Boletus, Band 33, Heft 1, Seite 35 – 44

HEINRICH DÖRFELT & ERIKA RUSKE

Studien zum Entwicklungszyklus des Rostpilzes *Puccinia bornmuelleri*

DÖRFELT, H. & RUSKE, E. (2011): Studies on the life cycle of the rust fungus *Puccinia bornmuelleri*. Boletus **33**(1): 35-44

Abstract: The first report about the invasive rust fungus *Puccinia bornmuelleri* in Germany was published by RUSKE & DÖRFELT (2010). New observations have shown that the fungus is a brachycyclic species. Spermogonia grow after infection by basidiospores in April. Primary uretelia follow after about 6 days. The time of incubation of the secondary infection by uredospores takes about 20 days. The teliospores at dead leafs serve for the wintering. A systemic attack is not given. The dates of the discovery of the neomycete in Europe and the results of artificial infections document, that the fungus is likely to be distributed in the next time everywhere in the synantropic area of host plant *Levisticum officinalis*.

Key words: fungi, rust fungi, *Pucciniales*, *Puccinia bornmuelleri*, life cycle, distribution, ecology, Germany.

Zusammenfassung: Die erste Mitteilung über das Vorkommen des invasiven Rostpilzes *Puccinia bornmuelleri* in Deutschland wurde von RUSKE & DÖRFELT (2010) publiziert. Neue Beobachtungen bestätigen, dass der Pilz eine brachycylische Art ist. Er bildet im April nach der Infektion durch Basidiosporen Spermogonien. Primäre Uretelien folgen nach ca. 6 Tagen. Die Inkubationszeit der sekundären Infektion durch Uredosporen beträgt ca. 20 Tage. Die Teliosporen an abgestorbenen Blättern dienen der Überwinterung. Ein systemischer Befall der Wirtspflanze kann ausgeschlossen werden. Die Funddaten des Neomyceten in Europa und die Ergebnisse einer künstlichen Infektion dokumentieren, dass sich der Pilz im gesamten synanthropen Areal seiner Wirtspflanze, *Levisticum officinale*, ausbreiten wird.

1. Einleitung

Puccinia bornmuelleri wurde von dem Mykologen P. MAGNUS (1899) auf „*Levisticum persicum*“ anhand von Belegen beschrieben, die der Botaniker J. F. N. BORNMUELLER in Persien gesammelt hatte. Der Pilz war bis zum Ende des 20. Jh. nur aus Persien und Afghanistan bekannt und dringt ab dem Jahr 2000 als invasiver Neomycet zunehmend auf kultivierten *Levisticum-officinale*-Beständen nach Ost- und Mitteleuropa vor. Die wesentlichen Fakten der Entdeckung und Ausbreitungsgeschichte der Art wurden durch RUSKE & DÖRFELT (2010) zusammengestellt.

Allen Autoren, die den Pilz im 20. Jh. beschrieben haben, waren nur die Uredo- und Teliosporen bekannt. Der vollständige Entwicklungszyklus blieb ungeklärt. MAGNUS (1899) vermutete, dass möglicherweise „...noch ein Aecidium in den Entwicklungsgang dieser Art gehört...“. MÜLLER & SAFRÁNKOVÁ (2007) fanden schließlich zusammen mit Uredien auch Spermogonien und identifizierten den Pilz als brachyzyklisch.

An einem Fundort des Pilzes in Jena wurden Studien zum jahreszeitlichen Verlauf des Befalles angestellt, um den zeitlichen und räumlichen Verlauf der Infektion zu klären. Außerdem sollen instruktive Fotos von lebendem Material während der verschiedenen Phasen des Befalles vorgestellt werden.

2. Material und Methoden

1. Makro- und mikroskopische Studien und fotografische Dokumentation mit digitalen

Canon-Spiegelreflexkameras eines mit *P. bornmuelleri* befallenen Bestandes von *Levisticum officinale* in Jena (MTB 5035/3) vom Juni 2010 bis Juni 2011; zur Fototechnik vgl. RUSKE & DÖRFELT (2010, p. 62); einige mikroskopische Bilder wurden gestapelt und mit dem Programm Helicon Focus[PRO] bearbeitet.

2. Infektionsversuche an einem unbefallenen *Levisticum-officinale*-Bestand in Dederstedt bei Eisleben (MTB 4436/3); hierfür wurden Mitte Mai 2011 mit primären Uretelien befallene Teile von Blättern vom Jenaer Fundort mit Aluminiumfolie an jungen Blättern unbefallener Stauden des Dederstedter Bestandes befestigt (Tafel 3/5); die zu infizierenden Blatteile wurden nicht verletzt, weil die Infektion unter natürlichen Bedingungen getestet werden sollte.

3. Untersuchung des Keimverhaltens von Uredo- und Teliosporen an lebendem Material und nach mehrwöchiger Aufbewahrung im Tiefkühlfach bei -20 °C.

3. Ergebnisse

Spermogonien-Befall und Struktur der Spermogonien (Tafel 1)

Beim Austrieb von *Levisticum-officinale*-Stauden, an denen im Vorjahr der Befall durch Uretelien[1] von *Puccinia bornmuelleri* auftrat, wurde im April 2011 der Befall durch Spermogonien gefunden. Sie entstanden zwischen dem 18. und 26.04.2011. Danach wurden neue Spermogonien nur noch sehr vereinzelt bis Mitte Mai gebildet. An einigen der ersten austreibenden Blätter sind an Blattstielen, Blättchenstielen, Blattscheiden und in geringem Maße auch an den Spreiten der Blättchen die hellgelben Spermogonienlager sichtbar (Tafel 1/1). Später austreibende Blätter weisen insbesondere im Bereich der Blättchenspreiten Befall auf.

Die Spermogonienlager sind an den Blatt- und Blättchenstielen gestreckt, ca. 3 - 30 x 1 - 2 mm groß (Tafel 1/1), an den Blättchenspreiten meist rund, um 2,5 - 3,5 mm im Durchmesser (Tafel 1/2), beiderseits der Leitbündel oft etwas gestreckt und um 4 x 3 mm groß.

Ausgereifte Spermogonien (Tafel 1/3-1/7) sind ca. 100 bis 150 µm im Durchmesser, nahezu kugelig, der Abstand von einer Spermogonienmitte zur benachbarten beträgt ca. 200 µm; die Empfängnishaare (Periphysen[2]) überragen die Öffnung um ca. 40 µm. Sie sind in vivo in ein Tröpfchen eingebettet (Tafel 1/6). Diese Tröpfchen sind stets auffallend gestreckt, ca. 65 - 75 µm lang, apikal verschmälert und ca. 45 µm breit. In mikroskopischen Präparaten zerfließen diese Tröpfchen und sind nicht mehr nachweisbar, dagegen sind die apikal verschmälerten Empfängnishaare (Periphysen) als Haarbüschel zu erkennen (Tafel 1/4, 1/5). sie überragen die Öffnungen der Spermogonien um ca. 40 µm.

An den Spermogonienlagern der Spreiten brechen die Spermogonien mehrheitlich blattunterseits durch die Epidermis, sind aber auch oberseits in geringerer Anzahl vorhanden. Die Lebensdauer der Spermogonien beträgt ca. 7 - 10 Tage.

Tafel 1: Befallsbilder und Struktur der Spermogonien

Fig. 1: junge Spermogonienlager an basalen Blättchenstielen eines früh ausgetriebenen Blattes; 27.4.2011.

Fig. 2: junge Spermogonienlager an einer Blättchenspreite; 27.4.2011.

Fig. 3: Aufsicht auf ein Spermogonienlager; 24.4.2011; Maßstab: 1 mm.

Fig. 4: zwei Spermogonien in Aufsicht (rechts) und ein Spermogonium in Seitenansicht (links) mit Ostioli und Periphysen (Pfeile);Zupfpräparat in Wasser; 30.4.2011; Maßstab: 100 µm.

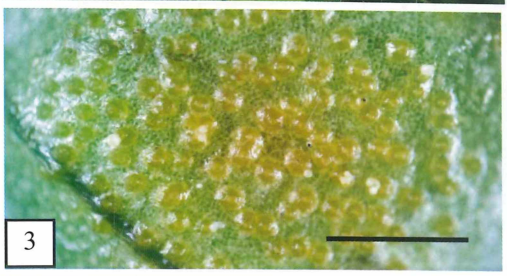
Fig. 5: Spermogonium in Seitenansicht mit Periphysen (Pfeil); Zupfpräparat in Wasser; 30.4.2011; Maßstab: 50 µm.

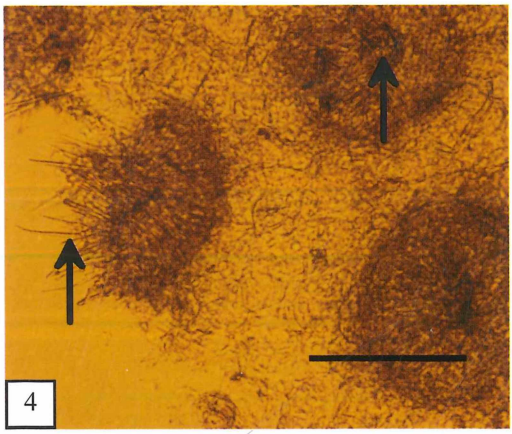
Fig. 6: Spermogonien in seitlicher Ansicht auf einem Blattquerschnitt im Auflicht mit den typischen, die Periphysen einhüllenden Tröpfchen; 24.4.2011; Maßstab: 100 µm.

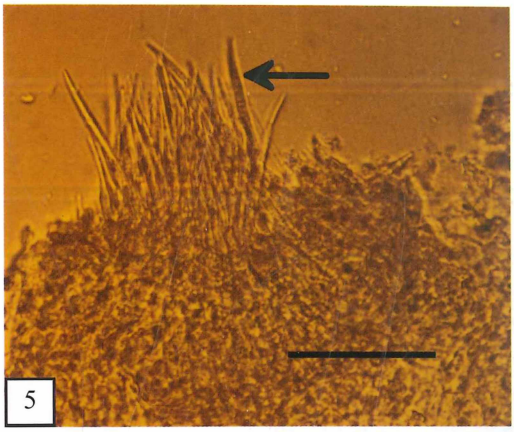
Fig. 7: Spermogonien auf der Unterseite eines durchleuchteten Blattes; einige Ostioli liegen im Focus (Pfeile); 24.4.2011; Maßstab: 100 µm.

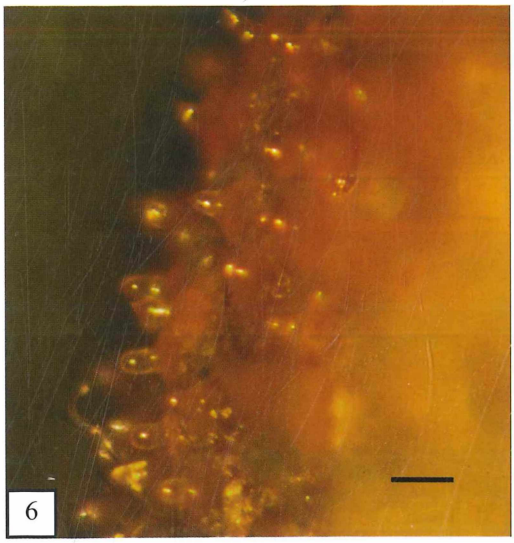
1

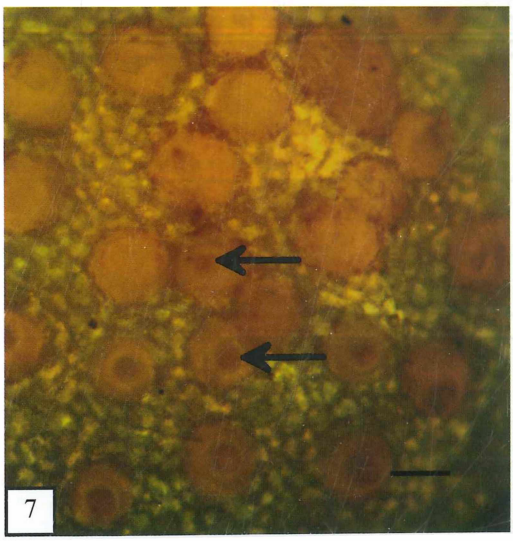
2


3


4

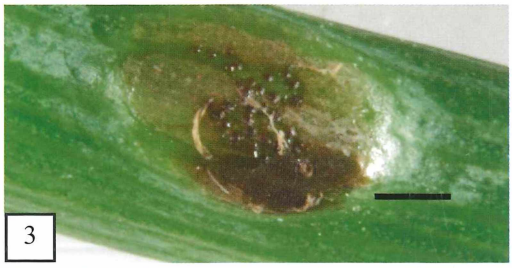

5

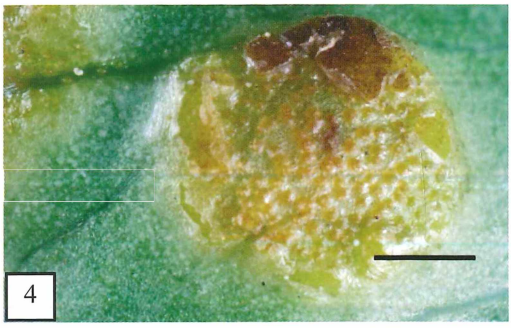

6

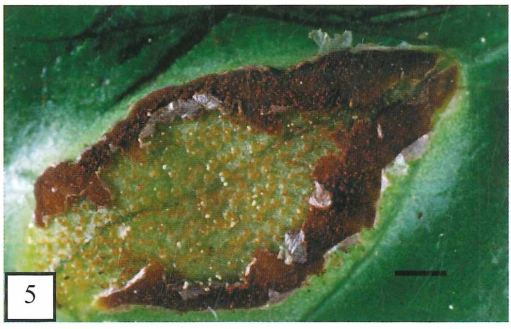

7

1

2

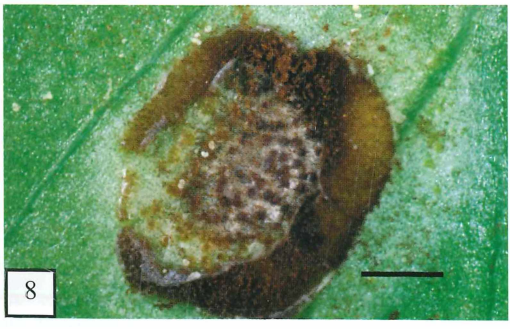

3

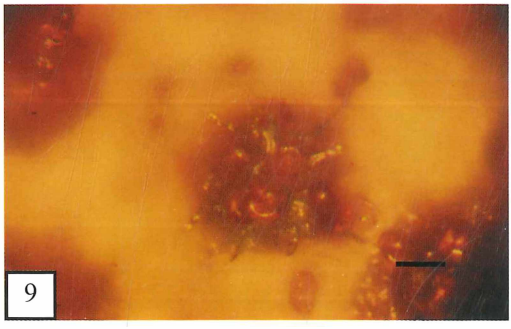

4


5

6

7


8


9

Primäre Uretelien (Tafel 2)

Etwa 6 Tage nach dem Ausreifen der Spermogonien, was an der Tröpfchenbildung ersichtlich ist, und der damit verbundenen Spermatiogamie, spätestens aber mit dem Absterben der Spermogonien, erscheinen erste Lager des Dikaryonten randlich der Spermogonienlager, später auch direkt unter ihnen (Tafel 2/1-2/8). Meist entstehen zunächst leicht tumorartige Aufwölbungen. An Blättchenstielen, Rachis und Scheiden ist dies mit dem Beginn auffallender Deformationen verbunden (Tafel 2/1). Die fortschreitenden Verkrümmungen vom Beginn der Spermogonienbildung bis zum Absterben der befallenen Blattteile sind in den Abbildungen der Tafel 1/1, 2/1, 3/1 am gleichen Objekt demonstriert.
An den Spreiten entwickeln sich die Lager auf Aufwölbungen des Mesophylls, die Deformationen sind weniger auffällig, aber stets stärker als bei sekundären Lagern, die später durch Uredosporeninfektion entstehen. Während der Sporenbildung wird die Epidermis durchbrochen und abgestorbene Epidermisreste verbleiben oft als unregelmäßig silbern glänzende Häutchen an den Lagerrändern (Tafel 2/3-2/8). Die Uretelien vergrößern sich an ihren Rändern und dehnen sich später auch auf das Zentrum der Spermogonienlager aus, wobei die abgelösten Epidermishäutchen, die von den auswachsenden Sporen des Dikaryonten emporgehoben werden, oft Spermogonienreste anhaften (Tafel 2/5, 2/8). In manchen Fällen durchwachsen die sporenbildenden Zellen des Dikaryonten die abgestorbenen Spermogonien, so dass Uredo- und Teliosporen zwischen den Periphysen der Spermogonien erscheinen (Tafel 2/8, 2/9).
Nur sehr kurzzeitig werden in den Uretelien ausschließlich Uredosporen gebildet. Bereits nach wenigen Tagen sind zwischen ihnen auch Teliosporen nachweisbar.
Wir bezeichnen die Lager, die unmittelbar aus den Spermogonienlagern hervorgehen und stets auffallende Deformationen an der Wirtspflanze verursachen, als primäre Uretelien.

Sekundäre Uretelien (Tafel 3)

Etwa 3 Wochen nach den ersten primären Uretelien entwickeln sich neue Lager infolge Neuinfektion durch Uredosporen, während die ersten primären Uretelien bereits zu Welkeerscheinungen an befallenen Blatteilen führen (Tafel 3/1); wir bezeichnen sie als sekundäre Uretelien. Besonders reichlich entstehen sie in unmittelbarer Nähe der primären Uretelien. Diese sekundären Lager rufen jene Befallsbilder an Blättern und im Infloreszenzbereich hervor, die bei RUSKE & DÖRFELT (2010) ausführlich beschrieben wurden. Einzelne Lager sind zunächst an den gelblichen Blattflecken zu erkennen. Stäubende Lager sind anfangs haselbraun, später bei zunehmendem Anteil von Teliosporen werden sie dunkler. Sie sind unauffälliger als die primären Uretelien, es kommen meist weniger augenscheinliche

---

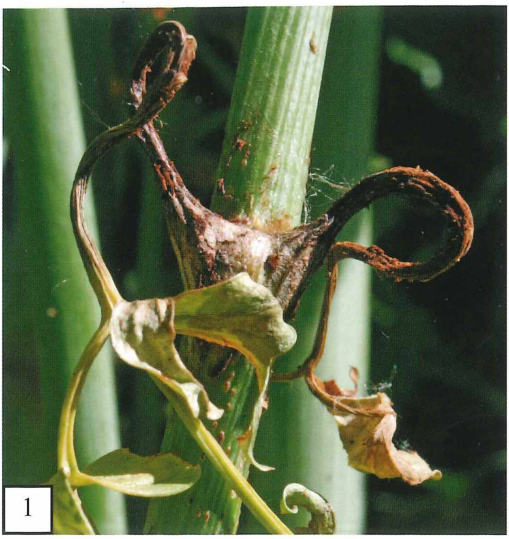
Tafel 2: absterbende Spermogonien und primäre Uretelien

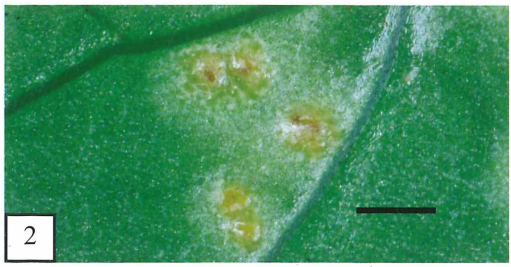
Fig. 1: primäre Uretelien neben und unter Spermogonienlagern an basalen Blättchenstielen, der gleiche Befallsherd wie Tafel 1/1; 7.5.2011.

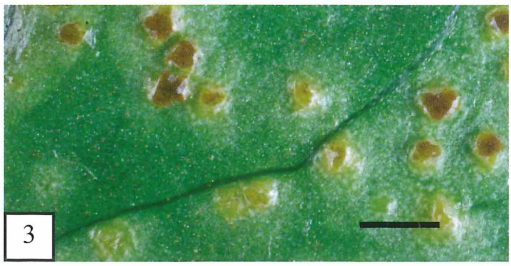
Fig. 2: primäre Uretelien neben Spermogonienlagern an einer Blättchenspreite, der gleiche Befallsherd wie Tafel 1/2, 8.5.2011.

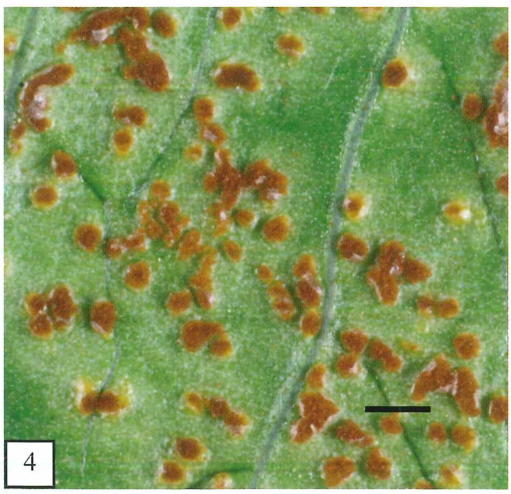
Fig. 3-8: primäre Uretelien randlich an Spermogonienlagern auf leicht tumorartig angeschwollenen Teilen des Mesophylls; Maßstäbe je 1 mm; Fig. 3 u. 4: junge Stadien auf Blättchenspreiten; 28.4.2011; 30.4.2011; Fig. 5: älteres Stadium auf einer Blättchenspreite; 2.5.2011; Fig. 6 u. 7: an Blättchenstielen; 30.4.2011; Fig. 8: fortgeschrittenes Stadium auf einer Blättchenspreite; das Uretelium entwickelt sich auch unter dem Spermogonienlager; einzelne Uredo- und Teliosporen erscheinen zwischen den Periphysen; 14.5.2011.

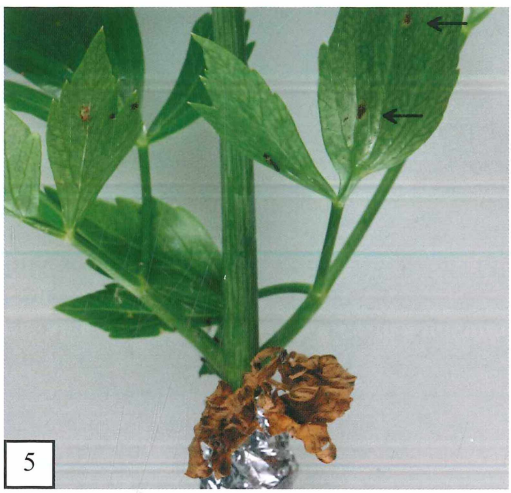
Fig. 9: Sporen des Dikaryonten entwickeln sich zwischen den Periphysen absterbender Spermogonien (Detail aus dem Lager der Fig. 8); 14.5.2011; Maßstab: 100 µm.

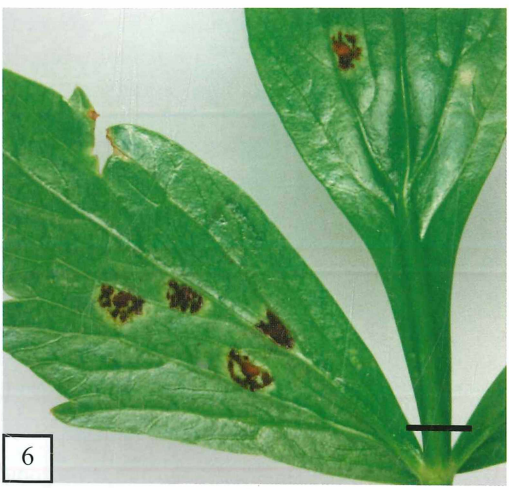

1

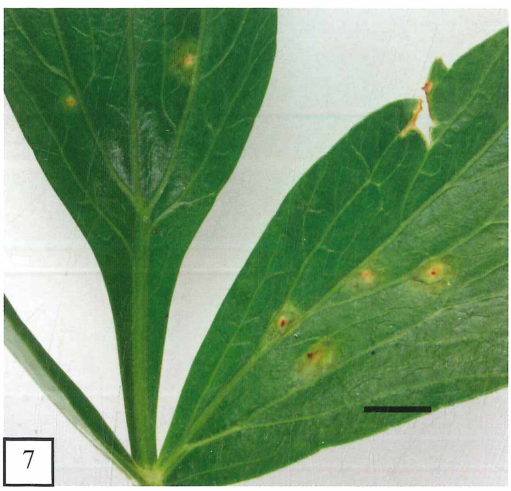

2


3


4


5


6


7

Deformationen vor, als bei den primären Uretelien. In der Nähe der primären Uretelien kann es jedoch bei hohem Infektionsdruck auch zu einer hohen Dichte der Lager und zu Deformationen kommen, ganz besonders, wenn die Lager an den Blatt- und Blättchenstielen bzw. an der Rachis zwischen den Rippen ausgedehnte lange Lager bilden. Im Infloreszenzbereich treten ausschließlich sekundäre Uretelien auf. Die Infektion erfolgt an den heranwachsenden Hüllchenblättern und im Bereich der Blütenknospen.

Mikroskopische Merkmale der Uretelien (Tafel 4)

Die Uredo- und Teliosporen stimmen nahezu vollständig mit der Beschreibung bei RUSKE & DÖRFELT (l.c.) überein. Einzellige Teliosporen werden im Prozess der Entwicklung des Dikaryonten zunächst als eine Sporenform gebildet, die zwischen den dünnwandigen Uredosporen und den zweizelligen Teliosporen vermittelt. Die äußere Form ähnelt den Uredosporen, aber die Wände verdicken sich wie bei den zweizelligen Teliosporen und ihre Stiele sind persistent (vgl. RUSKE & DÖRFELT 2010, Abb. 3 c). Die Variabilität der Teliosporen ist bezüglich ihrer Morphologie noch größer als bereits bei MAGNUS (1899) und RUSKE & DÖRFELT (l.c.) dargestellt. Es kommen neben normalen und schrägstehenden Septen auch drei- und zweizellige Sporen mit Septen in axialer Richtung vor (Tafel 4/4, 4/5). Sowohl in den primären als auch in den sekundären Uretelien wurden regelmäßig vereinzelte, apikal stumpf abgerundete Paraphysen gefunden. Das von MAGNUS (1899) betonte Fehlen von Paraphysen ist mit der Tatsache zu erklären, dass ihm kein Frischmaterial zur Verfügung stand.

Ergebnisse des Infektionsversuches

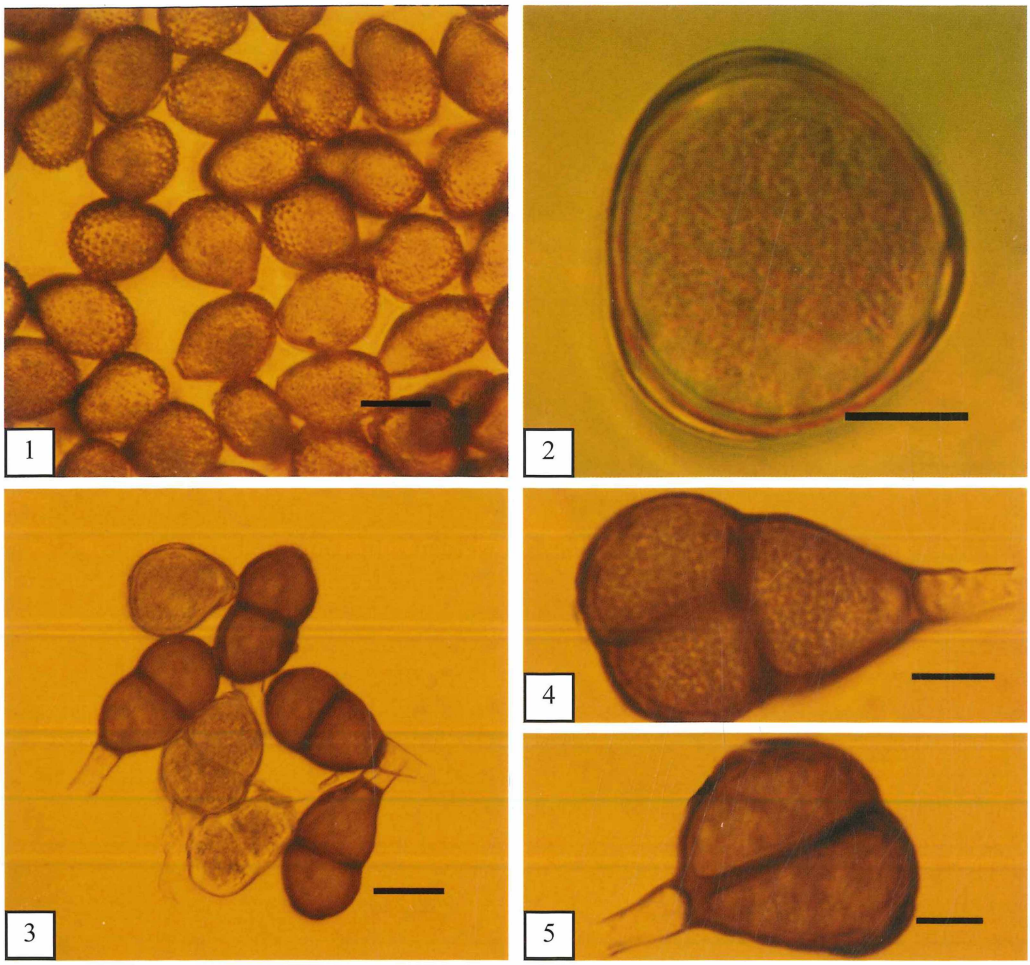
Zwei bisher unbefallene *Levisticum-officinale*-Stauden (bei Eisleben) in einer Entfernung von über 50 km von den nächsten Befallsherden bei Freyburg (s. unten, Ausbreitungsgeschichte) und in Jena konnten mit Erfolg durch Uredosporen infiziert werden. In unmittelbarer Nähe der am 14.05.2011 mit Aluminiumfolie angebrachten von primären Uretelien befallenen Blattteile vom Jenaer Fundort waren ab 05.06.2010 mehrere, bereits stäubende sekundäre Uretelien vorhanden. Die meisten von ihnen zeigten das typische Bild sekundären Befalles durch Uredosporen: ein zentrales Lager, das kreisförmig von weiteren Lagern umgeben ist (Tafel 3/6; vgl. RUSKE & DÖRFELT 2010, Abb. 2, Fig. d). Sie entwickeln sich zunächst auf der Blattunterseite und brechen dann auch auf der Oberseite durch (Tafel 3/6,7). Ein ähnlicher Versuch im Juli 2010 mißlang, eine erfolgreiche Infektion erfolgt nur an jungen, noch wachsenden Teilen der Wirtspflanze.

Tafel 3: sekundäre Uretelien

Fig. 1: voll entfaltete primäre Uretelien auf absterbenden Blättchenstielen zum Zeitpunkt der Entstehung erster sekundärer Uretelien; der gleiche Befallsherd wie Tafel 1/1 und 2/1, die oberhalb des Herdes liegenden Teile des Blattes sterben ab; 25.5.2011.

Fig. 2-4: sekundäre Uretelien; Fig. 2: junge sekundäre Uretelien, größtenteils noch vor dem Durchbrechen der Epidermis; Fig. 3: junge sekundäre Uretelien beim Durchbrechen der Epidermis; Fig. 4: junge, sekundäre, sehr dicht stehende Uretelien, teilweise zusammenfließend; Fig. 2-4: 25.5.2011; Maßstab je 1 mm.

Fig. 5-7: sekundäre Uretelien an Versuchspflanzen nach künstlicher Infektion; Fig. 5: Reste des mit Aluminiumfolie befestigten befallenen Blattes und erste Uretelien (Pfeil) auf der Unterseite der Blättchenspreite; 5.6.2011; Fig. 6, 7: sekundäre Uretelien auf der Unterseite (Fig. 6) und Oberseite (Fig.7) der gleichen Blättchenspreite einer Versuchspflanze; 8.6.2011; Maßstab je 5 mm.



Tafel 4: mikroskopische Details:

Fig. 1: Uredosporen in seitlicher Beleuchtung (gestapelt aus 4 Bildern); 26.5.2011; Maßstab: 20 µm.

Fig. 2: Uredospore mit den typischen drei gestreckten Papillen über den drei Keimpori, 26.5.2011; Maßstab: 10 µm

Fig. 3: normale, zweizellige Teliosporen, oben links eine Uredospore (gestapelt aus 3 Bildern); 26.5.2011; Maßstab: 20 µm.

Fig. 4: abnorme dreizellige Teliospore; 26.5.2011; Maßstab: 10 µm.

Fig. 5: untypisch septierte, zweizellige Teliospore; 26.5.2011; Maßstab: 10 µm.

Keimversuche

Wir fanden keine Basidien bei den Versuchen, die Teliosporen auf befallenen Blättern vom September 2010 nach Aufbewahrung im Tiefkühlfach zum Keimen zu bringen. Es wurden nur wenige, meist deformierte Keime an den Teliosporen gefunden. Es kam nach dem Auftauen rasch zur Schimmelbildung. Auch an den Pflanzenresten vom Vorjahr unter der befallenen Wirtspflanze konnten wir keine Teliosporen mit Basidien finden. Die Keimung der Teliosporen mit funktionstüchtigen Basidien konnten wir nicht dokumentieren. Mit Hyphen keimende Uredosporen wurden hingegen während der Vegetationsperiode bei den mikroskopischen Studien am Frischmaterial mehrfach gefunden (vgl. DÖRFELT & RUSKE 2010, Abb. 2, Fig. j)

Auswertung und Diskussion

Entwicklungszyklus

Das Auftreten von Spermogonien, die zweifelsfrei die Bildung der primären Uretelien zur Folge haben, zeigt, dass *Puccinia bormuelleri* ein brachyzyklischer, autözischer Rostpilz ist. Die Vermutung des Originalautors, dass eventuell ein Aecidium gefunden werden könnte, ist auch deswegen unwahrscheinlich, weil verwandte Arten, wie *P. plicata* KOMAROV auf *Prangos utoptera* DC, *P. physospermi* PASSERINI auf *Physospermum aquilegifolium* (ALL.) KOCH und *P. microsphincta* LINDR. auf *Carum atrosanguineum* KAR & KIR. Mikroformen sind. (vgl. LINDROTH 1902). Von den nahestehenden Arten *P. magydaridis* PAT. & TRAB. auf *Magydaris tomentosa* KOCH und *P. apoponacis* CES. auf *Opoponax* spp. beschreibt LINDROTH nur Uredo- und Teliosporen, GÄUMANN (1959) nimmt an, dass *P. apoponacis* „vermutlich" eine „Brachypuccinia" ist.

Obgleich keine Basidien an den Teliosporen gefunden wurden, zeigen die Befallsbilder im Stadium der Spermogonienbildung am Jenaer Fundort, dass die Teliosporen im Bereich der Pflanzenreste vom Vorjahr Basidien und Basidiosporen bilden, die unmittelbar nach dem ersten Austreiben der Blätter die Neuinfektion in einer relativ kurzen Zeitspanne auslösen. Ein systemischer Befall durch Überwinterung des Dikaryonten im Wirt kann aufgrund der Spermogonienbildung an nur wenigen frisch austreibenden Blättern ausgeschlossen werden.

Die Spermogonienbildung nach einer Infektion durch Basidiosporen und eine nachfolgende Spermatiogamie können als obligat angesehen werden und es besteht keine Tendenz zur Herausbildung einer Hemiform ohne Spermogonienbildung oder eines systemischen Befalls.

Die Übertragung der Spermatien geschieht möglicherweise durch kleine Käfer. Wir fanden Kotballen in der Nähe des Primärbefalles und auch Blattfraß an den zuerst befallenen Blättern.

Der sekundäre Befall durch Uredosporen aus den primären, später auch aus den sekundären Uretelien führt zum typischen Befallsbild mit zahlreichen Sporenlagern in gelben Blattflecken auf der gesamten Pflanze. Diese sekundäre Infektion geschieht durch Uredosporen aus den primären Lagern an jungen, noch wachsenden Blättern, Sprossachsen und im Infloreszenzbereich. Die Inkubationszeit nach Uredosporeninfektion liegt nach unseren Beobachtungen und Infektionsversuchen bei ca. 20 Tagen, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Zeit von Ende April bis Mitte Mai 2011 ungewöhnlich heiß und trocken war. Bei mehr Feuchtigkeit durch Nebel, Tau oder Regen ist mit anderen Werten zu rechnen, da der Wasserhaushalt im Biotop für die Ausbreitung und Keimung der Sporen eine wichtige Rolle spielt.

Befallsbilder

Im Verlauf der Vegetationsperiode sterben die am frühesten befallenen, klein bleibenden Blätter und auch die Blattteile mit primären Uretelien ab (vgl. Tafel 3/1). Der scheinbare Widerspruch zwischen der Beschreibung des Befallsbildes mit sehr langen Lagern (MAGNUS 1899) und krassen Deformationen der Blattstiele und Stengel (PETRAK 1966) und der Darstellung bei RUSKE & DÖRFELT (l.c.) mit nur geringfügigen Verkrümmungen ist dadurch zu erklären, dass in den Arbeiten einmal überwiegend die primären, zum anderen ausschließlich die sekundären Uretelien beobachtet wurden. Zudem können bei starkem Befall auch die sekundären Uretelien beträchtliche Deformationen verursachen.

Chronologie am Jenaer Fundort Jahr 2011:

- 18.-26.4. (vereinzelt bis Mitte Mai) Beginn der Tröpfchenbildung an Spermogonien
- 24.4.- 2.5. (vereinzelt bis Ende Mai) Beginn der Sporulation der primären Uretelien
- ab 18.5. Beginn der Sporulation sekundärer Uretelien an Blättern
- ab 4.6. Beginn der Sporulation sekundärer Uretelien im Infloreszenzbereich

Ausbreitungsgeschichte

Zu den bei RUSKE & DÖRFELT (l.c.) zusammenfassend dargestellten Funddaten kommen einige neue nicht publizierte Angaben hinzu. In Deutschland wurde der Pilz mehrfach im mitteldeutschen Trockengebiet seit 2009, u. a. bei Freyburg/Unstrut gefunden (U. RICHTER und H. JAGE, briefl. und müdl. Mitteilungen). Diese Funde sollen im Zusammenhang mit detaillierten Angaben gesondert publiziert werden. Besonders interessant ist eine briefliche Mitteilung von T. ATHI aus Finnland: „I just want to tell you that the fungus has been recorded in several places in Finland". Dort wird der Pilz bereits seit 2008 beobachtet. Die Angaben bestätigen die Vermutung, dass die invasive Art in rascher Ausbreitung begriffen und im gesamten synanthropen Areal von *Levisticum officinale* zu erwarten ist. Die Funde in Finnland zeigen, dass die Art nicht auf kontinental geprägte Regionen beschränkt bleiben wird. Die erfolgreichen Infektionsversuche dokumentieren, dass die in Ausbreitung begriffenen Stämme des Pilzes sich rasch über Uredosporen während der Vegetationsperiode verbreiten können.

Anmerkungen

[1] Wir benutzen den Begriff „Uretelien" für die Lager des Dikaryonten, da sie von Beginn an neben Uredo- auch Teliosporen bilden (vgl. RUSKE & DÖRFELT 2010).

[2] Wir verwenden für die Empfängnishaare der Spermogonien den Begriff Periphysen, der primär für sterile haarförmige unverzweigte Hyphenenden in den Perithecien und Pycnidien, nicht für Empfängnishaare geprägt wurde (vgl. WAGENITZ 2008).

Danksagung

Wir danken Frau D. BRANDT (Jena) für ihre Hilfe beim Erschließen der tschechischen Originaltexte, den Herren T. AHTI (Helsinki), H. JAGE (Kemberg) und U. RICHTER (Freyburg/Unstrut) für die Mitteilung über nicht publizierte Neufunde der Art.

Literatur

GÄUMANN, E. (1959): Die Rostpilze Mitteleuropas. – Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz, Band 12, Bern.

LINDROTH, J. I. (1902): Die Umbelliferen Uredineen. – Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica **22**, Bd. 1, Helsingfors.

MAGNUS, P. (1899): J. BORNMÜLLER, Iter Persicoturcicum 1892/93. Fungi, Pars II. / Ein Beitrag zur Kenntnis der Pilze des Orients. – Verh. der k. k. zool.-bot. Ges. **49**: 87-103, Tafel II, III.

MÜLLER J, ŠAFRANKOVA, I. (2007): Occurrence of *Puccinia bornmuelleri* MAGNUS in the Czech Republic. – Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeleianae Brunensis **55** (2): 95-98.

PETRAK, F. (1966): Kleine Beiträge zur Ustilagineen- und Uredineenflora von Afghanistan und Pakistan. – Sydowia **20**: 278-287.

RUSKE, E., DÖRFELT, H. (2011): *Puccinia bornmuelleri* – neu für Deutschland. – Zeitschrift für Mykologie **77**: 61-70.

WAGENITZ, G. (2008): Wörterbuch der Botanik. – ed. 2, Hamburg.

Anschriften der Verfasser:

HD Dr. habil. HEINRICH DÖRFELT, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Mikrobiologie, Mikrobielle Phytopathologie, Neugasse 23, 07743 Jena, Germany;
E-Mail: Heinrich.Doerfelt@t-online.de

Dr. ERIKA RUSKE, Wilhelm-Stade-Str. 4, D- 07749 Jena;
E-Mail: erika.ruske@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Boletus - Pilzkundliche Zeitschrift

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Dörfelt Heinrich, Ruske Erika

Artikel/Article: Studien zum Entwicklungszyklus des Rostpilzes Puccinia bornmuelleri 35-44