennbare Veränderungen in der Frühjahrs- und Herbstpilzproduktion. Die Pilzsaison beginnt früher an und es kann eine Verzögerung oder Verlängerung des Herbstvorkommens geben. Auch in Deutschland ist das bemerkbar, allerdings ist diese Ausdehnung der Vorkommensperiode von Wald- und Wiesenpilzen in Großbritannien oder im westlichen Nordeuropa am stärksten sichtbar.

Dieser generelle Trend kann aber in jedem Jahr durch Veränderungen in der Bodenfeuchte überlagert oder modifiziert werden. Zum Beispiel führen trockene und warme Sommer zu verzögerter Bildung von Pilzen. Wie im Jahr 2019 zu beobachten war, kann auf anhaltende Trockenheit nach ergiebigen Niederschlägen im Herbst trotzdem noch ein gutes Pilzjahr folgen. Die Produktionsmengen der Pilze schwanken dabei je nach Ausmaß der Niederschläge. Besonders im Mittelmeerraum sind herbe Verluste in Speisepilzen registriert worden, z. B. leidet die Trüffelzucht unter den erhöhten Temperaturen und der Trockenheit.

## **Pilzkrankheiten verbreiten sich Richtung Norden und werden durch den Klimawandel beeinflusst**

Die meisten Pflanzenkrankheiten werden stark von den Umweltbedingungen beeinflusst. Der Klimawandel wirkt auf die Krankheitserreger, aber auch auf den Wirt, und modifiziert so die Wechselwirkung zwischen den beiden. Sowohl die Schwere der Pilzerkrankung als auch das geografische Spektrum der Pilzerreger werden daher durch das sich erwärmende Klima beeinflusst.

Einige Pilze, wie bestimmte Variationen des Getreideschwarzrostes - etwa der *Puccinia graminis f. tritici* -, werden durch erhöhte Temperaturen direkt stimuliert, und ihre

Wachstumsrate und Virulenz bei höheren Temperaturen erhöht. Der Getreideschwarzrost befällt Getreidearten und erweist sich dabei außerdem als äußerst anpassungsfähig. Er reagiert selbst auf die Zucht resistenter Getreidearten und entwickelte so zahlreiche Formen und Varietäten.

Starke Ausbrüche dieses Pilzes sind auf warme Temperaturen zurückzuführen, und vor allem in den kontinentalen Regionen Deutschlands tritt der Schwarzrostpathogen regelmäßig auf. Dieser thermophile Krankheitserreger kann nicht mit Kulturmaßnahmen bekämpft werden, und deswegen ist Schwarzrost ein großes Problem im ökologischen Landbau. Seine weitere Ausbreitung, ein gehäuftes Auftreten sowie die Veränderung in der Beziehung zu seinen Wirtspflanzen gilt es daher mit besonderer Priorität zu beobachten.

### **Insekten und Pilze befallen Bäume gemeinsam bei trockenen und warmen Sommern**

Die durch den anthropogenen Eintrag von Treibhausgasen erhöhten Temperaturen und CO<sub>2</sub>-Gehalte in der Luft haben das Potenzial, das Pflanzenwachstum zu beschleunigen. Globale Analysen deuten zudem darauf hin, dass Insekten- und Krankheitserregerschäden an Pflanzen in einer sich erwärmenden Welt generell zunehmen werden. Dabei geht es um Wechselwirkungen zwischen Klimawandel, insbesondere Dürreperioden, Insekten und Pilzen, die in den kommenden Jahrzehnten voraussichtlich weltweit weiter an Bedeutung gewinnen werden.



Abb. 3: Eine Gruppe Hallimasche. (Foto: Dierk Spreen/ESKP)

Wasser- und temperaturgestresste Pflanzen verfügen über keine Kohlenstoffreserven, um ihren für Resistenzprozesse wichtigen Sekundärmetabolismus zu betreiben oder Energie für

andere Abwehrmaßnahmen vorzuhalten. Infolgedessen werden geschwächte Bäume durch Insekten und sekundäre Schädlinge wie Borkenkäfer und damit assoziierte pflanzenparasitäre Pilze befallen. Die Insekten überwältigen die Baumabwehr und machen sie anfällig für die pflanzenpathogenen Pilze, so dass die Pilze das Splintholz besiedeln und verschließen können.

Dürrebedingte Ausbrüche von baumpathogenen *Armillaria*-Arten (z.B. Hallimasch) deuten darauf hin, dass Trockenstress die Anfälligkeit der Bäume für diesen Pilz erhöht.

Klimaveränderungen führen zu einer Zunahme der Aktivität einzelner Arten und verändern das Wachstum von Rhizomorphen und Mycelwachstum in den Böden und erhöhen die Anfälligkeit von Bäumen. Rhizomorphe sind verdickte Myzelstränge, die ähnlich wie Wurzeln aussehen und auch dem Stofftransport dienen. Unter Sammlern von Speisepilzen bekannt sind vor allem die Rhizomorphen von Hallimaschen. Hallimasche können dadurch das Wurzelsystem von verschiedensten Gehölzen befallen und dann sogar den Stamm heraufsteigen. Die Rhizomsysteme der Hallimasch-Arten können sehr groß und sehr alt werden und ganze Gehölzbestände bedrohen.

Die heißen Sommer 2018 und 2019 zeigten zudem eine zunehmende Anzahl von Berichten über einen bestimmten Parasiten auf Ahornbäumen. Dabei handelte es sich um den Pilz *Cryptostroma corticale*, dem Erreger der Ahornrußbrindenerkrankung. Vorteilhaft für das Aussehen und die Weiterentwicklung des Pilzes sind trockene und warme Sommer, wobei Wassermangel die Ahorne anfällig macht. Die Sporen von *Cryptostroma corticale* werden in Massen produziert und haben eine enorme allergische Wirkung auf Menschen, die mit ihnen in Berührung kommen.



Abb. 4: Fransiger Wulstling (*Amanita strobiliformis*). (Foto: Jakob Hildebrandt/UFZ)

## Seltenere Arten könnten sich in ihren Beständen erholen

Bei einigen Pilzarten gibt es Hinweise darauf, dass sie sich in ihren Beständen in Deutschland aufgrund der Erwärmung erholen könnten bzw. eine Ausbreitung bislang nur lokal stark begrenzter Populationen durch die klimatische Erwärmung begünstigt werden könnte.

Der essbare Fransige Wulstling (*Amanita strobiliformis*), der in der Roten Liste aufgeführt wird und daher in Deutschland geschont werden sollte, tritt in den vergangenen Jahren gehäuft an Standorten auf, wo er bislang nicht beobachtet werden konnte. Es ist zwar verfrüht, ihn als Indikatorspezies für den fortschreitenden Klimawandel zu betrachten, aber sollte sich sein gehäuftes Aufkommen in den kommenden Jahrzehnten verstetigen, wäre seine Ausbreitung ein starkes Indiz für eine allgemeine und andauernde Verschiebung in den Habitatfaktoren pilzlicher Mikroorganismen in Deutschland.



Abb. 5: Leberreischling (*Fistulina hepatica*) an einer Eiche. (Foto: Jakob Hildebrandt/UFZ)

Weitere, in Zentraleuropa eher selten vorkommende, Arten wie z. B. der ebenfalls essbare und im englischen Sprachraum auch als „Poor Man’s Beefsteak“ bekannte, Leberreischling *Fistulina hepatica* scheinen sich aufgrund des Anstieges der Durchschnittstemperaturen in Spanien zu ernstzunehmenden Forstschädlingen in Esskastanienplantagen zu entwickeln und scheinen auch Deutschland an Eichen in trockenen Jahren vermehrt zu fruktifizieren.

Wir möchten an dieser Stelle interessierte Laien, Hobbymykologen und Pilzesammler dazu aufrufen, diese oder ähnliche Beobachtungen auf ihren Naturstreifzügen möglichst über mehrere Jahre hinweg schriftlich und fotografisch zu dokumentieren und in den [einschlägigen Foren](#) der mykologischen Fachgesellschaften zur Diskussion zu stellen.

Der Aufbau von Citizen Science-Austauschplattformen und die Konsolidierung und Validierung der von engagierten Bürgern erhobenen Befunde sollten dabei grundsätzlich von Seiten der mykologischen Wissenschaftscommunity hinsichtlich der Projektförderung, des Ko-Designs und der Datenanalyse eng begleitet werden, um eine Bündelung der Wissensakkumulation in diesem Bereich zu ermöglichen. Wir alle können nämlich unseren Beitrag dazu leisten, den Wandel der terrestrischen Ökosystemsysteme um uns herum im Zuge des Klimawandels besser zu verstehen. Dadurch erlangen wir nützliches und besseres Wissen, das es ermöglicht, die notwendigen Anpassungen im Forstmanagement und im Biodiversitätsschutz auch zielgerichtet vornehmen zu können. Der weitere Ausbau eines tiefgreifenden Verständnisses der Interaktionen zwischen pilzlichen Mikroorganismen und Waldökosystemen wird dazu in Zukunft mehr denn je unerlässlich sein.

## Referenzen

- Boddy, L., Büntgen, U., Egli, S., Gange, A. C., Heegaard, E., Kirk, P. M., Mohammad, A. & Kauserud, H. (2014). Climate variation effects on fungal fruiting. *Fungal Ecology*, 10, 20-33. doi:10.1016/j.funeco.2013.10.006
- Elvira-Recuenco, M., Cacciola, S. O., Sanz-Ros, A. V., Garbelotto, M., Aguayo, J., Solla, A., ... Díez, J. J. (2020). Potential Interactions between Invasive *Fusarium circinatum* and Other Pine Pathogens in Europe. *Forests*, 11(1), 7. doi:10.3390/f11010007
- Erfmeier, A., Haldan, K. L., Beckmann, L.-M., Behrens, M., Rotert, J. & Schrautzer, J. (2019). Ash Dieback and Its Impact in Near-Natural Forest Remnants - A Plant Community-Based Inventory. *Frontiers in Plant Science*, 10:658. doi:10.3389/fpls.2019.00658
- Heilmann-Clausen, J., Bruun, H. H., Ejrnæs, R., Frøslev, T. G., Læssøe, T. & Petersen, J. H. (2019). How citizen science boosted primary knowledge on fungal biodiversity in Denmark. *Biological Conservation*, 237, 366-372. doi:10.1016/j.biocon.2019.07.008
- Kelnarová, I., Černý, K., Zahradník, D. & Koukol, O. (2017). Widespread latent infection of *Cryptostroma corticale* in asymptomatic *Acer pseudoplatanus* as a risk for urban plantations. *Forest Pathology*, 47(4):e12344. doi:10.1111/efp.12344
- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (AöR). (o.D.). FNR-Förderprojekt ResEsche (Selektion resistenter Eschen 2019) [[www.wald-mv.de](http://www.wald-mv.de)]. Aufgerufen am 14.12.2019
- Liese, R., Lübbe, T., Albers, N. W., Meier, I. C. (2018). The mycorrhizal type governs root exudation and nitrogen uptake of temperate tree species. *Tree physiology*, 38(1), 83-95. doi:10.1093/treephys/tpx131
- Lewis, C. M., Persoons, A., Bebbler, D. P., Kigathi, R. N., Maintz, J., Findlay, K. ... Saunders, D. G. O. (2018). Potential for re-emergence of wheat stem rust in the United Kingdom. *Communications Biology*, 1:13. doi:10.1038/s42003-018-0013-y
- Marx, A. (2019, 8. Februar). Entwicklung der Dürre 2018 [[Dürremonitor UFZ, www.ufz.de](http://Dürremonitor UFZ, www.ufz.de)]. Aufgerufen am 14.12.2019.
- Regué, A., Bassié, L., de-Miguel, S. & Colinas, C. (2019). Environmental and stand conditions related to *Fistulina hepatica* heart rot attack on *Castanea sativa*. *Forest Pathology*, 49(3):e12517. doi:10.1111/efp.12517
- Samaniego, L., Thober, S., Kumar, R., Wanders, N., Rakovec, O., Pan, M., Zink, M., Sheffield, J., Wood, E. F. & Marx, A. (2018). Anthropogenic warming exacerbates European soil moisture droughts. *Nature Climate Change*, 8, 421-426. doi:10.1038/s41558-018-0138-5
- Stocks, J. J., Buggs, R. J. A. & Lee, S. J. (2017). A first assessment of *Fraxinus excelsior* (common ash) susceptibility to *Hymenoscyphus fraxineus* (ash dieback) throughout the British Isles. *Scientific Reports*, 7(1):16546. doi:10.1038/s41598-017-16706-6

## Weiterführende Informationen

[Forum der Deutschen Gesellschaft für Mykologie e.V.](#)

## Zitiervorschlag

Tarkka, M. & Hildebrandt, J. (2020, 6. Januar). Pilzarten und ihre pflanzlichen Wirte im Klimawandel. *Earth System Knowledge Platform* [www.eskp.de], 7. doi:10.2312/eskp.006



Text, Fotos und Grafiken soweit nicht andere Lizenzen betroffen: [eskp.de](http://eskp.de) | [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

eskp.de | Earth System Knowledge Platform - die Wissensplattform des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft