

Henrik Schürmann¹, Vanessa Sonnabend², Peter Nick¹ , Markus Scholler² 

Urbane Mykologie: Artenvielfalt und kontinentale Herkunft pflanzenparasitischer Kleinpilze und ihrer Wirtspflanzen in einem Universitätsgarten in Karlsruhe (Deutschland)

Urban mycology: Species diversity and continental origin of plant-parasitic microfungi and their host plants in a university garden in Karlsruhe (Germany)

Affiliationen

¹Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Joseph Gottlieb Kölreuter Institut für Pflanzenwissenschaften, Molekulare Zellbiologie, Karlsruhe.

²Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Karlsruhe.

Kontaktanschrift

Dr. Markus Scholler, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, 76133 Karlsruhe, E-Mail: markus.scholler@smnk.de

Zusammenfassung

Pflanzenparasitische Kleinpilze wurden in der 0,24 ha großen Freilandfläche eines öffentlichen botanischen Universitätsgartens gesammelt und hinsichtlich ihrer geografischen Herkunft ausgewertet. Insgesamt wurden 58 Pilzarten auf 70 Wirtspflanzenarten nachgewiesen. Einunddreißig Arten gehören zu den Pucciniales, 18 zu den Erysiphales, drei zu den Peronosporales, drei zu den Ustilaginomycotina und drei zu den Ascomycotina exklusive Erysiphales. Vier Arten wurden erstmals im Bundesland Baden-Württemberg gefunden, eine Art gilt als gefährdet. Zur Bewertung der Herkunftsmuster wurden die Pilzarten sechs Kontinenten zugeordnet. Das Ursprungsareal der meisten Pilz- und Pflanzenarten erstreckt sich über mehrere Kontinente. 16 Arten stammen von außerhalb Europas. Regionenübergreifende Wirtsassoziationen aus Südamerika (*Puccinia malvacearum*, *P. modiolae*) und Australien (*P. lagenophorae*), die Wirtspflanzen aus Asien und Europa befallen, wurden ebenfalls dokumentiert. Die Ergebnisse wurden im Hinblick auf Biodiversität, Artenschutz, mögliche Schäden an einheimischen Pflanzen und die Möglichkeit der Beschilderung von Parasiten in Botanischen Gärten diskutiert.

Stichwörter

Neomycet, Wirtsspektrum, Mykodiversität, Arealerweiterung, *Septoria villarsiae*, *Nymphoides peltata*, ex-situ Erhaltung

Abstract

Plant-parasitic microfungi were collected in a 0,24 ha open-field area of a public university Botanical Garden and evaluated with emphasis on their geographic origin. A total of 58 fungal species were recorded on 71 host plant species. Thirty-one species belong to Pucciniales, 18 to Erysiphales,

three to Peronosporales, three to Ustilaginomycotina and three to Ascomycotina other than Erysiphales. Four species were found for the first time in the state of Baden-Württemberg, one species is an endangered species. To assess patterns of origin, fungal species were assigned to seven continents. Most fungal and plant species originate from multiple continents. 16 species originate from continents other than Europe. Cross-regional host associations from South America (*Puccinia malvacearum*, *P. modiolae*) and Australia (*P. lagenophorae*) infecting host plants from Asia and Europe were also documented. The results are discussed with respect to biodiversity, species protection, possible harm to native plants and to designate parasites by signs in Botanical Gardens.

Keywords

neomycete, origin, host range, myco-diversity, area expansion, *Septoria villarsiae*, *Nymphoides peltata*, ex-situ preservation

Einleitung

Obligat-pflanzenparasitische Kleinpilze wie die Rostpilze (Pucciniales), Brandpilze (Ustilaginales, Microbotryales), die Echten Mehltaupilze (Erysiphales, auch Unterordnung Erysiphinae, Reich Fungi) und die phylogenetisch mit den Echten Pilzen nicht verwandten Falschen Mehltaupilze (Peronosporales, Reich Oomycota) einen zwei Merkmale in Bezug auf ihre Wirte: Die Abhängigkeit des Parasiten von lebendem Pflanzengewebe und die oft hohe Wirtsspezifität. Ein Beispiel für eine Art mit einem breiteren Wirtsspektrum ist der Rostpilz *Puccinia malvacearum*, der zahlreiche Arten der Malvengewächse (Malvaceae) befällt. Vertreter lediglich einer Gattung befällt zum Beispiel der Echte Mehltaupilz *Erysiphe ulmariae*, nämlich Mädesüß-Arten, *Filipendula* spp. (Rosengewächse, Rosaceae) (Braun & Cook, 2012). Nur eine Wirtsart, die



(c) Die Autoren/Die Autorinnen 2026

Dies ist ein Open-Access-Artikel, der unter den Bedingungen der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (CC BY 4.0) zur Verfügung gestellt wird (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).

Zur Veröffentlichung eingereicht/angenommen: 13. Mai 2026/2. Juli 2026

Wegwarte (*Cichorium intybus*), befallen die Brandpilze *Entyloma cichorii* und *Microbotryum cichorii* (Klenke & Scholler, 2015). Die Verbreitung der Pilze ist somit vom Verbreitungsareal der Gesamtheit ihrer Wirte abhängig, reicht aber an deren Areal meist nicht heran, da der Pilz eine deutlich kleinere ökologische Amplitude besitzt. Dupias, (1971) zeigt dies am Beispiel europäischer Rostpilze.

Die heutige mitteleuropäische Flora phytoparasitischer Kleinpilze ist als Folge der Globalisierung durch eine Vielzahl eingeschleppter Arten gekennzeichnet (Kreisel & Scholler, 1994; Klenke & Scholler, 2015; Thiel et al., 2023). Verantwortlich hierfür ist die zeitliche Verkürzung der Verkehrswege und die Einführung nicht-heimischer Zier- und sonstiger Kulturpflanzen, die die Einschleppung begünstigen (Kreisel & Scholler, 1994; Kreisel, 2000; 2004; Scholler, 1996; Klenke & Scholler, 2015) und die Klimaverschiebung, die zur verstärkten Einwanderung und Etablierung wärmeliebender Arten führt. In der Neuzeit, also seit 1492 eingewanderte und etablierte Pflanzen, werden als Neophyten bezeichnet, entsprechend heißen sie Neomyceten bei Pilzen (Kreisel & Scholler, 1994). Je nach Zielsetzung kann das Bezugsgebiet, in dem eine Art als einheimisch betrachtet wird, unterschiedlich definiert werden. So werden hierfür etwa Kontinente, Länder, Naturräume (zum Beispiel die Oberrheinebene) oder eine Stadt (zum Beispiel Konstanz) herangezogen.

In Privatgärten und Botanischen Gärten in denen keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden und viele exotische Pflanzen wachsen sind hohe Pilzartenzahlen und (relativ) viele nicht-heimische Arten zu erwarten. In Deutschland wurden in mehreren mehrjährigen Arbeiten ausschließlich (zum Beispiel Besl, 1993; Lotz-Winter et al., 2011; Kruse, 2014; Kruse et al., 2020) oder teilweise (zum Beispiel Buhr, 1958a; b; Scholler, 1996) Funde in Botanischen Gärten untersucht. Während in diesen genannten Arbeiten die Ermittlung der Artenzahl von Wirt und Parasit im Vordergrund stand, wurde über die Herkunft der Arten nicht berichtet. Deshalb haben wir uns zum Ziel gesetzt, das Artenspektrum im Hinblick auf die ursprünglichen Verbreitungsgebiete der Arten zu untersuchen. Dies tun wir auf der Ebene von Kontinenten. Durchgeführt wurden die Arbeiten im kleinen Universitätsgarten in Karlsruhe-Oststadt. Der Garten ist öffentlich zugänglich, dient aber auch der Resistenz-Forschung (Nick et al., 2017) und der universitären Lehre.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet

Als Untersuchungsgebiet diente der Botanische Garten des Karlsruher Instituts für Technologie (Versuchsanstalt JKIP-KIT) in Karlsruhe, Oststadt, 116 m üNN, GPS-Koordinaten 49.01283/8.41888. Die Gesamtfläche beträgt 0,54 ha mit einer Freilandfläche von 0,24 ha. Wichtigste Elemente der Freilandfläche sind ein Arboretum mit gemähter Wiese, südlich und östlich ungemähte Wiesen, ein Bereich mit verschiedenen Referenz- und Nutzpflanzenbeeten, *Vitis*-Kulturenbeeten und Erhaltungskulturen (Abb. 1). Die Vegetation des Gartens besteht demnach aus spontan gewachsenen Wildpflanzen und aus kultivierten Arten.

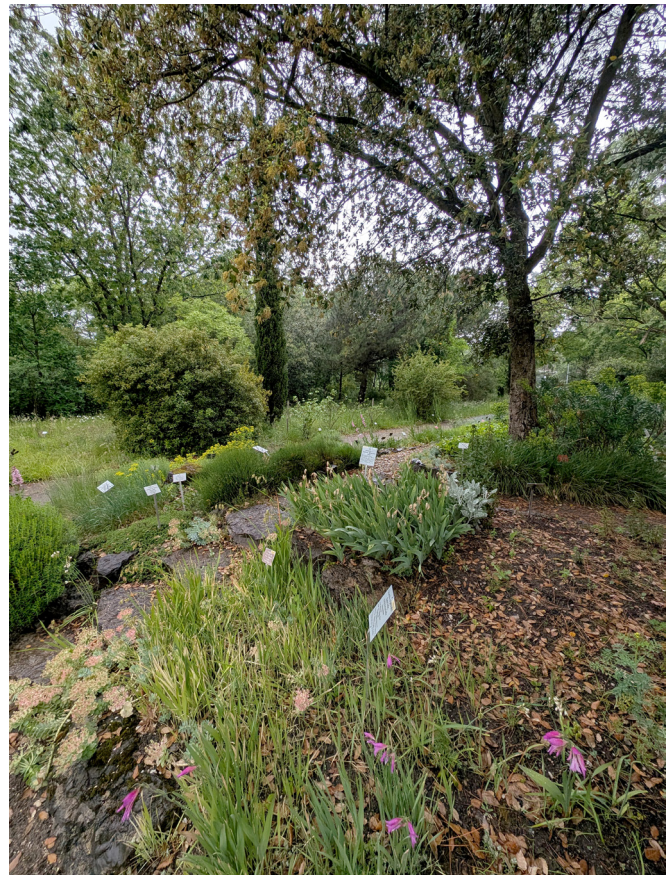


Abb. 1: Der Universitätsgarten des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) in der Fasanenstrasse 2 in Karlsruhe-Oststadt mit Blick auf die Balkanflora-Pflanzungen und das Arboretum (Foto: M. Scholler).

Probennahme, Bestimmung, Nomenklatur, Herbarisierung, Digitalisierung

Belege (Pilz mit Wirtspflanze) wurden in den Monaten Juli, August, September und Oktober 2024 im Rahmen einer Masterarbeit am KIT gesammelt (Schürmann, 2024). Des Weiteren wurden einige ältere von Markus Scholler gesammelte Belege von 2018, 2020, 2021 und 2022 aus dem Pilzherbarium des Karlsruher Naturkundemuseums (KR) ausgewertet. Die Gesamtzahl der freilebenden Pflanzenarten wurde von März bis Mai 2026 ermittelt. Von einigen Pilzarten wurden Fotos angefertigt (Smartphone Galaxy A51, Fa. Samsung, Suwon, Südkorea bzw. Google Pixel 8, Fa. Google, USA). Die Bestimmung der wildwachsenden unbeschilderten Wirtspflanzen erfolgte mit „Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs“ (Sebald et al., 1990 – 1992; Sebald et al., 1996 - 1998). Bei kultivierten Arten mit Namensschildern wurden die darauf angegebenen Namen übernommen. Die Pilze wurden makroskopisch und mikroskopisch (Mikroskop Zeiss Axioskop 2, Fa. Zeiss, Oberkochen mit Kamera Olympus SC 50) bestimmt. Präpariert wurde in Milchsäure-Glycerin (1:1). Als Bestimmungsliteratur dienten Berndt et al., (2024) bei Rostpilzen auf Malvengewächsen, Brandenburger, (1985) bei Ascomyceten außer Erysiphales, Braun & Cook., (2012) bei Erysiphales und für alle verbleibenden Pilzgruppen Klenke & Scholler, (2015). Taxonomisch-nomenklatorische Grundlage für die Pflanzen ist Kew, Plants of the World Online

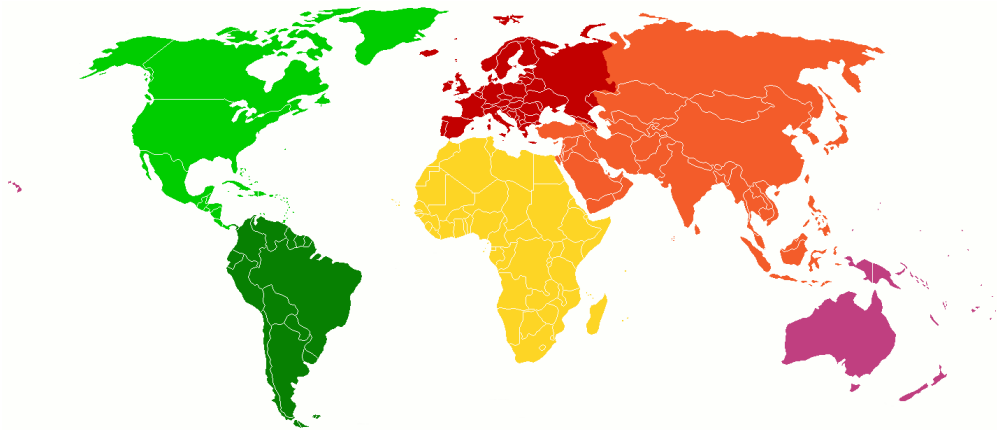


Abb. 2: Herkunftskontinente der nach Europa eingewanderten Arten und Herkunftskontinente ihrer Wirtspflanzen im Universitätsgarten Karlsruhe (nach The New Oxford Dictionary of English 2001, verändert).

<https://powo.science.kew.org/> (Stand März 2026) und für die Pilze Klenke & Scholler, (2015) und Thiel et al. (2023) sowie einige aktuelle Arbeiten (Berndt et al., 2024; Scholler et al., 2022). Die Funddaten wurden in die Datenbank Diversity Workbench eingegeben und im Digitalen Katalog der Pilze (KR) online gestellt (<https://fungi.naturkundemuseum-karlsruhe.de/digitaler-katalog>). Auch in der Biodiversitätsdatenbank Global Biodiversity Information Facility (GBIF; gbif.org) werden die Daten angezeigt, jedoch ohne Angabe der Wirtspflanzen. Die Belege wurden mit einer Referenznummer versehen und im Pilzherbarium des Staatlichen Museums für Naturkunde Karlsruhe (KR) hinterlegt.

Festlegung der Herkunftsgebiete

Für die geographische Zuordnung wurde die durch politische Grenzen festgelegten Kontinente Afrika, Asien, Australien (Ozeanien), Europa, Süd- und Nordamerika gewählt. Wir folgen hier den von The New Oxford Dictionary of English (2001) vorgeschlagenen Grenzen (Abb. 2).

Bestimmung der Herkunftsgebiete

Die natürlichen Herkunftsgebiete der Wirtspflanzen wurden Kew, Plants of the World Online <https://powo.science.kew.org/> (Stand Februar 2026) entnommen. Die Datenbank stellt Verbreitungskarten mit heimischen und nicht-heimischen Areal zur Verfügung. Für die Ermittlung der Herkunft der Pilzarten wurden zahlreiche Literaturquellen ausgewertet.

Ergebnisse

Zu Details über Pilz- und Wirtspflanzenarten, Herkunft und Belegmaterial siehe Tabelle S1.

Gesamtzahl der freilebenden Pflanzenarten

Insgesamt konnten 1.076 Pflanzenarten im Freiland des Botanischen Garten ermittelt werden. Davon sind 942 beschildert, 134 unbeschildert.

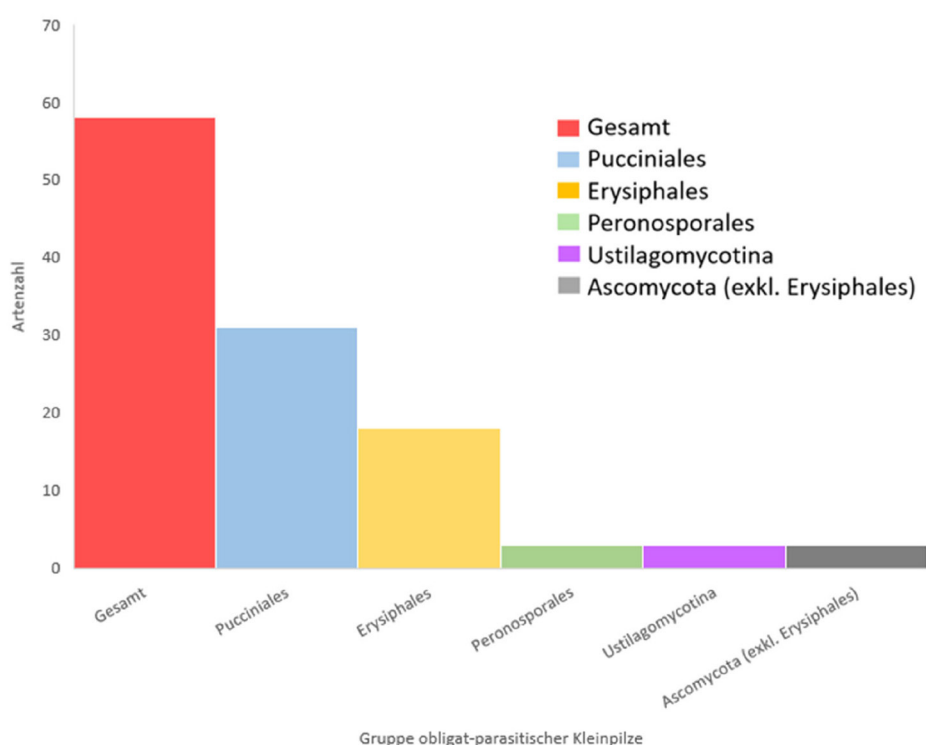


Abb. 3: Artenzahl von fünf Pilzgruppen pflanzenparasitischer Kleinpilze und Gesamtartenzahl nachgewiesen für den Universitätsgarten Karlsruhe.

Pilz- und Wirtspflanzenarten

Insgesamt wurden 73 Belege mit 58 Pilzarten auf 70 Pflanzenarten gesammelt (Tab. S1). Rostpilze (Pucciniales) sind mit 31 Arten, die Echten Mehltäupilze (Erysiphales) mit 18 Arten, die Falschen Mehltäupilze (Peronosporales), die Brandpilze (Ustilaginomycotina) und die Ascomycotina (exkl. Erysiphales) mit jeweils drei Arten vertreten (Abb. 3). Die Anzahl der Wirtspflanzenarten beträgt 70, davon 19 wildwachsend (Tab. S1). Die Anzahl der Wirt-Parasit-Beziehungen beträgt 73. *Puccinia triticina*/Aegilops tauschii, *Quasipucciniastrum ochraceum*/Agrimonia eupatoria subsp. asiatica und *Plasmopara viticola*/Vitis girdiana sind neue Pilz-Wirt-Kombinationen für Deutschland (Thiel et al., 2023). Einige Pilzarten wurden auf mehreren Wirtsarten beobachtet, wobei der Rostpilz *Puccinia triticina* mit fünf Wirtsarten das größte Spektrum besitzt. Drei Wirte haben *P. malvacearum* und *P. coronata*, zwei Wirte jeweils *P. lagenophorae*, *Uromyces rumicis*, *U. striatus*, die Echten Mehltäupilze *Arthrocladiella mougeotii* und *Neoerysiphe galeopsidis*, *Podosphaera filipendulae* sowie der Falsche Mehltäupilz des Weins, *Plasmopara viticola* (Abb. 4). Bis auf *Acer platanoides*, *Oenothera biennis* und *Vitis vinifera*, die jeweils von zwei Pilzarten befallen wurden, wurde auf jeder Wirtspflanzenart nur eine Pilzart gefunden (Tab. S1).



Abb. 4: *Plasmopara viticola* (Herkunft Nordamerika) auf *Vitis vinifera* (Herkunft Asien, Europa) (Foto: M. Scholler).

Seltene Pilzarten

Zwei heimische seltene Pilzarten konnten erstmalig für Baden-Württemberg nachgewiesen werden: Der Falsche Mehltäupilz *Plasmopara pimpinellae* auf *Pimpinella anisum* (Abb. 5) und der Ascomycet *Septoria villarsiae* auf der Wasserpflanze *Nymphoides peltata* (Abb. 6). Eine Rostpilzart, *Uromyces genistae* auf *Genista sagittalis* wird von Thiel et al., (2023) als Rote-Liste-Art für Deutschland mit der Kategorie 3 („gefährdet“) eingestuft.

Herkunft der Pilze

Das Herkunftsgebiet der Mehrzahl der Pilzarten umfasst mehrere Kontinente (Tab. S1). Für 42 der 58 Arten ist Europa



Abb. 5: *Plasmopara pimpinellae* (Herkunft Europa) auf *Pimpinella anisum* (Herkunft Asien, Europa) (Foto: M. Scholler).



Abb. 6: *Septoria villarsiae* (Herkunft Europa, Asien) auf *Nymphoides peltata* (Herkunft Afrika, Asien, Europa) (Foto: M. Scholler).



Abb. 7: *Microstroma alba* (Herkunft Europa) auf *Quercus cerris* (Herkunft Asien, Europa) (Foto: M. Scholler).

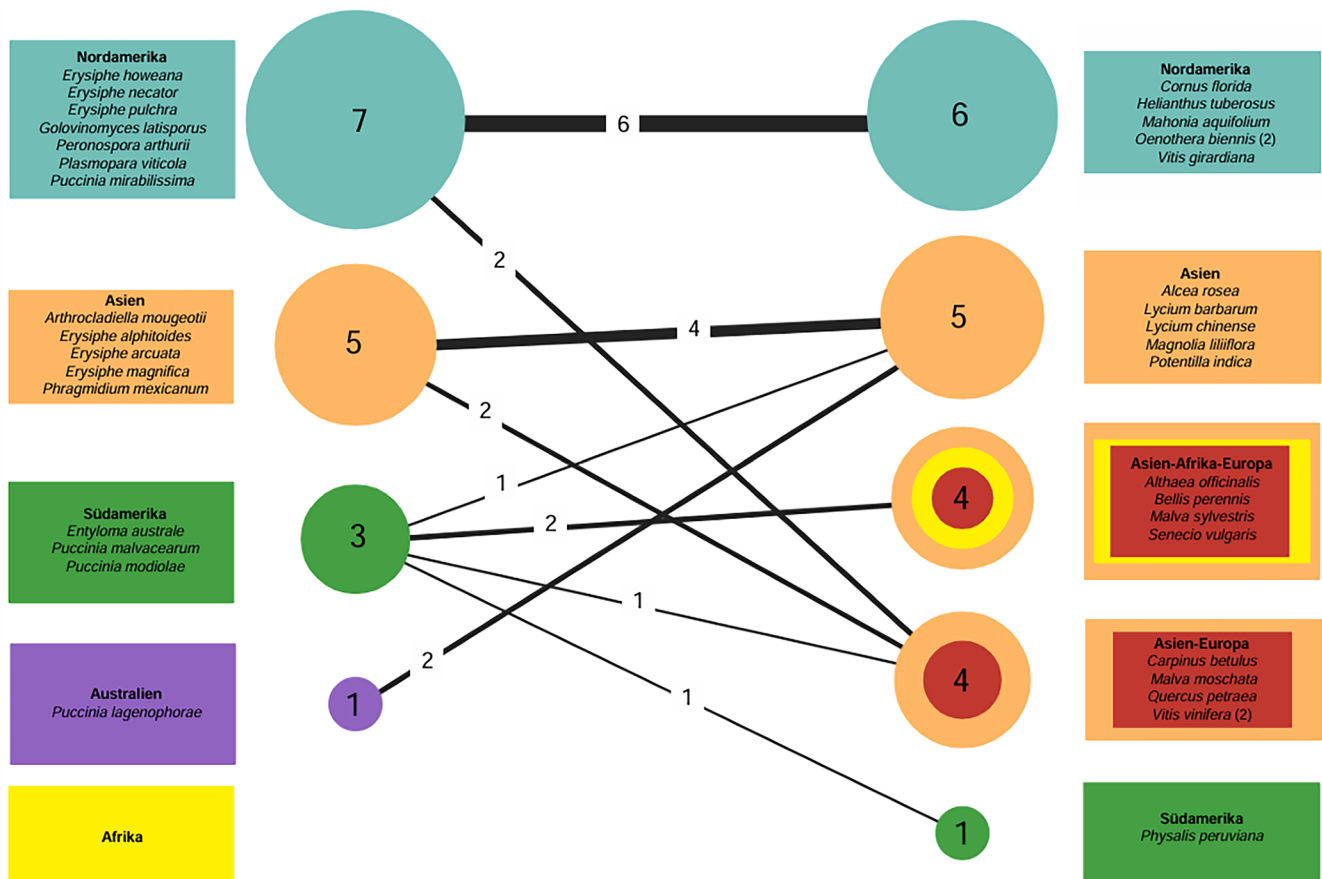


Abb. 8: Übersicht über 16 außereuropäischen Arten pflanzenparasitischer Kleinpilze (links) und die Herkunft ihrer 19 Wirtspflanzen (rechts) im Botanischen Universitätsgarten in Karlsruhe. Die Zahlen auf den Verbindungslinien geben die Anzahl der Wirt-Parasit-Beziehungen wieder. Werden Pflanzenarten von zwei Pilzarten befallen, so wird das in Klammern hinter dem Artnamen bemerkt.

Herkunftsgebiet oder Teil des Herkunftsgebiets. Eine Pilzart, der Echte Mehltapilz *Golovinomyces orontii*, gilt als Kosmopolit, der auf allen Kontinenten heimisch ist (Braun & Cook, 2012). Arten, die nur in Europa heimisch sind gibt es sechs, namentlich die Rostpilze *Puccinia nitida* und *Uromyces verruculosus*, der Echte Mehltapilz *Sawaddea bicornis*, der Falsche Mehltapilz *Plasmopara pimpinellae* (Abb. 5), der Brandpilz *Microstroma album* (Abb. 7) und der Ascomycet *Septoria villosa* (Abb. 6). Sechzehn Arten sind nicht in Europa heimisch (Abb. 8).

Herkunft der Wirtspflanzen

Häufigste Herkunftsgebiete sind Asien (59 Pflanzenarten) und Europa (58 Pflanzenarten). Die wenigsten Pflanzen sind in Südamerika und Australien beheimatet mit jeweils einer Art (Tab. S1).

Pilze mit extraeuropäischer Herkunft und ihr Wirtsspektrum

Abbildung 8 zeigt das Spektrum der 16 Neomyceten, also der nicht aus Europa stammenden Pilzarten. Die Pilze stammen mehrheitlich aus Nordamerika (7 Arten) und Asien (5 Arten) und befallen auch überwiegend Pflanzenarten die in diesen beiden Erdteilen beheimatet sind (Abb. 8, Tab. S1).

Im Gegensatz dazu befallen die aus Südamerika und Australien eingewanderten vier Pilzarten ganz überwiegend Pflanzen anderer Kontinente, nämlich sechs. Lediglich die südamerikanische Zierpflanze *Physalis peruviana* wird auch von einem südamerikanischen Pilz befallen (*Entyloma australe*).

Diskussion

Biodiversität

Im dem 0,24 ha großen Freilandanteil des Botanischen Gartens des KIT konnten 58 Arten parasitischer Kleinpilze auf 70 Freilandpflanzen nachgewiesen werden. Die artenreichen Rostpilze (Pucciniales) sind am stärksten vertreten. Von den Falschen Mehltapilzen (Peronosporales), die auch mit vielen Arten in Mitteleuropa vertreten sind (in Deutschland z. B. mit 282 Arten, Thiel et al., 2023), wurden hingegen nur drei Arten beobachtet (Tab. S1). Eine Gruppe, die Flagellatenpilze (Chytridiomycotina), wurden überhaupt nicht gefunden. In beiden letzteren Gruppen sind begeißelte Arten noch reichlich vertreten und die Abhängigkeit von feuchten Habitaten entsprechend größer als bei Rost-, Brand- und Echten Mehltapilzen. Im urbanen Milieu sind diese beiden Pilzgruppen möglicherweise unterrepräsentiert.

Insgesamt wurden bei 6,5 % aller Freilandpflanzenarten phytoparasitische Kleinpilze beobachtet. Mit einer ganz- bzw. einer mehrjährigen Untersuchung hätten vermutlich weitere Arten gefunden werden können, wie sich auch in langjährigen Untersuchungen anderer Autoren von Botanischen Gärten (Besl, 1993, Lotz-Winter et al., 2011, Kruse, 2014, Kruse et al., 2020) und anderen urbanen Habitaten (Piepenbring et al., 2025) zeigte.

Für Baden-Württemberg konnten vier Arten erstmalig nachgewiesen werden. Der aus Südamerika stammende Rostpilz *Puccinia modiolae* (Abb. 9), der aus Nordamerika stammende Echte Mehltaupilz *Erysiphe pulchra*, sowie zwei heimische Arten, der Falsche Mehltaupilz *Plasmopara pimpinellae* (Abb. 5) und der Ascomycet *Septoria villarsiae* (Abb. 6).

Im Universitätsgarten Karlsruhe sowie in anderen Botanischen Gärten dürfte die hohe Pflanzenvielfalt zur hohen Vielfalt pflanzenparasitischer Kleinpilze beitragen. Auch dürfte sich der Verzicht auf Fungizide (J. Daumann, mündl.) vorteilhaft in Karlsruhe auswirken. Der Einsatz von Fungiziden in öffentlichen Botanischen Gärten ist grundsätzlich erlaubt, unterliegt jedoch strengen Auflagen und ist genehmigungspflichtig (§ 17 PflSchG).



Abb. 9: *Puccinia modiolae* (Herkunft Südamerika) auf *Malva moschata* (Herkunft Asien, Europa) (Foto: H. Schürmann).

Herkunft der Pilze

Von den 58 Arten sind 42 in Europa oder auch in Europa heimisch. Es folgen Asien (30), Nordamerika (19), Afrika (17), Australien (6) und Südamerika (5). Keiner der Pilze kommt ausschließlich aus Afrika, obwohl es durchaus Pflanzen im Garten gibt, die allein in Afrika beheimatet sind, so eine Erhaltungskultur für südafrikanische Pflanzen. Von den 16 Neomyceten stammen hingegen die meisten Arten (7) aus Nordamerika (Abb. 8).

Sechzehn der 58 Arten sind Neomyceten, das entspricht 27,6 %. Tatsächlich gilt dies nur, wenn man, wie in der vor-

liegenden Untersuchung, Neomyceten als extraeuropäische Arten definiert. Würde man in Deutschland nur die Ober-reinebene oder sogar nur das Stadtgebiet von Karlsruhe als "heimisches Gebiet" definieren, so wäre der Anteil höher. Dies zu ermitteln wäre für alle Arten kaum möglich, mit Sicherheit dürften aber Arten mit mediterranem Ursprungsareal wie der auf *Hypericum calycinum* parasitierende Rostpilz *Melampsora androsaemi* hierzu zählen. Unabhängig davon ist der Neomycetenanteil von 27,6 % wohl außergewöhnlich hoch, wenn man berücksichtigt, dass Kruse (2014) lediglich einen Anteil von 10,5 % Neomyceten im Bayreuther Botanischen Garten ermittelte.

Wirt-Parasit-Beziehungen und Herkunft der Wirte

Insgesamt konnten 73 Wirt-Parasit-Beziehungen beobachtet werden (Tab. S1). Häufig parasitieren Pilze auf Pflanzenarten aus ihren Herkunftsgebieten, das gilt für die in Europa einheimischen Pilzarten wie auch für die meisten Neomyceten, die auf Pflanzenarten aus ihren Herkunftsgebieten registriert wurden. Abbildung 8 zeigt, dass asiatische Pilze überwiegend auf Pflanzen asiatischer oder eurasischer Herkunft parasitieren. Entsprechend ist dies auch bei den nordamerikanischen Pilzarten. Anders verhält es sich mit den Arten aus Südamerika und Australien. Die australische *Puccinia lagenophorae* (siehe Abb. 10) befällt zwei eurasiatisch-nordafrikanische Arten, die beiden südamerikanischen Arten *Puccinia malvacearum*

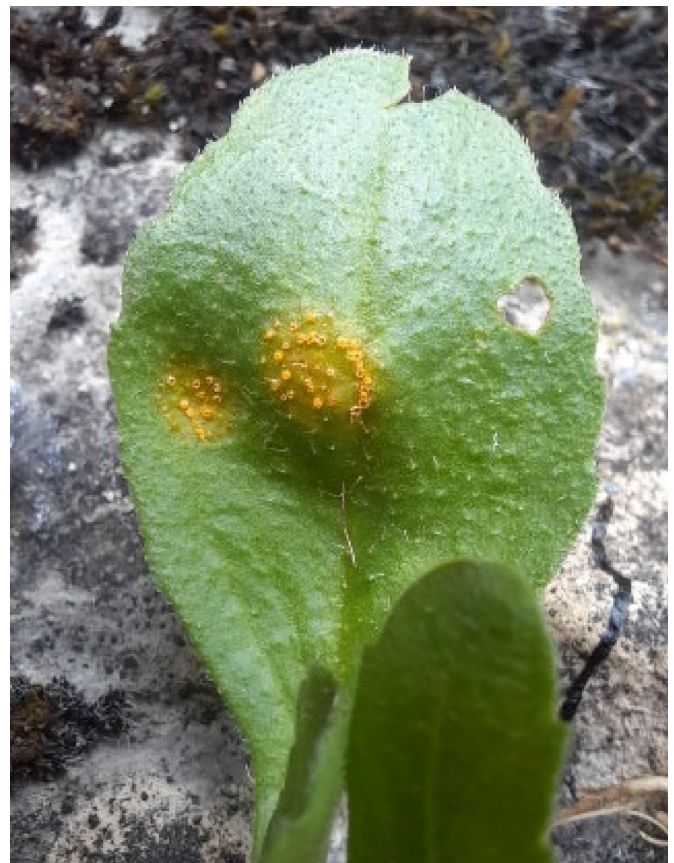


Abb. 10: *Puccinia lagenophorae* (Herkunft Australien) auf *Bellis perennis* (Herkunft Asien, Europa) (Foto: H. Schürmann).

und *P. modiolae* befallen eurasiatisch-nordafrikanische, eurasiatische oder asiatische Pflanzen (Abb. 8). Lediglich der südamerikanische Brandpilz *Entyloma australe* bleibt einer südamerikanischen Pflanze treu (*Physalis peruviana*). Die drei Rostpilzarten eint, dass sie ein breites Wirtsspektrum haben und dass dieses wohl hilfreich ist bei der Arealerweiterung. Dies zeigt aber auch, dass heimische Pflanzen durchaus Schaden nehmen können (Beenken, 2026; Scholler et al., 2011).

Pflanzenparasitische Kleinpilze in Botanischen Gärten: Fluch oder Segen?

Aufgrund der Vielzahl exotischer Pflanzenarten steht zu befürchten, dass Botanische Gärten zur Verbreitung von eingeschleppten und damit ggf. zur Verbreitung invasiver oder potentiell invasiver Pilzarten beitragen. Invasive Arten sind Neomyceten, die im neuen Areal ökologische oder wirtschaftliche Schäden anrichten. Dies könnte durch die pure Existenz exotischer Arten erfolgen oder durch Einführung exotischer Pflanzen verbunden mit gleichzeitiger oder nachfolgender Einschleppung ihrer Schädlinge. Es sind in Europa einige Fälle bekannt, wo sich von Botanischen Gärten ausgehend invasive oder potentiell invasive Pflanzen ausbreiteten, so das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*), dass sich nach 1837, ausgehend von den Botanischen Gärten in Genf und Dresden, ausbreitete, wohingegen der Rostpilz *Puccinia komarovii*, natürlicher Antagonist im asiatischen Herkunftsareal, erst 80 Jahre später in Mitteleuropa eintraf nach kontinuierlicher Westwärtswanderung (Gäumann, 1951). Die allermeisten exotischen Freilandpflanzen in Botanischen Gärten findet man häufig auch in Privatgärten und sonstigen Grünanlagen. Heute werden kaum noch ausgewachsene exotische Pflanzen von außerhalb in Botanischen Gärten gepflanzt. Vielmehr werden Samen getauscht und diese dann zur Vermehrung genutzt, so auch im Botanischen Garten des Karlsruher Instituts für Technologie (A.-L. Kuppinger, mündlich). Es gibt auch samenbürtige Pilzarten in jedoch vergleichsweise geringer Zahl. Eine Bedrohung durch Schädlinge in Botanischen Gärten ist nach unserer Einschätzung nicht zu erwarten.

Zoologische und Botanische Gärten werden vielfach zur Ex-situ-Erhaltung von vom Aussterben bedrohten oder bestandsgefährdeten Tier- und Pflanzenarten genutzt, da Lebensräume schwinden und man genetische Ressourcen sichern möchte. Für den Erhalt von bestandsgefährdeten Pflanzenpilzen könnte man auch Botanische Gärten nutzen. Dies soll am Beispiel des Ascomyceten *Septoria villarsiae* (Abb. 6) gezeigt werden. Die Gattung *Septoria* wird nicht in den Roten Listen Deutschlands geführt, wie alle Kleinpilze, die zu den Ascomyceten (Schlauchpilzen) zählen, sieht man von den Echten Mehltaupilzen ab. Eine entsprechende Rote Liste gibt es also noch nicht. Der erstmalige Nachweis der Art in Baden-Württemberg zeigt, dass sie selten ist. Das liegt vermutlich auch an der Seltenheit ihres Wirtes, der Europäischen Seekanne (*Nymphoides peltata*). So kommt die Art in Baden-Württemberg natürlich nur noch in der nördlichen Oberrheinebene vor. In der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands (Metzing et al., 2018) wird

sie als "gefährdet" eingestuft und genießt einen Schutzstatus durch Listung in der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV). Somit dürfte der Pilzparasit noch deutlich bedrohter sein als die Wirtspflanze, zumal es keine anderen Wirtspflanzenarten gibt. Hier stellt sich nun die Frage, ob man diesen Pilz im Garten erhalten sollte. Für viele mag diese Vorstellung abwegig sein, da parasitische Pilze auf Kulturpflanzen seit jeher Gegenstand der Bekämpfung und nicht ihres Erhalts sind. Es wäre wichtig, dass hier im Sinne des Artenschutzes ein Umdenken stattfindet, zumindest bei ausgewählten heimischen Arten.

Beschilderung von parasitischen Pilzen?

Auch wenn manche parasitische Pilze für Gartenbesitzer etwas Schädliches und vermutlich Unansehnliches darstellen, kann man die Wichtigkeit von Parasiten und das Interesse der Bevölkerung an ihnen nicht abstreiten. Sie sind wichtig für die Funktion und Stabilität von Ökosystemen und enthalten einen überdurchschnittlich hohen Anteil an bestandsgefährdeten Arten (Thiel et al., 2023). Insofern wäre es überlegenswert, pflanzenparasitische Pilze für Besucher Botanischer Gärten zu beschildern. Naturinteressierte und Gartenbesitzer könnten davon profitieren, Studenten und Auszubildende im gärtnerischen Bereich sowieso. Steckschilder mit wissenschaftlichen Namen und Volksnamen des Parasiten (eventuell mit Herkunftsangaben und kleinem Foto) könnten für die Dauer der Sporenlagerbildung neben dem Pflanzenschild präsentiert werden und somit zur Attraktivität des Botanischen Gartens beitragen.

Danksagung

Anna-Luise Kuppinger, technische Leiterin und Joachim Daumann, ehemaliger Leiter des Botanischen Gartens danken wir für Auskünfte zum Pflanzenbestand des Botanischen Gartens und Hjalmar Thiel für die kritische Durchsicht des Manuskripts.

Erklärung zu Interessenskonflikten

Die Autoren erklären, dass keine Interessenskonflikte vorliegen.

Zusatzinformationen

Zu diesem Beitrag ist als Zusatzinformation verfügbar: Tabelle S1: Herkunft einiger pflanzenparasitischer Kleinpilze und Wirtspflanzen im Universitätsgarten Karlsruhe, Belegmaterial, Literatur (Abkürzungen Kontinente: EU: Europa, AF: Afrika, AS: Asien, AU: Australien, NA: Nordamerika, SA: Südamerika; Pilzgruppen: P: Pucciniales, E: Erysiphales, P: Peronosporales, U: Ustilaginales s.l., A: Ascomycotina exkl. Erysiphales, W: Im botanischen Garten wildwachsende Pflanzen). Beachte, dass drei Pflanzenarten (*Acer platanoides*, *Oenothera biennis*, *Vitis vinifera*) jeweils zweimal gelistet werden, da sie Wirte zweier Pilzarten sind. Die Tabelle ist verfügbar unter <https://doi.org/10.5073/JfK.2026.01.13>.

Literatur

- Bagyanarayana, G., 2005:** The Species of *Melampsora* on *Salix* (Salicaceae). In: Pei, M. H., A. R. McCracken (Hrsg.). *Rust Diseases of Willow and Poplar*, Cambridge, USA, CABI Publishing, 29–50, DOI: 10.1079/9780851999999.0029.
- Beenken, L., 2026:** Bemerkenswerte Funde phytoparasitischer Kleinpilze, In: Kruse J., H. Thiel, L. Beenken, V. Kummer, U. Braun: Zeitschrift für Mykologie **92** (25), 72–84.
- Berndt, R., M.A.G. Otálora, M. Angulo, J.C. Zamora, 2024:** First European records of *Puccinia modiolae* and *P. platyspora*, two native South American rust fungi, and new observations on their life cycle and morphology. *Mycologia* **116** (6), 915–935, DOI: 10.1080/00275514.2024.2395697.
- Besl, H., 1993:** Die Pilze im Botanischen Garten und auf dem Campus der Universität Regensburg. *Hoppea – Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft* **61** (2000), 57–69.
- Böllmann, J., M. Scholler, 2006:** Life cycle and life strategy features of *Puccinia glechomatis* (Uredinales) favourable for extending the natural range of distribution. *Mycoscience* **47** (3), 152–158, DOI: 10.1007/S10267-006-0282-Z.
- Bradshaw, M., U. Braun, M. Elliott, J. Kruse, S.Y. Liu, 2021:** A global genetic analysis of herbarium specimens reveals the invasion dynamics of an introduced plant pathogen. *Fungal Biology* **125** (8), 585–595, DOI: 10.1016/j.funbio.2021.03.002.
- Bradshaw, M., U. Braun, S. Takamatsu, M.Z. Németh, D. Seress, 2025:** The *Erysiphe alphitoides* complex (powdery mildews) – unravelling the phylogeny and taxonomy of an intricate assemblage of species. *New Zealand Journal of Botany* **63** (1), 28–44, DOI: 10.1080/0028825X.2023.2276913.
- Brandenburger, W., 1985:** Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa. Stuttgart, New York: Gustav Fischer Verlag. XXI, ISBN: 9783437304330.
- Braun, U., R.T.A. Cook, 2012:** Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews), Utrecht, CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 1-707, ISBN: 9070351897.
- Buhr, H., 1958a:** Rostpilze aus Mecklenburg und anderen Gebieten, *Uredineana* **5**, 11–136.
- Buhr, H., 1958b:** Erysiphaceen aus Mecklenburg und anderen Gebieten. In: Universität Rostock (Hrsg.). *Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg, Band 4*, Rostock, Universität Rostock, 49–88.
- CABI, 2021:** *Blumeriella jaapii* (cherry leaf spot). URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.1079/cabicompendium.9412>. Zugriff: 18.11.2024.
- De Souza, M., R. Singh, N.E. Harms, J. McPhedran, A.N. Smart, 2021:** First Report of Leaf Spot Caused by *Septoria villarsiae* on *Nymphoides peltata* in the United States. *Plant Health Progress* **22** (2), 157–158, DOI: 10.1094/PHP-12-20-0104-BR.
- Demeter, L., A. Molnár, K. Öllerer, G. Csóka, A. Kiš, 2021:** Rethinking the natural regeneration failure of pedunculate oak: The pathogen mildew hypothesis. *Biological Conservation* **253**, 1–9, DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108928.
- Dupias, G., 1971:** Essai sur la biogéographique des Uredinees. Son apport à la systématique. *Bulletin trimestriel de la Société mycologique de France* **87**, 129–243.
- Gäumann, E., 1951:** Pflanzliche Infektionslehre, Basel, Birkhäuser AG, 681 S.
- Gäumann, E., 1959:** Die Rostpilze Mitteleuropas mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz, Bern, Bümchler, 1407 S.
- Gent, D.H., B.J. Classen, D.M. Gadoury, N.J. Grünwald, B.J. Knaus, 2020:** Population Diversity and Structure of *Podosphaera macularis* in the Pacific Northwestern United States and Other Populations. *Phytopathology* **110** (5), 1105–1116, DOI: 10.1094/PHYTO-12-19-0448-R.
- Georgieva, M., V. Velinov, G. Georgiev, M. Dobрева, M. Hristova, 2024:** First records of *Microstroma album* (Desmazières) Saccardo, 1878 (Basidiomycota: Microstromataceae) and *Phylloxera glabra* (von Heyden, 1837) (Hemiptera: Phylloxeridae) in oak stands in Bulgaria. *Historia naturalis bulgarica* **46** (5), 139–145, DOI: 10.48027/hnb.46.053.
- Greatens, N, J. Yue, P.D. Olivera Firpo, 2024:** Aecial and Telial Host Specificity of *Puccinia coronata* var. *coronata*, a Eurasian Crown Rust Fungus of Two Highly Invasive Wetland Species in North America. *Plant Disease* **108** (1), 175–181, DOI: 10.1094/PDIS-04-23-0776-RE.
- Gur, L., M. Reuveni, Y. Cohem, L. Cadle-Davidson, O. Frenkel, 2021:** Population structure of *Erysiphe necator* on domesticated and wild vines in the Middle East raises questions on the origin of the grapevine powdery mildew pathogen. *Environmental Microbiology* **23** (10), 6019–6037, DOI: 10.1111/1462-2920.15401.
- Guyot, A.L., G. Malencon, 1957:** Uredinees du Maroc I. Trav. Casablanca, Institut scientifique chérifien 11, 1-184.
- Hambleton, S., J. Carey, M. Liu, L.J. Szabo, J.A. Kolmer, 2025:** *Puccinia tritici-golanensis*, a new wheat leaf rust pathogen from Yonatan region of the Golan Heights, *Puccinia tritici-duri* and *Puccinia triticina* typified, and their phylogenetic relationships. *Mycological Progress* **24** (94), 1–19, DOI: 10.1007/s11557-025-02099-8.
- Kern, F.D., 1973:** A revised taxonomic account of *Gymnosporangium*, London, Pennsylvania State University Press, 134.
- Klenke, F., M. Scholler, 2015:** Pflanzenparasitische Kleinpilze. Bestimmungsbuch für Brand-, Rost-, Mehltau-, Flagellatenpilze und Wucherlingsverwandte in Deutschland, Österreich, der Schweiz und Südtirol, Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum, 1174 S., ISBN 978-3642553301.
- Kreisel H., M. Scholler, 1994:** Chronology of phytoparasitic fungi introduced to Germany and adjacent countries, *Botanica Acta* **107** (6), 387–392, DOI: 10.1111/j.1438-8677.1994.tb00812.x.

- Kreisel, H., 2000:** Ephemere und eingebürgerte Pilze in Deutschland. In: *Was macht der Halsbandsittich in der Thujahecke?* NABU-Fachtagung vom 12. bis 13. Februar 2000 in Braunschweig, NABU-Berichte **40**, 73–76.
- Kreisel, H., 2004:** Globalisierung der Pilzflora. Verhandlungen des Botanischen Vereins Berlin Brandenburg **137**, Berlin, 43–52.
- Kruse, J., 2014:** Diversität der pflanzenpathogenen Kleinpilze im Ökologisch-Botanischen Garten der Universität Bayreuth. Zeitschrift für Mykologie **80** (1), 169–226.
- Kruse, J., H. Lotz-Winter, M. Piepenbring, H. Sandau, 2020:** Pilze im Botanischen Garten Frankfurt am Main – Beitrag zur Kenntnis der Artenvielfalt der Pilze und pilzähnlichen Organismen. Zeitschrift für Mykologie **86** (1), 37–76.
- Kuprevich V.F., 1970:** Cryptogamic Plants of the USSR, Vol. IV Rust Fungi No. 1, Family Melampsoraceae. Academy of Sciences of the USSR: Komarov.
- Leonard, K., L. Szabo, 2005:** Pathogen profile – Stem rust of small grains and grasses caused by *Puccinia graminis*. Molecular Plant Pathology **6** (2), 99–111.
- Lotz-Winter, H., T.A. Hofmann, R. Kirschner, M. Kursawe, M. Piepenbring, 2011:** Pilze im Botanischen Garten der Universität Frankfurt am Main. Zeitschrift für Mykologie **77** (1), 89–122.
- Magris, G., I. Jurman, A. Fornasiero, E. Paparelli, R. Schwöpe, 2021:** The genomes of 204 *Vitis vinifera* accessions reveal the origin of European wine grapes. Nature Communications **12** (7240), 1–12 DOI: 10.1038/s41467-021-27487-y.
- Metzing D., 2018:** Rote Liste und Gesamtartenliste der Farn- und Blütenpflanzen (Tracheophyta) Deutschlands. Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band.7: Pflanzen. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Münster, BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, 784 S., DOI: 10.19213/904684.
- Meusel, H., Jäger E., 1965 (Hrsg.):** Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora – Karten, Jena, VEB Gustav Fischer Verlag, 258, ISBN 3-334-00411-2.
- Nick, P., A. Kortelkamp, R. Eibach, O. Trapp, 2017:** Nutzung genetischer Ressourcen der Europäischen Wildrebe für die Züchtung von Mehltau- und Schwarzfäule-resistenten Reben. Schlussbericht, 60 S., URL: <https://orprints.org/id/eprint/31980/1/31980-100E067-Verbund-nick-2017-genetische-ressourcen-wildrebe.pdf>.
- Pearsall, J., P. Hanks (Hrsg.), 2001:** The New Oxford Dictionary of English, Oxford, Oxford University Press, 1–2152, ISBN: 9780198604419.
- Pei, M.H., 2005:** A Brief Summary of *Melampsora* Species on *Populus*. In: Pei, M. H., A. R. McCracken (Hrsg.). *Rust Diseases of Willow and Poplar*, Cambridge, USA, CABI Publishing 51–61, DOI: 10.1079/9780851999999.0051.
- Pérez, J.M., M. Rodríguez Hernández, M. Piepenbring, D.W. Minter, 2002:** *Rhamphospora nymphaeae* UK, CAB International Descriptions of Fungi and Bacteria, Biota of New Zealand, **153** (Sheet 1522), DOI: 10.1079/DFB/20056401522.
- Piepenbring, M., A.K. Krauss, H. Rathke, M. Scholler, J.G. Macia Vicente, 2025:** Phenology of rust fungi (Pucciniales) during mild winters – high temporal flexibility of spore generations. Fungal Ecology **78** (101462), 1–9, DOI: 10.1016/j.funeco.2025.101462.
- Qiu, P.L., S.Y. Liu, M., Bradshaw, S. Takamatsu, T.S. Bulgakov, 2020:** Multi-locus phylogeny and taxonomy of an unresolved, heterogeneous species complex within the genus *Golovinomyces* (Ascomycota, Erysiphales), including *G. ambrosiae*, *G. circumfusus* and *G. spadiceus*, BMC Microbiology **20** (51), 1–17, DOI: 10.1186/s12866-020-01731-9.
- Scholler M., U. Braun, R. Buchheit, T. Schulte, B. Bubner, 2022:** Studies on European rust fungi, Pucciniales: molecular phylogeny, taxonomy, and nomenclature of miscellaneous genera and species in Pucciniastraceae and Coleosporiaceae. Mycological Progress **21** (64), 1–25, DOI: 10.1007/s11557-022-01810-3.
- Scholler, M., 1996:** Die Erysiphales, Pucciniales und Ustilaginales der Vorpommerschen Boddenlandschaft. Regensburger Mykologische Schriften **6**, 5–325.
- Scholler, M., G. Müller, 2008:** Projekt „Pilzflora von Karlsruhe“ – erste Ergebnisse. Carolinea **66**, 87–93.
- Scholler, M., M. Lutz, A.R. Wood, G. Hagedorn, M. Mennicken, 2011:** Taxonomy and phylogeny of *Puccinia lagenophorae*: a study using rDNA sequence data, morphological and host range features. Mycological Progress **10** (2), 175–187, DOI: 10.1007/s11557-010-0687-0.
- Schröder, S., S. Telle, P. Nick, M. Thines, 2011:** Cryptic diversity of *Plasmopara viticola* (Oomycota, Peronosporaceae) in North America, Organisms Diversity & Evolution, **11** (1), 3–7, DOI: 10.1007/s13127-010-0035-x.
- Schürmann, H., 2024:** Die Pflanzen und ihre parasitischen Kleinpilze des Botanischen Universitätsgartens Karlsruhe: Vielfalt und geografische Herkunft. Master Thesis, Karlsruher Institut für Technologie, 81 S.
- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi (Hrsg.), 1990–1992:** Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bände 1–4, Stuttgart, Ulmer.
- Sebald, O., S. Seybold, G. Philippi, A. Wörz (Hrsg.), 1996–1998:** Die Farn- und Blütenpflanzen Baden-Württembergs. Bände 5–8, Stuttgart, Ulmer.
- Sydow, P., H. Sydow, 1904:** Monographia Uredinearum I. Genus *Puccinia*. Lipsiae: Borntraeger, 972 S.
- Sydow, P., H. Sydow, 1910:** Monographia Uredinearum II. Genus *Uromyces*. Lipsiae: Borntraeger, 396 S.

Sydow P., H. Sydow, 1915: Monographia Uredinearum seu specierum omnium ad hunc usque diem descriptio et adumbratio systematica, Volume III: *Pucciniaceae* (excl. *Puccinia*, *Uromyces*) bis *Coleosporiaceae*, Lipsia, Fratres Borntraeger, 726 S.

Thiel, H., F. Klenke, J. Kruse, V. Kummer, M. Schmidt, 2023: Rote Liste und Gesamtartenliste der phytoparasitischen Kleinpilze Deutschlands [Brandpilzverwandte (Exobasidiomycetes p. p., Ustilaginomycetes p. p.), Rostpilzverwandte (Kriegeriaceae p. p., Microbotryales, Pucciniales), Wurzelknöllchenpilze (Entorrhizaceae), Echte Mehltäupilze (Erysiphaceae), Falsche Mehltäue (Peronosporaceae p. p.) und

Weißroste (Albuginaceae)]. Naturschutz und Biologische Vielfalt, Münster, BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, 352 S., DOI: 10.19213/972175.

Tranfield, W, 2026: *Rhytisma Punctatum*. URL: <https://burkeherbarium.org/imagecollection/taxon.php?Taxon=Rhytisma%20punctatum>. Zugriff 11.05.2026.

Wyman, C.R., 2018: Genetic characterization and population structure of *Erysiphe pulchra* the causal agent of powdery mildew on *Cornus florida* in the eastern United States, Master Thesis, University of Tennessee, Knoxville, 78 S.