

Bemerkenswerte Funde phytoparasitischer Kleinpilze (5)

JULIA KRUSE, HJALMAR THIEL, YOUNG-JOON CHOI, DOROTHEA HANELT, HORST JAGE, FRIEDEMANN KLENKE, MATTHIAS LUTZ, HEIDRUN RICHTER, UDO RICHTER, VOLKER KUMMER

KRUSE J, THIEL H, CHOI Y-J, HANELT D, JAGE H, KLENKE F, LUTZ M, RICHTER H, RICHTER U, KUMMER V (2015): Noteworthy records of phytopathogenic micromycetes (5). *Zeitschrift für Mykologie* 82/1: 145-191.

Keywords: Phytopathogenic micromycetes, Germany, Austria, *Entyloma tanacetii*, *Leucotelium cerasi*, *Microstroma album*, *Milesina kriegeeriana*, *Peronospora fabae*, *Peronospora hariatii*, *Peronospora melandryi*, *Puccinia thesii*, *Urocystis calamagrostidis*

Abstract: Records of some interesting phytoparasitic microfungi of different taxonomic groups (Oomycota, Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina) are presented. *Entyloma tanacetii* and *Peronospora melandryi* were rediscovered after about 50 years in Germany, *Urocystis calamagrostidis* was found again after 65 years and *Leucotelium cerasi* after about 125 years. *Dryopteris expansa* and *D. x ambroseae* are formerly unknown host species of *Milesina kriegeeriana* (matrices novae). *Peronospora fabae* was recorded in Germany for the first time and *P. hariatii* is new for Germany and Austria. A record of the rare fungus *Puccinia thesii* on *Thesium alpinum* is presented. Additional information on the distribution and host species of *Microstroma album* is given and illustrated in a map of Germany. The fungus is shown to be far more common than previously known. Listed at the end of the article are some new fungi and formerly unknown host species for federal states of Germany as well as for this country in whole. One matrix nova is also included.

Zusammenfassung: Vorgestellt werden mehrere phytoparasitische Kleinpilze aus verschiedenen Gruppen (Oomycota, Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina). *Entyloma tanacetii* und *Peronospora melandryi* wurden nach etwa 50 Jahren in Deutschland wiedergefunden. *Urocystis calamagrostidis* wurde nach 65 Jahren und *Leucotelium cerasi* nach 125 Jahren wieder in Deutschland bestätigt. Die Farne *Dryopteris expansa* und *D. x ambroseae* sind bisher unbekannte Wirte von *Milesina kriegeeriana* (matrices novae). Von *Peronospora fabae* werden hier die ersten Nachweise für Deutschland vorgestellt und das Vorkommen von *P. hariatii* ist sowohl für Deutschland als auch für Österreich neu. Mit *Puccinia thesii* wird ein seltener Rostpilz auf *Thesium alpinum* vorgestellt. Vom Brandpilz *Microstroma album* werden ergänzende Informationen zum Wirtsartenspektrum gegeben und der aktuelle Kenntnisstand zur Verbreitung in einer Nachweiskarte für Deutschland dargestellt. Die Art ist wesentlich häufiger als bisher

Anschriften der Autoren: Julia Kruse, Biodiversität und Klima - Forschungszentrum (BiK-F), Georg-Voigt-Str. 14-16, 60325 Frankfurt, julia.kruse@senckenberg.de (korrespondierende Autorin); Volker Kummer, Universität Potsdam, Institut für Biochemie und Biologie, Maulbeerallee 1, 14469 Potsdam, kummer@uni-potsdam.de; Hjalmar Thiel, Langenhorst 10, 29479 Jameln, hjalmar.thiel@arcor.de; Young-Joon Choi, Department of Biology, College of Natural Sciences, Kunsan National University, 558 Daehak-ro, Gunsan-si 54150, South Korea, mycochoi@gmail.com; Dorothea Hanelt, Siedlerstraße 7, 06466 Gatersleben; Horst Jage, Waldsiedlung 15, 06901 Kemberg; Friedemann Klenke, Grillenburger Str. 8c, 09627 Naundorf, friedemann.klenke@smul.sachsen.de; Matthias Lutz, Hasenbühlsteige 19, 72070 Tübingen, matthias@chrislutz.de; Heidrun und Udo Richter, Traubenweg 8, 06632 Freyburg / Unstrut, richter.freyburg@web.de

bekannt. Mehrere Neufunde von in einzelnen Bundesländern Deutschlands bisher nicht nachgewiesenen phytoparasitischen Kleinpilzarten bzw. Pilz-Wirt-Kombinationen sowie neue Pilz-Wirt-Kombinationen für Deutschland und eine matrix nova sind tabellarisch am Ende des Artikels zusammengefasst.

Einleitung

Phytoparasitische Pilze gehören zu den noch unzureichend bekannten Artengruppen. Die Artikelserie soll die Kenntnisse darüber fördern und bietet eine offene Plattform, in der bemerkenswerte Nachweise in knapper oder detaillierterer Form veröffentlicht werden können. Der geografische Rahmen umfasst Deutschland, Österreich und die Schweiz und wird durch das kürzlich erschienene Bestimmungsbuch für wichtige Gruppen der pflanzenparasitischen Kleinpilze von KLENKE & SCHOLLER (2015) abgedeckt. Dieses Weck gibt einen Überblick über alle im deutschsprachigen Raum nachgewiesenen Arten aus den behandelten Gruppen und ermöglicht auch die Bestimmung von bisher nicht gefundenen Arten, mit deren Auftreten evtl. gerechnet werden könnte. Es ist zu hoffen, dass die umfangreiche Publikation einen weiteren Schub bei der Erfassung phytoparasitischer Pilze mit sich bringt und dazu beiträgt, Kenntnislücken zu diesen oftmals unauffälligen, aber nichtsdestotrotz interessanten Organismen zu schließen.

Material und Methoden

Die Darstellung der einzelnen Fundmitteilungen erfolgt unter Autorenschaft und in Verantwortung der jeweiligen Bearbeiter. Sie nennen das untersuchte Material und die jeweiligen Funddaten. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen und Pilze folgt weitgehend JÄGER (2011) bzw. dem Index Fungorum (2015). Die mikroskopischen Untersuchungen erfolgten – wenn nicht anders vermerkt – unter Verwendung von Leitungswasser. Die Konidien der Marquardter *Peronospora hariatii*-Aufsammlung wurden in 3%-iger KOH-Lösung aufgequollen und dann vermessen, die der Sittersdorfer Aufsammlung in 60%-iger Milchsäure nach erfolgter Erhitzung. Hinsichtlich der von den Bearbeitern verwendeten Lichtmikroskope und Fotokameras sei auf die Aufstellungen in KRUSE et al. (2013, 2014a, b) verwiesen. Die Aufnahme mit dem Rasterelektronenmikroskop (SEM) erfolgte mit einem LEO 438-Gerät nach Besputterung der Proben mit Gold in einer Argon-Atmosphäre. Die makroskopischen Aufnahmen von *Leucotelium cerasi* und *Puccinia thesii* wurden mit dem Scanner Epson Perfection V33 angefertigt.

Die *Peronospora hariatii*-Aufsammlung aus Marquardt und die *P. melandryi*-Aufsammlung wurden einer DNA-Extraktion, PCR-Amplifikation und Sequenzanalyse wie folgt unterzogen: Insgesamt wurden 5-20 mg infiziertes Pflanzengewebe vom Herbarmaterial mit der Pinzette und dem Skalpell abgenommen und in einer Kugelmühle (MM2, Retsch, Deutschland) zerkleinert. Hierzu wurden die Proben zusammen mit zwei großen Metallkügelchen von 3 mm und fünf bis sechs kleinen Metallkügelchen von 1 mm Durchmesser in Eppendorf-Gefäße überführt und bei 30 Hz für 3 Minuten geschüttelt.

Die genomische DNA wurde mittels des BioSprint 96 DNA Plant Kits (Qiagen, Hilden, Deutschland) und dem KingFisher Flex Roboter (Thermo Scientific, Dreieich, Deutschland) extrahiert. Die PCR-Amplifikation der gesamten ITS nrDNA der Proben wurde nach der in VOGLMAYR (2003) aufgezeigten Methode durchgeführt. Die Amplifikate wurden im Labor des Biodiversitäts- und Klima-Forschungszentrum (BiK-F) sequenziert.

Ergebnisse

Entyloma tanaceti Syd. (Entylomatales, Ustilaginomycotina)

(Abb. 1-4)

auf *Tanacetum vulgare* L.

Deutschland, Rheinland-Pfalz, Lkr. Trier-Saarburg, Freudenburg, LSG Eiderberg, „An den Kalköfen“, Wegrand, MTB 6405/31, N 49°32', E 06°32', ca. 430 m ü. NN, 30.09.2014, leg. & det. J. Kruse, Herbar Kruse B0959.

Befallsbild und Mikromerkmale

Sori im Blattgewebe der gesamten Blattspreite zerstreut vorkommend (Abb. 1), gelbliche bis weiße, runde bis (selten) ovale Flecken von 0,5-3 mm Durchmesser bildend (Abb. 2), die im Durchlicht dunkel erscheinen, stellenweise auch zu größeren Flächen zusammenfließend, selten von einem helleren Hof umgeben, im Alter hellbraun, dann aber stets von einem helleren Hof gesäumt.

Sporen meist rund, seltener auch oval (Abb. 3), 10-13 x 9-11 µm, hellgelblich bis fast farblos, Wand gleichmäßig bis 1 µm dick, glatt (Abb. 4). Eine Anamorphe konnte nicht beobachtet werden.

Anmerkungen

Tanacetum vulgare ist eine in Deutschland weit verbreitete Pflanze (BETTINGER et al. 2013). Sie ist nährstoffanspruchsvoll und wächst v. a. auf frischen Ruderalflächen wie Straßenrändern, Dämmen und Brachen (JÄGER 2011). Der Gewöhnliche Rainfarn blüht meist recht spät im Jahr, oft erst im August. Zur Gattung *Tanacetum* L. werden weltweit 160 Arten gestellt (JÄGER 2011).

Bisher ist *Entyloma tanaceti* lediglich auf *Tanacetum vulgare* festgestellt worden. Weitere Brandpilze sind von Vertretern dieser Wirtsgattung nicht bekannt (VÁNKY 2012). Typisch für die Gattung *Entyloma* de Bary ist die interzelluläre Sporulation, d. h. die Sporen werden erst im Zuge der Verrottung der betreffenden Blattbereiche oder durch den Ausfall einzelner Sori freigegeben. Bei vielen *Entyloma*-Arten existiert auch eine Anamorphe (BEGEROW et al. 2002), die der vegetativen Vermehrung des Pilzes mittels Konidien dient. Die phylogenetischen Studien von BEGEROW et al. (2002) weisen für die *Entyloma*-Arten ein sehr enges Artkonzept unter Berücksichtigung der Wirtsartenbindung aus. Deshalb ist die Kenntnis der Wirtspflanze eminent wichtig, ist doch eine Bestimmung allein anhand der Brandpilzsporen infolge

Milesina kriegieriana (Magnus) Magnus (Pucciniales, Pucciniomycotina) (Abb. 12-13)

auf *Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenk. et Jermy

1) Deutschland, Hessen, Werra-Meißner-Kreis, Hoher Meißner, 0,2 km w Frau-Holle-Teich, 50 m s vom Hollenbach, halbschattige Randzone einer kleinen, offenen Basaltblockhalde, MTB 4725/33, N 51°13'06.26", E 09°52'01.88", ca. 670 m ü. NN, 14.05.2009 (vorjährige Blätter), 05.08.2009 (Wirtsbestimmung), leg. & det. H. Thiel, Wirt conf. S. Jeßen, Herbar Thiel.

2) Deutschland, Hessen, Werra-Meißner-Kreis, Hoher Meißner, Seesteine, bewaldete Basalt-Blockhalde, MTB 4825/11, N 51°11'34", E 09°51'06", ca. 610 m ü. NN, 13.11.2013, leg. & det. H. Thiel, Herbar Thiel.

auf *Dryopteris* x *ambroseae* Fraser-Jenk. et Jermy (= *D. dilatata* x *D. expansa*)

3) Deutschland, Hessen, Werra-Meißner-Kreis, Hoher Meißner, 0,4 km w vom Tagebausee, Basalt-Blockschuttwald, MTB 4725/33, N 51°12', E 09°51', ca. 710 m ü. NN, 11.05.2008 (vorjährige Blätter), 14.08.2008 (Wirtsbestimmung), leg. & det. H. Thiel, Herbar Thiel.

4) Deutschland, Hessen, Werra-Meißner-Kreis, Hoher Meißner, 0,2 km onö vom Frau-Holle-Teich, locker bewaldete Basaltblockhalde unterhalb vom Christian-Sitz-Weg, MTB 4725/33, N 51°13'13", E 09°52'22", ca. 560 m ü. NN, 21.11.2011, leg. & det. H. Thiel, Herbar Thiel.

5) Funddaten wie 2).

Befallsbild und Mikromerkmale

Makrozyklisch-heteroezischer Rostpilz. Uredinien subepidermal unter pustelförmigen Epidermisaufwölbungen von 0,1-0,3 mm Ø, in Gruppen oder einzeln auf der Wedelunterseite an bräunlichen oder grünlichen Blattflecken, gelegentlich auch an unverfärbten Bereichen (Abb. 12). Urediniosporen farblos, länglich-eiförmig bis ellipsoid, (27-)28-37(-39) x 16-22(-23) µm, im Mittel 1,8 x so lang wie breit, grobstachelig (Abb. 13). Manchmal bleiben die Sporen im Porusbereich der Pusteln als weiße, klumpige Masse haften. Telien wurden nicht beobachtet.

Anmerkungen

Der Feingliedrige Dornfarn (*Dryopteris expansa*) gehört in die Dornfarn-Artengruppe (*Dryopteris carthusiana* agg.) und ist nahe mit dem in Mitteleuropa sehr häufigen Breitblättrigen Dornfarn [*D. dilatata* (Hoffm.) A. Gray] verwandt. Das boreal-circumpolare Areal von *D. expansa* ist jedoch wesentlich größer als dasjenige von *D. dilatata*, dessen Verbreitung sich weitgehend auf die temperate Klimazone Europas beschränkt (BENNERT et al. 2012, RÜNK et al. 2012). In Mitteleuropa kommt *D. expansa* vorwiegend in der montanen Höhenstufe vor und gilt überwiegend als

selten. Nur in den Alpen und im Alpenvorland ist der Farn etwas weiter verbreitet. Vereinzelt gibt es auch Vorkommen in tieferen Lagen der Mittelgebirge und im norddeutschen Tiefland (JESSEN 2011, BETTINGER et al. 2013). Die hier vorgestellten Funde von *Milesina kriegeriana* an *D. expansa* und deren Hybride mit *D. dilatata* stammen vom Meißner, dem höchsten Berg in Nordhessen, der das umgebende Bergland und die nahe gelegene Niederung der Werra mit einer Höhe von bis zu 754 m ü. NN überragt. Die Wuchsorte befinden sich an steilen Hängen auf Basalt in geschlossenen bis lichten Blockschuttwäldern oder im schattigen Randbereich von offenen Blockhalden. Ökologisch werden diese Standorte durch eine hohe und v. a. sehr konstante Luftfeuchtigkeit geprägt. Dies bedingt einen natürlichen Nährstoffreichtum, weil biologische Umsätze kaum durch Trockenphasen behindert werden. In diesem Waldtyp treten Buchen (*Fagus sylvatica* L.) teilweise zurück und Edellaubhölzer wie Berg- und Spitz-Ahorn (*Acer pseudoplatanus* L., *A. platanoides* L.), Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior* L.), Berg-Ulme (*Ulmus glabra* Huds.) und Sommer-Linde (*Tilia platyphyllos* Scop.) erreichen hohe Anteile. In der Boden- und Blockschuttvegetation dominieren Moose und Farne, wie v. a. *D. dilatata* und *D. filix-mas* (L.) Schott. Besonders bemerkenswert ist das großräumig isolierte Reliktorkommen von Brauns Schildfarn [*Polystichum braunii* (Spenn.) Fée]. Diese Farnart stand auf dem Meißner kurz vor dem Erlöschen und wird inzwischen durch Erhaltungsmaßnahmen gesichert (BAIER et al. 2005a, b, DUMM et al. 2011, DIETZ et al. 2013). An entsprechenden Standorten kommt *D. expansa* in kleinen Gruppen vor.

D. expansa und *D. x ambroseae* waren bisher nicht als Wirte von *Milesina kriegeriana* bekannt (matrices novae). Der Rostpilz befällt verschiedene *Dryopteris*-Arten und ist nach eigenen Beobachtungen im Mittelgebirgsraum Deutschlands weit verbreitet. In den Blockschuttwäldern am Meißner profitiert er von der hohen Farndeckung durch *D. dilatata* und *D. filix-mas* sowie von der konstanten Luftfeuchtigkeit; z. T. wurden Massenbefälle der Farne durch den Rostpilz registriert. Weitere Wirte am Meißner sind *D. carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs und *D. borrieri* (Newmann) Oberholzer et Tavel (= *D. affinis* subsp. *borrieri* (Newman) Fraser-Jenk.), die ihren Verbreitungsschwerpunkt jedoch an anderen Waldstandorten haben und in den Basalt-Blockschuttwäldern weitgehend fehlen.

Wie andere Rostpilze an Farnen steht *M. kriegeriana* im Wirtswechsel zur Tanne. Neben der in Mitteleuropa einheimischen Weiß-Tanne (*Abies alba* Mill.) wurden auch nichteinheimische Forst- und Plantagenbäume experimentell als Zwischenwirte ermittelt, darunter nach GÄUMANN (1959) Nordmann-Tanne [*A. nordmanniana* (Steven) Spach], Kolorado-Tanne [*A. concolor* (Gordon et Glend.) Hildebr.] und Küsten-Tanne [*A. grandis* (D. Don) Lindl.]. Die beiden letztgenannten Baumarten stammen aus Nordamerika, wo der europäisch verbreitete Rostpilz anscheinend fehlt (vgl. FARR et al. 1995 und die Verbreitungskarte in TYKHONENKO & HAYOVA 2015).

Die Weiß-Tanne erreicht in Deutschland die Nordgrenze ihres natürlichen Areals über 50 km südöstlich vom Meißner-Gebiet (BETTINGER et al. 2013). Es sind auch keine kultivierten Weiß-Tannen oder andere Tannenarten im weiten Umfeld der

oben angeführten *Milesina*-Fundorte vorhanden. Deshalb ist sicherlich davon auszugehen, dass der Pilz dort (fast) ausschließlich in der Dikaryophase lebt und sich ohne Wirtswechsel über Urediniosporen ausbreitet. Seine recht kleinen Urediniosporen-Lager lassen sich mit bloßen Augen am leichtesten entdecken, wenn die Sporen als weiße, klumpige Masse an den Porusöffnungen der Epidermispusteln haften bleiben. Teliosporen-Lager werden bei *Milesina*-Arten in den Lumina der Blattepidermiszellen gebildet (vgl. Abb. 20 in GÄUMANN 1959) und sind nicht mit dem bloßen Auge, sondern nur im Mikroskop nach Ablösung der Epidermis zu entdecken. Sie wurden an den hier vorgestellten Belegen nicht gefunden und werden von *M. kriegieriana* in der Meißner-Region vermutlich nicht oder nur selten gebildet.

Bezeichnend für *M. kriegieriana* und weiteren Arten der Gattung ist eine von den meisten anderen Rostpilzen abweichende Phänologie. Die Bildung der Urediniosporen beginnt allmählich im Sommer und erfolgt hauptsächlich im Herbst, Winter und Frühling an grün oder partiell grün überwinterten *Dryopteris*-Blättern, bis diese etwa ein bis zwei Monate nach dem Entrollen der neuen Blätter gegen Mitte Mai bis Mitte Juni endgültig absterben. Wintergrünheit und die Überschneidung der Lebensdauer der Blattgenerationen sind charakteristische Merkmale von Wirten der Gattung *Milesina* und dürften die Fähigkeit der *Milesina*-Arten zur Überwinterung und Ausbreitung ohne Wirtswechsel wesentlich begünstigen oder erst ermöglichen. Farne mit rein sommergrünen Blättern werden von Vertretern dieser Rostpilzgattung nicht befallen. *Dryopteris*-Arten, wie z. B. *D. dilatata*, *D. carthusiana* und *D. filix-mas*, sind diesbezüglich eine Ausnahme, überwintert doch bei ihnen nur ein Teil der Blätter lebend, während der andere Teil schon im Herbst oder Winter abstirbt. Dies variiert jedoch auffällig. So können sich die Blätter einer Pflanze, benachbarter Farnstöcke oder ganzer Bestände unterschiedlich verhalten und die Gegebenheiten sind wesentlich vielfältiger, als es die z. T. widersprüchlichen Literaturangaben zur Phänologie dieser Farnarten vermuten lassen. Für *D. expansa* wird das baldige Welken im Herbst als charakteristisches Merkmal angegeben (PAGE 1997, BENNERT & HORN 2011, JESSEN 2011). Tatsächlich stirbt am Meißner nur ein Teil der *D. expansa*-Blätter im Herbst ab, während andere Wedel dieser Farnart im grünen Zustand überwintern.

Durch die späte jahreszeitliche Entwicklung des Rostpilzbefalls in Kombination mit der hohen morphologischen Variabilität und allgemeinen Dominanz von *D. dilatata* ergaben sich besondere Schwierigkeiten für eine sichere Artansprache der beiden neuen *Milesina kriegieriana*-Wirte, da die meisten makroskopischen und mikroskopischen Merkmale an alten und abgängigen Blättern schwer zu erkennen sind (am ehesten geeignet ist die maximale und durchschnittliche Länge der Spaltöffnungen, vgl. VIANE 1985, BENNERT et al. 2012). Deshalb wurden befallene Verdachtspflanzen teilweise markiert und zum Zeitpunkt der Sporenreife wieder aufgesucht und nachbestimmt. Die Hybride *D. x ambroseae* kommt am Meißner in geringen Zahlen in den Populationen von *D. expansa* vor und kann anhand der abortierten Sporen erkannt werden.

Obwohl es bisher keinen publizierten Nachweis gab, war zu erwarten, dass *D. expansa* zu den Wirten von *M. kriegegeriana* gehört. Zum einen sind an den *M. kriegegeriana*-Fundorten in Hessen nicht selten mehrere *Dryopteris*-Arten befallen. So war in der Nachbarschaft der befallenen *D. expansa*- und *D. x ambroseae*-Pflanzen jeweils auch *D. dilatata* infiziert. Dies lässt vermuten, dass keine extrem spezifische Wirtsartbindung des Rostpilzes besteht und somit die an einer *Dryopteris*-Art gebildeten Urediniosporen in der Lage sind, andere *Dryopteris*-Sippen zu infizieren. Zum anderen bestehen enge genomische Beziehungen zwischen *D. dilatata* und *D. expansa*. Erstere ist eine allotetraploide Art, die durch Hybridisierung von zwei diploiden Ausgangsarten mit nachfolgender Chromosomenverdoppelung entstanden ist. Eine der diploiden Elternarten ist *D. expansa*; als andere wird *D. intermedia* (Muhl. ex Willd.) A. Gray subsp. *maderensis* (Alston) Fraser-Jenk. oder subsp. *azorica* (H. Christ) Jermy vermutet (BENNERT et al. 2012). Zwei der vier Chromosomensätze von *D. dilatata* stammen demnach von *D. expansa*. Derartige Artbildungen durch Hybridisierungsereignisse sind bei Farnen besonders verbreitet und haben zu netzartigen Verwandtschaftsverhältnissen in der Gattung *Dryopteris* und auch bei anderen Farngattungen geführt. Es kann angenommen werden, dass Pflanzenarten, die durch solche Sippenbildungsprozesse weite Teile der Genome miteinander teilen, häufiger vom gleichen Parasiten befallen werden, als genomisch entfernter verwandte Sippen.

H. Thiel

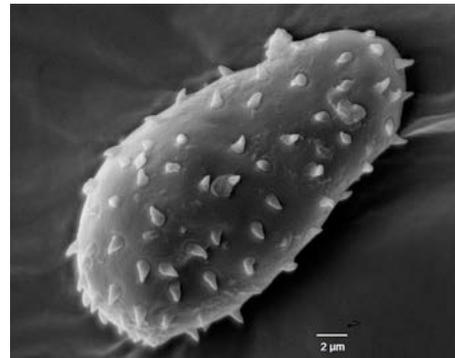


Abb. 13: Urediniospore von *Mulesina kriegegeriana* an *Dryopteris x ambroseae*.

SEM-Aufnahme: J. ECKSTEIN & H. THIEL

Abb. 12: Epidermispusteln mit austretenden Urediniosporen von *Mulesina kriegegeriana* auf der Unterseite eines *Dryopteris expansa*-Farnwedels. Foto: H. THIEL

Danksagung

Die Nachweise von *Milesina kriegeriana* erfolgten im Rahmen einer Untersuchung zur Verbreitung von Rostpilzen an Farnen in der weiteren Umgebung von Göttingen, für die H. Thiel dankenswerterweise eine Förderung durch „FAN (B) – Förderkreis für allgemeine Naturkunde (Biologie)“ erhielt. Folgenden Personen sei nachfolgend für diverse Unterstützung gedankt: Y. Choi & M. Thines (beide Frankfurt/M.) für die Bereitstellung unpublizierter Ergebnisse zu den *Peronospora*-Befällen auf *Silene*-Arten; Y. Kurkina (Russland – Belgorod) für die Zusendung ihres Artikels und mündliche Auskünfte zum Auftreten von *Peronospora fabae* in der Umgebung von Belgorod; S. Jeßen (Chemnitz) und H. W. Bennert (Ennepetal) für die Überprüfung von Belegen von *Dryopteris expansa* und Hinweise zur *Dryopteris*-Bestimmung; J. Eckstein (Göttingen) für die Unterstützung bei der Anfertigung der SEM-Aufnahme von *Milesina kriegeriana* und den Mitarbeitern des Johann-Friedrich-Blumenbach-Instituts in Göttingen für die Möglichkeit, das SEM-Gerät nutzen zu können; M. Piątek (Polen – Kraków) für Mitteilungen zum Nachweis von *Microstroma album* in Polen sowie für die Auskunft zur *Peronospora hariotii*-Angabe in Polen; A. Mohr (Neubrandenburg) für die Bestätigung der *Galium mollugo* s. str.-Bestimmung; Wolfram Henschel für die Mitteilung weiterführender Informationen zu *Leucotilium cerasi*; Familie Kruse (Barkelsby) für diverse Autofahrten zum Nachweis von *Microstroma album*.

Literatur

- ALBUQUERQUE ST, ROCHA FB, BARRETO RW (2013): First report of downy mildew caused by *Peronospora sordida* on butterflybush (*Buddleja stachyoides*) in Brazil. – *Plant Disease* **97**: 560.
- ALVAREZ MG (1976): Primer catalogo de enfermedades de plantas Mexicanas. – *Fitofilo* **71**: 1-169.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (APG) III (2009): An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. – *Botanical Journal of the Linnean Society* **161**: 105-121.
- ARX JA von (1976): Pilzkunde. Ein kurzer Abriss der Mykologie. – 3. Aufl. Vaduz: J. Cramer, 296 S.
- BAIER E, PEPLER-LISBACH C, SAHLFRANK V (2005a): Die Pflanzenwelt des Altkreises Witzenhausen mit Meißner und Kaufunger Wald. – 2. Aufl. – Schriftenreihe des Werratalvereins Witzenhausen **39**: 1-460.
- BAIER E, SCHMIDT M, THIEL H, BENNERT HW (2005b): Zur Situation von Brauns Schildfarn (*Polystichum braunii*) auf dem Meißner – Ist die Rettung des einzigen hessischen Vorkommens noch möglich? – *Jahrbuch Naturschutz in Hessen* **10**: 61-63.
- BEGEROW D, LUTZ M, OBERWINKLER F (2002): Implications of molecular characters for the phylogeny of the genus *Entyloma*. – *Mycological Research* **106**: 1392-1399.
- BENNERT HW, HORN K (2011): Schlüssel zu den Familien der Bärlappartigen und Farne in Deutschland. – <http://offene-naturfuehrer.de>.
- BENNERT HW, JÄGER W, BÄPPLER H, LUBIENSKI M, THIEMANN R, VIANE R, SARAZIN A (2012):

- Dryopteris expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkins & Jermy und *Dryopteris x ambroseae* Fraser-Jenk. & Jermy in Nordrhein-Westfalen – Identifizierung, Verbreitung, Ökologie. – *Dechenia* **165**: 37-53.
- BESL H, BRESINSKY A (2009): Checkliste der Basidiomycota von Bayern (Agaricomycotina, Urediniomycotina, Ustilaginomycotina). – *Regensburger Mykologische Schriften* **16**: 1-868.
- BETTINGER A, BUTTLER KP, CASPARI S, KLOTZ J, MAY R, METZING D (2013): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Bonn, 912 S.
- BOEREMA GH, PIETERS R, HAMERS MEC (1993): Check-list of scientific names of common parasitic fungi. Suppl. Ser. 2c, d (additions and corrections): Fungi on field crops: pulse (legumes), forage crops (herbage legumes), vegetables and cruciferous crops. – *Netherlands Journal of Plant Pathology* **99**, Suppl. **1**: 1-32.
- BRANDENBURGER W (1985): Parasitische Pilze an Gefäßpflanzen in Europa. Stuttgart, New York: G. Fischer-Verlag, 1248 S.
- BRANDENBURGER W (1994): Die Verbreitung der in den westlichen Ländern der Bundesrepublik Deutschland beobachteten Rostpilze (*Uredinales*). Eine Bestandsaufnahme nach Literaturangaben. – *Regensburger Mykologische Schriften* **3**: 1-381.
- BRANDENBURGER W, HAGEDORN G (2006): Zur Verbreitung von Peronosporales (inkl. *Albugo*, ohne *Phytophthora*) in Deutschland. – *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* **405**: 1-174.
- BRANDENBURGER W, SCHWINN FJ (1975): Ein Beitrag zur Unterscheidung der mitteleuropäischen Arten aus dem Formenkreis der *Puccinia thesii* (Desv.) Chaillet. – *Decheniana* **127**: 115-127.
- BRAUN U (1982): Die Rostpilze (Uredinales) der Deutschen Demokratischen Republik. – *Feddes Repertorium* **93**: 213-333.
- BRAUN U (2014): Fungi selecti exsiccati ex Herbario Universitatis Halensis – nos. 211–220. – *Schlechtendalia* **28**: 35-37.
- CHOI YJ, DENCHEV CM, SHIN HD (2008): Morphological and molecular analyses support the existence of host-specific *Peronospora* species infecting *Chenopodium*. – *Mycopathologia* **165**: 155-164.
- CHOI YJ, KLOSTERMAN SJ, KUMMER V, VOGLMAYR H, SHIN HD, THINES M (2015): Multi-locus tree and species tree approaches toward resolving a complex clade of downy mildews (Straminipila, Oomycota), including pathogens of beet and spinach. – *Molecular Phylogenetics and Evolution* **86**: 24-34.
- CONSTANTINESCU O (1991): An annotated list of *Peronospora* names. – *Thunbergia* **15**: 1-110.
- CUMMINS GB, HIRATSUKA Y (1996): Illustrated genera of rust fungi. 2nd edition. St. Paul: APS Press, 152 S.
- CUMMINS GB, HIRATSUKA Y (2003): Illustrated genera of rust fungi. 3rd edition. St. Paul: APS Press, 240 S.
- DIETEL P (1936): Verzeichnis der im Freistaat Sachsen bisher gefundenen Rostpilze (Uredineen) und ihrer Fundorte. – *Jahresbericht des Vereins für Naturkunde Zwickau* (1933 – 35): 14-47.
- DIETRICH W (2015): Funde phytoparasitischer Kleinpilze im Erzgebirge und angrenzenden Gebieten. – *Sächsische floristische Mitteilungen* **17**: 18-26.